

Kaufmann und Kauffrau für Spedition und Logistikdienstleistung

IZT Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH
Dr. Michael Scharp
Schopenhauerstraße 26, 14129 Berlin
m.scharp@izt.de
Webseite: www.pa-bbne.de
Dr. Harald Hantke
mail@haraldhantke.de

GEFÖRDERT VOM



Inhaltsverzeichnis

Einleitung	2
1.1 Ziele der Projektagentur PA-BBNE	2
1.2 Die Materialien der Projektagentur	3
1.3 Berufliche Bildung für Nachhaltige Entwicklung	5
1.3.1 Die Standardberufsbildposition “Umweltschutz und Nachhaltigkeit”	5
1.3.2 Bildung für nachhaltige Entwicklung	6
1.4. Glossar	7
1.5 Quellenverzeichnis	7
SDG 3: “Gesundheit und Wohlergehen”	7
Gesundheit und Speditionsgewerbe	8
Gesundheit in Deutschland	8
Arbeits- und Gesundheitsschutz	9
Gesunde Beschäftigte als Ressource	9
Gesundheitliche Risiken	10
Auszubildende und Gesundheit	10
Stress und Gesundheitsgefährdung	11
Resilienz	12
Salutogenese	12
Quellenverzeichnis	13
SDG 4: “Hochwertige Bildung”	14
10 “Goldene Handlungsregeln” für eine BBNE	14
Schritt 1 - Richtig anfangen:	
Identifizierung von Anknüpfungspunkten für BBNE	15
Schritt 2 - Selbstwirksamkeit schaffen:	
Eröffnung von Nachhaltigkeitsorientierten Perspektiven	15
Schritt 3 - Ganzheitlichkeit:	
Gestaltung transformativer Lernprozesse	16
Schritt 4 - Lernort Betrieb:	
Entwicklung nachhaltiger Lernorte	16
Quellenverzeichnis	17
SDG 6: “Sauberes Wasser”	17
Fahrzeugreinigung	18
Mikroplastik durch Reifenabrieb	18
Primäres Mikroplastik aus der Nutzungsphase	18
Mikroplastik in Reifen	19
Quellenverzeichnis	20
SDG 7 „Bezahlbare und saubere Energie”	20
Energieverbrauch und Erzeugung in Deutschland	21
Strom aus Erneuerbaren Energien	22
Photovoltaik	24

Technische Eignung der Dachfläche	25
Eigenerzeugung von Solarstrom	25
Technische Eignung	25
Rechtliche Eignung	26
Betriebsmodelle	26
Dachverpachtung und Contracting-Modelle	26
Eigenverbrauch mit Überschusseinspeisung	26
Volleinspeisung	27
Technologien	27
Solarzellen aus kristallinem Silizium	27
Dünnschicht-Solarmodule	27
Weitere Technologien mit hohem Potenzial	28
Anlagenarten	28
Aufdach Anlagen	28
Bodenmontierte Anlagen	29
Windkraft	29
Solarwärme	29
Kollektortechnologien	30
Speicherung	31
Einbindung von Solarwärme	31
Bioenergie für Strom und Wärme	32
Erd- und Umgebungswärme	33
Mobilität und Logistik	34
Energieträger für den Antrieb	34
Biogene Kraftstoffe	34
Synthetische Kraftstoffe	35
Brennstoffzellen-Fahrzeuge	35
Elektrofahrzeuge	35
Nutzfahrzeuge: Elektrisch oder mit Brennstoffzellen?	36
Transport, Logistik, Produkte und Umweltschutz	38
Ferntransporte	38
Ferntransporte versus “Regionalität”	39
Ferntransporte und Verpackungsgewicht	40
Geschäftsreisen	42
Nutzungsverhalten	42
Beleuchtung	43
Kältetechnik	44
Rationelle Energienutzung und Energiesparen	46
Beleuchtung	48
Klimatisierung	48
Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT)	48

Energiespeicherung	49
Energiespeichertypen	49
Batteriespeicher	50
Cobaltgewinnung in der Demokratischen Republik Kongo	52
Lithiumgewinnung für Batterien	53
Umweltschutz und Rohstoffgewinnung	53
Fracking	53
Feinstaub	53
Flächenkonkurrenz	54
Flächen- und Wasserverbrauch	55
Rohstoffbedarfe für erneuerbare Energien	55
Quellenverzeichnis	56
SDG 8 „Menschenwürdige Arbeit“	62
SDG 8 und die Transport- und Logistikbranche	64
DGB Index Gute Arbeit	65
BDA - Die Arbeitgeber	66
Prekäre Beschäftigungsverhältnisse	66
Kinderarbeit	67
Gender Pay Gap	67
Vereinbarkeit von Familie und Beruf	67
Geschlechtergerechtigkeit in Unternehmen	68
Deutsches Sorgfaltspflichtengesetz	71
Europäisches Lieferkettengesetz	72
Quellenverzeichnis	73
SDG 9 „Industrie, Innovation und Infrastruktur“	74
Kombinierter Verkehr	75
Vorteile der kombinierten Verkehre	75
Nachhaltigkeit der kombinierten Verkehre	76
Modernisierung durch Digitalisierung	77
Leistungserstellung (Value Creation Model)	77
Leistungsangebot (Value Proposition Model)	78
Kundeninteraktionsmodell (Customer Interaction Model)	78
Autonomes Fahren	79
Straßenverkehr	79
Schiffsverkehr	79
Autonome Lagerlogistik	81
Lieferdienste	83
Lastenräder	84
Rebound-Effekte als Herausforderung der Digitalisierung	85
Quellenverzeichnis	86
SDG 12: “Nachhaltige/r Konsum und Produktion”	86

Ressourcenverbrauch	87
Bedeutung von Kreislaufwirtschaft	89
Ressourceneffizienz durch Werkstoffsubstitution	90
Lebensdauer von Konsumprodukten	90
Nutzungsverlängerung von IT-Geräten	92
Digitalisierung von Prozessen zur Reduzierung des Papierverbrauchs	92
Ressourcenschonung durch ein papierloses Büro?	93
Obsoleszenz	93
Corporate Social Responsibility (CSR)	94
Relevanz des Ansatzes	95
Greenwashing	97
EU-Berichtspflicht zum verantwortungsvollen Wirtschaften	97
Nachhaltigkeits- und Gütesiegel	98
Verpackungen	100
Paletten	101
Container	102
Quellenverzeichnis	103
SDG 13: “Maßnahmen zum Klimaschutz”	105
Treibhausgase und Klimawandel	106
CO ₂ -Fußabdruck	107
Individueller CO ₂ -Fußabdruck	108
Quellenverzeichnis	108

Einleitung

1.1 Ziele der Projektagentur PA-BBNE

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

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

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

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, Ausbildenden 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;
1. BBNE-Foliensammlung (FS) und Handreichung (HR): Folien mit wichtigen Zielkonflikten – dargestellt mit Hilfe von Grafiken, Bildern und Smart Arts für das jeweilige Berufsbild, die Anlass zur Diskussion der spezifischen Herausforderungen der Nachhaltigkeit bieten. Das Material liegt auch als Handreichung (HR) mit der Folie und Notizen vor.

1.3 Berufliche Bildung für Nachhaltige Entwicklung

1.3.1 Die Standardberufsbildposition „Umweltschutz und Nachhaltigkeit“

Seit August 2021 müssen auf Beschluss der Kultusministerkonferenz (KMK) bei einer Modernisierung von Ausbildungsordnungen die 4 neuen Positionen "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 „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 dem Impulspapier behandelt.

1.3.2 Bildung für nachhaltige Entwicklung

Die Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) meint eine *Bildung, die Menschen zu zukunftsfähigem Denken und Handeln befähigt. Sie ermöglicht jedem Einzelnen, die Auswirkungen des eigenen Handelns auf die Welt zu verstehen* (BMBF o.J.). BBNE ist somit nur ein Teil von BNE, der an alle Bürger*innen adressiert ist. Eine Entwicklung ist dann nachhaltig, wenn *Menschen weltweit, gegenwärtig und in Zukunft würdig leben und ihre Bedürfnisse und Talente unter Berücksichtigung planetarer Grenzen entfalten können. ... BNE ermöglicht es allen Menschen, die Auswirkungen des eigenen Handelns auf die Welt zu verstehen und verantwortungsvolle, nachhaltige Entscheidungen zu treffen.* (ebd.).

Grundlage für BNE ist heutzutage die Agenda 2030 mit ihren 17 SDG Sustainable (Development Goals). *Die 17 Ziele bilden den Kern der Agenda und fassen zusammen, in welchen Bereichen nachhaltige Entwicklung gestärkt und verankert werden muss* (ebd.). Die Materialien der Projektagentur sollen Lehrkräften an Berufsschulen und Auszubildende dabei helfen, die Ideen der SDG in die Bildungspraxis einzubringen. Sie sind somit ein wichtiges Element insbesondere für das Ziel 4 “Hochwertige Bildung”: *“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, ...”* (ebd.).

Während die Grundlage in den Impulspapieren die Ausbildungsordnungen und die Rahmenlehrpläne der beruflichen Bildung waren, die mit den SDG vernetzt wurden, geht das Hintergrundpapier den umgekehrten Weg: Wir betrachten die SDG im Hinblick auf ihre Bedeutung für die berufliche Bildung und stellen uns der Frage, welche Anforderungen ergeben sich aufgrund der SDG und deren Unterziele an die Berufsbildung? Die folgenden Beschreibungen haben deshalb auch immer die gleiche Struktur:

1. Es wird das SDG beschrieben.
2. Es werden relevante Unterziele benannt.
3. Es wird (wissenschaftlich) ausgeführt, was diese Unterziele für das jeweilige Berufsbild bedeuten.

1.4. Glossar

Folgende Abkürzungen werden in diesem Dokument verwendet:

- AO Ausbildungsordnung
- ArbSchG Arbeitsschutzgesetz
- 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)
- IKT Informations- und Kommunikationstechnik
- IP Impulspapier (didaktisches Begleitmaterial)
- LkSG Lieferketten Sorgfaltspflichtgesetz
- RLP Rahmenlehrplan
- SBBP Standardberufsbildposition
- SDG Sustainable Development Goals
- THG Treibhausgase bzw. CO₂-Äquivalente (CO₂-Äq)
- UBA Umweltbundesamt

1.5 Quellenverzeichnis

- BIBB Bundesinstitut für berufliche Bildung (2021): Vier sind die Zukunft. Online: www.bibb.de/de/pressemitteilung_139814.php
- BIBB Bundesinstitut für berufliche Bildung (2021): Vier sind die Zukunft. Online: www.bibb.de/de/pressemitteilung_139814.php
- BIBB Bundesinstitut für berufliche Bildung (o.J.): Nachhaltigkeit in der Ausbildung. Online: www.bibb.de/de/142299.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

SDG 3: “Gesundheit und Wohlergehen”

“Ein gesundes Leben für alle Menschen jeden Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern”

Um das Menschenrecht auf Gesundheit auszuüben, bestehen in Deutschland ungleich größere und zuverlässigere Chancen als beispielsweise in Ländern des globalen Südens, wo einige der im SDG 3 benannten Themen – Mütter- und Kindersterblichkeit, übertragbare Krankheiten wie AIDS oder TBC vermeiden, Zugang zu Gesundheitsdienstleistungen, selbstbestimmte Familienplanung – ein immenses Problem darstellen.

In Bezug auf kaufmännische Berufe sind in Deutschland folgende Unterziele relevant.

- 3.4 Bis 2030 die vorzeitige Sterblichkeit aufgrund von nicht übertragbaren Krankheiten durch Prävention und Behandlung um ein Drittel senken und die psychische Gesundheit und das Wohlergehen fördern
- 3.5 Die Prävention und Behandlung des Substanzmissbrauchs, namentlich des Suchtstoffmissbrauchs und des schädlichen Gebrauchs von Alkohol, verstärken
- 3.6 Bis 2020 wird sich die Zahl der Todesfälle und Verletzungen infolge von Straßenverkehrsunfällen weltweit halbieren.
- 3.9 Bis 2030 die Zahl der Todesfälle und Erkrankungen aufgrund gefährlicher Chemikalien und der Verschmutzung und Verunreinigung von Luft, Wasser und Boden erheblich verringern

Die Schnittmenge für das SDG 3 ergibt sich aus den Nummern a und b der Standardberufsbildposition:

- 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*

Gesundheit und Verkehrsunfälle

Durch das neue Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz muss jedes Unternehmen ab 3.000 Mitarbeitern (zukünftig) verschiedene Pflichten innerhalb seiner Lieferkette übernehmen. Deshalb haben auch Kaufleute für Transport- und Logistikdienstleistungen Verantwortung gegenüber den Unternehmen, denen sie Aufträge erteilen. Explizit werden Verkehrsunfälle im nationalen Indikator 3.6.1 Sterblichkeitsrate infolge von Verkehrsunfällen benannt (destatis o.J.).

In Deutschland starben durchschnittlich pro Tag 8 Menschen und 989 wurden verletzt in Folge von Verkehrsunfällen (destatis 2023). Von den 2.788 Menschen, die im Straßenverkehr getötet wurden, starben 651 bei Geschwindigkeitsunfällen auf

Landstraßen oder Autobahnen, darunter 71 Insassen von Güterkraftfahrzeugen (ebd.). Insgesamt liegt die Zahl der Menschen, die in einem Güterkraftfahrzeug saßen und getötet wurden, bei 127 bzw. 5% aller Verkehrstoten. Durch eine verbesserte Sicherheitstechnik von PKW und LKW sank die Zahl der Verkehrstoten in diesen Fahrzeugen in den letzten Jahren deutlich von 59% in 2000 auf 43% in 2022, während der die Todesfälle von und Radfahrern stieg: Von 9 auf 13% (ebd.).

Im Jahre 2020 gab es 22.420 Unfälle mit Personenschaden, in denen ein Güterkraftfahrzeug beteiligt war (-17% in Bezug zu 2019, destatis 2022). 616 Menschen starben und 5.469 wurden schwer verletzt. Trotz dieser hohen Zahlen kann man feststellen, dass der Gütertransport sicherer wird. Insgesamt waren 24 730 Fahrer von Güterkraftfahrzeugen an Unfällen mit Personenschaden im Jahr 2020 beteiligt, das waren 47,7 % weniger als 1995. Die Fahrleistung von Güterkraftfahrzeugen ist dagegen zwischen 1995 und 2019 um 41,0 % und ihre Transportleistung (zwischen 1995 und 2019) um 78,3 % gestiegen (ebd.:6). 1995 waren 32,7 % der an Unfällen mit Personenschaden beteiligten Güterkraftfahrzeuge Kleinlaster, 39,3 % waren Lastkraftwagen über 3,5 t und 11,7 % Sattelzugmaschinen. Für 13,4 % der beteiligten Güterkraftfahrzeuge lagen keine Gewichtsangaben vor. Dies waren insbesondere ausländische Güterkraftfahrzeuge. 2020 waren von den deutschen und ausländischen Güterkraftfahrzeugen 47,7 % Kleinlaster, 24,2 % Lastkraftwagen über 3,5 t und 24,8 % Sattelzugmaschinen (ebd.:6). Bei den Kleinlastern (u. a. Verteilverkehre, Paketdienste, Handwerkerfahrzeuge) dominieren die Innerortsunfälle mit 60,0 % der Unfallbeteiligten. Fahrer von Sattelzugmaschinen, die meist im Fernverkehr unterwegs sind, waren dagegen mit einem Anteil von 50,5 % am häufigsten in Unfällen auf Autobahnen involviert, während der entsprechende Anteil innerorts bei 24,5 % und auf den Landstraßen bei 25,0 % lag (ebd.:7). Bedingt durch die Größe des Fahrzeugs finden sich die höheren Opferzahlen bei den anderen Beteiligten (ebd.:8) . Häufigster Unfallgegner der Güterkraftfahrzeugfahrer bei Unfällen mit zwei Beteiligten war ein Pkw (9 864), dabei wurden 180 Pkw-Insassen und 4 Insassen von Güterkraftfahrzeugen getötet. Bei 2 807 Unfällen war ein Fahrradfahrer der Unfallgegner, wobei 74 Fahrradbenutzer getötet wurden. 1 335 Unfälle waren Zusammenstöße mit einem Kraftrad, bei denen 37 Benutzer von Krafträdern starben. 1 130 Unfälle waren Kollisionen mit einem Fußgänger, dabei kamen 72 Fußgänger ums Leben. Bei 1 068 Unfällen war der Unfallgegner ebenfalls ein Güterkraftfahrzeug. Bei diesen Unfällen verunglückten 51 Güterkraftfahrzeugbenutzer tödlich.

Wesentlicher Grund für den Rückgang der Verkehrsunfälle mit schweren Folgen für den oder die Fahrzeuglenker*in waren Maßnahmen zur passiven Sicherheit: Gurte, Airbags, Knautschzonen oder automatische Lenk- und Bremssysteme. Die Möglichkeiten hierbei sind nahezu ausgeschöpft (BVST / ITS o.J.), ändern aber nur wenig hinsichtlich der Gefährdung von Radfahrern oder Fußgängern. Deshalb werden große Hoffnungen in proaktive Systeme gesetzt durch die Digitalisierung. Zentral ist hierbei die Vernetzung (Fahrzeuge) und die Erfassung aller Verkehrsteilnehmer untereinander sowie Möglichkeiten zu schaffen, dass ein Fahrzeug unabhängig von dem/der Fahrzeuglenker*in Brems- oder Abbiegevorgänge einleitet. In der einfachsten Stufe

(schon breit eingeführt) sind diese kameragestützte automatisierte Systeme, die den Fahrer oder die Fahrerin beim Abbiegen warnen, ob z.B. ein Fahrradfahrer sich nähert. Obwohl diese Systeme weit verbreitet sind, gab es in 2020 2.807 Unfälle mit Fahrradfahrer*innen und 423 Fahrradfahrer*innen starben. Seit Juli 2022 sind diese Systeme für neu zugelassene Busse und LKWs europaweit Pflicht (Bundesregierung 2022). Da dies nur für neu zugelassene LKW gilt, setzt die Bundesregierung auf eine freiwillige Nachrüstung mit einer Förderung (ebd.). Da aber hierbei der Mensch auf die Signale reagieren muss in einer komplexen Verkehrssituation, unterstützt der Abbiegeassistent nur den Vorgang, er verhindert nicht das Abbiegen, wenn der Mensch die Signale übersieht. Zudem sind die Assistenten nicht fehlerfrei - wenn zu häufig Poller registriert werden, ignorieren der Fahrer und die Fahrerin die Signale (ADAC 2021). Dies wird erst möglich, wenn die Fahrzeugsteuerung den Abbiegevorgang automatisch unterbrechen würde. Allerdings wird bisher vor allem an einer verbesserten Information der Fahrer und Fahrerinnen gearbeitet. Bei Mercedes Actros werden ankommende Radfahrer beim Rechtsabbiegen auf dem zentralen Display durch die MirrowCam angezeigt (Internationales Verkehrswesen 2019).

Gesundheit in Deutschland

In Deutschland, wie in den westlichen Industrieländern allgemein, besteht die Herausforderung, Wohlstandsrisiken und damit Gesundheitsrisiken entgegenzuwirken. Hierzu zählen beispielsweise Bewegungsmangel, Fehlernährung und die Beeinträchtigung der psychischen Gesundheit. Es ergeben sich mit der Digitalisierung der Arbeitswelt und der digitalen Freizeitgestaltung in den industrialisierten Ländern weitere Gesundheitsgefährdungen: Internetsucht und physische Überlastungen.

Im ersten Bericht der Nationalen Präventionskonferenz wird detailliert auf den Zusammenhang von Erwerbsarbeit und Gesundheit bzw. Krankheit eingegangen (Deutscher Bundestag 2021). So ist Erwerbsarbeit für die meisten Menschen etwas, das ihnen soziale Unterstützung gibt und damit Gesundheit unterstützende Wirkung hat. Wenn die Belastungen der Arbeit die persönliche Leistungsfähigkeit der Menschen übersteigen, kann dies zu Krankheiten führen. Der Bericht listet die Bereiche mit besonderem Präventionsbedarf auf und geht dabei auch auf psychische Erkrankungen ein (ebd.:77).

In den folgenden Abschnitten wird u.a. darauf eingegangen, welche Zusammenhänge es zwischen Arbeit und Gesundheit gibt und wie förderliche Arbeitsbedingungen der Gesunderhaltung dienen können.

Arbeits- und Gesundheitsschutz

Das wichtigste Grundlagengesetz für den betrieblichen Arbeitsschutz ist das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG, 2022). Es verpflichtet den Arbeitgeber, Gesundheitsgefährdungen am Arbeitsplatz zu beurteilen und über notwendige Schutzmaßnahmen zu entscheiden.

Der Arbeitgeber hat für eine funktionierende Arbeitsschutzorganisation im Betrieb zu sorgen. Dies kann besonders wirksam durch eine nachhaltige Einbindung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes in die Strukturen und Abläufe eines Unternehmens erreicht werden. Ferner unterweist der Arbeitgeber die Beschäftigten über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit und trifft Vorkehrungen für besonders gefährliche Arbeitsbereiche und Arbeitssituationen. Bei der Umsetzung der Arbeitsschutzmaßnahmen gibt das Arbeitsschutzgesetz den Unternehmen Gestaltungsspielräume, um den unterschiedlichen Gegebenheiten eines jeden Betriebes gerecht werden zu können. Das Arbeitsschutzgesetz wird durch eine Reihe von Arbeitsschutzverordnungen konkretisiert, die z. B. Maßnahmen für eine sichere Arbeitsstätten- und Arbeitsplatzgestaltung, einen sicheren Einsatz von Arbeitsmitteln, für Lärmschutz, zur arbeitsmedizinischen Vorsorge, zur Lastenhandhabung oder für den Umgang mit Gefahr- oder Biostoffen enthalten. Die technische Sicherheit von Geräten, Produkten und Anlagen, die auf dem Markt bereitgestellt werden, ist Gegenstand des Produktsicherheitsgesetzes (ProdSG, 2021). Darüber hinaus regeln eine Vielzahl weiterer Gesetze und Verordnungen den Schutz der Beschäftigten am Arbeitsplatz, wie bspw. das Arbeitszeitgesetz, die Notfallschutzverordnung, das Mutterschutzgesetz oder die Bildschirmarbeitsverordnung.

Gesunde Beschäftigte als Ressource

Die Beschäftigten sind die wichtigste Ressource eines Unternehmens. Weitgehend wird heute anerkannt, dass gesunde, engagierte und motivierte Mitarbeiter und menschengerechte Arbeitsbedingungen die Grundvoraussetzungen für Leistungs- und Zukunftsfähigkeit, für gesteigerte Produkt- und Dienstleistungsqualität, für Kundenorientierung und damit letztlich für den Unternehmenserfolg sind (qualifizierte und gesunde Mitarbeiter als Motor des Erfolges von Unternehmen!). Neben der betriebswirtschaftlichen Betrachtungsweise, erlangen somit soziale und kulturelle Aspekte Bedeutung für den Unternehmenserfolg. (vgl. Bruch & Kowalewski o.J.) Der Erhalt der Gesundheit ist somit ein wichtiges Element der Personalarbeit und eine wichtige Führungsaufgabe des Managements. Dabei wird zwischen der Verhaltens- und Verhältnisprävention unterschieden. Die Verhaltensprävention bezieht sich auf den einzelnen Beschäftigten und sein Gesundheitsverhalten. Die Verhältnisprävention ist u.a. auf die gesundheitsförderliche Gestaltung der Arbeitsbedingungen, der Arbeitsplatzgestaltung und der Arbeitsorganisation gerichtet. Während bei der Gestaltung der Verhältnisprävention das Unternehmen direkt wirksam werden kann, können bei der Verhaltensprävention den Beschäftigten nur Angebote zur Veränderung ihres Gesundheitsverhaltens gemacht werden (Raucherentwöhnungskurse, Fitnessangebote, Ernährungsberatung) Dafür kann u.a. die Zusammenarbeit mit den Krankenkassen, die über entsprechende Angebote verfügen, genutzt werden (vgl. Axt 2021).

Gesundheitliche Risiken

Kaufleute üben ihren Beruf vor allem im Büro aus. Gesundheitliche Probleme durch physische Belastungen, die im Zusammenhang mit häufiger Bildschirmarbeit im Sitzen stehen können, wie Verspannungen, Kopf-, Nacken-, Schulter- und Rückenschmerzen, sind wie in anderen Büroberufen auch wahrscheinlich. Ein weiteres Problem auch bei Büroberufen können Bewegungsmangel und Fehlernährung sein, die als Risikofaktoren für Übergewicht und Adipositas gelten. Körperliche Auswirkungen sind orthopädische Probleme oder Übergewicht.

Physische Belastungen für Kaufleute sind vor allem::

- Schwierige Körperhaltungen, wie langes Sitzen
- Belastende Tätigkeiten für Augen / Sehvermögen (Bildschirmarbeit)
- Unfallgefahren auf dem Arbeitsweg, im Betrieb und auf Reisen

Hinzu können Arbeitsplatz bedingte Stressfaktoren kommen, die nachgewiesenermaßen zu Diabetes, erhöhten Leberwerten, Hautausschlägen, Magen- und Darmerkrankungen, Herzerkrankungen, Burnout und Depressionen führen (AOK 2020; RKI 2022).

Stressfaktoren (gesund.bund.de o.J.) sind:

- Konflikte am Arbeitsplatz, in der Partnerschaft oder der Familie,
- Überlastung oder Doppelbelastung durch Familie und Beruf,
- Termindruck, kritische Lebensereignisse, wie Trennung, Arbeitsplatzverlust, schwere Krankheit oder der Tod einer nahestehenden Person,
- wenig Freizeit und fehlender Ausgleich zur Arbeit,
- Schwierigkeiten damit abzuschalten,
- Reizüberflutung,
- eigene (Leistungs-)ansprüche und
- Sorgen und Ängste.

Auszubildende und Gesundheit

Eine repräsentative Befragung von Auszubildenden durch das Wissenschaftliche Institut der AOK hat herausgefunden (WiDO-monitor 2019), dass Auszubildende diverse Symptome mehrheitlich mit ihrem Arbeitsplatz in Verbindung bringen. Jeweils ein knappes Viertel gibt beispielsweise an, dass sie häufig oder immer unter Verspannungen, Kopfschmerzen oder Rückenschmerzen leiden. 43,2 Prozent der Befragten berichten, sich immer oder oft müde oder erschöpft zu fühlen. Körperliche Gesundheitsprobleme werden dabei häufiger genannt als psychische Symptome (43,5 gegenüber 36,5 Prozent). Insgesamt schätzen die Auszubildenden ihren Gesundheitszustand zwar eher als gut ein, nennen aber auch Gesundheitsbeschwerden, die für sie subjektiv mit dem Arbeitsplatz zusammenhängen. Dies gilt insbesondere für muskuloskelettale Beschwerden und die Überbeanspruchungen der Augen. Aus den Studienergebnissen resultiert, dass es seitens der Auszubildenden Bedarf an Maßnahmen zur betrieblichen Gesundheitsförderung gibt, die speziell auf sie und ihre Arbeitssituation zugeschnitten sind. Hierbei geht es um

nachhaltige Verhaltensänderungen bei Themen wie Schlafhygiene, Ernährung und Bewegung sowie Stressmanagement.

Stress und Gesundheitsgefährdung

Eine starke Zunahme an zu verarbeitenden Informationen, verkürzte Entscheidungsintervalle und die Wahrnehmung stetig steigender Anforderungen werden häufig als Merkmale des modernen Kommunikationszeitalters beschrieben. Die damit einhergehenden Veränderungen wirken sich auch auf Unternehmen aus. Beispielsweise wird von einer Geschwindigkeitszunahme bei betrieblichen Entscheidungsprozessen berichtet, die einen Einfluss auf alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter hat. So verwundert es nicht, „dass die Gesamt-Stress Menge über die Lebenszeit eines Erwachsenen heute deutlich gestiegen ist. Aufgrund der Beschleunigung in allen Lebensbereichen und der Verkürzung sowohl der Beziehungen als auch der Arbeitsverhältnisse [summiert sich Stress] in sicher schädlichem Ausmaß“ (Gross 2015: 17).

Von diesen Entwicklungen sind Auszubildende in besonderem Maße betroffen. Denn Auszubildende werden insbesondere am Anfang ihrer Ausbildung mit neuen Herausforderungen konfrontiert. Die vorgegebenen Arbeitszeiten, neue Kolleginnen und Kollegen, Hierarchien im Unternehmen und neue Unterrichtsstrukturen in der Berufsschule sind nur einige der Veränderungen, mit denen sich die Auszubildenden zu Beginn ihrer Ausbildung auseinandersetzen müssen. Grundsätzlich fällt es vielen Auszubildenden schwer – neben dem Berufsschulunterricht und der gleichzeitigen Arbeitsverpflichtung – noch Zeit für Hobbies und Freunde zu finden. Beispielsweise heben Studien zum Thema Work-Life-Balance von Auszubildenden (vgl. Deuer 2010) hervor, dass für über 80% der befragten Auszubildenden ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Berufsausbildung und Freizeit wichtig ist. Jedoch gaben lediglich etwa 20% der Befragten an, selbst ein ausgewogenes Verhältnis wahrzunehmen. Eine der Folgen dieser Entwicklung ist die steigende Anzahl von Ausbildungsabbrüchen. Im Umkehrschluss wollen 90% der Befragten, die mit ihrer Work-Life-Balance zufrieden sind, ihre Ausbildung erfolgreich beenden.

Vor diesem Hintergrund sollten Auszubildende dabei unterstützt werden, ihre persönlichen Ziele, die an sie gestellten Anforderungen und die daraus resultierenden Belastungen kritisch zu reflektieren.

In verschiedenen medizinischen und psychologischen Untersuchungen wurde analysiert, was Menschen psychisch gesund hält und widerstandsfähig macht. Dabei sind folgende Konzepte hervorzuheben:

Resilienz

Ursprünglich stammt der Begriff Resilienz aus dem Bereich der Physik und beschreibt hier die Fähigkeit eines Materials, nach Verformung wieder in den ursprünglichen Zustand zurückzukehren. Im psychologischen Kontext beschreibt der Begriff die psychologische Widerstandskraft. In diesem Kontext lässt sich Resilienz als die Fähigkeit

eines Menschen beschreiben, nach belastenden Ereignissen wieder in die Situation vor einer Belastung zurückzukehren.

Bei den verschiedenen Faktoren, die die Resilienz bestimmen, unterscheidet man zwischen Umfeld (Familie, Freunde, Berufsleben etc.) und individuellen, sogenannten intrapsychischen Eigenschaften (Intelligenz, Frustrationstoleranz, Kreativität, Affektkontrolle etc.). Als besonders bedeutsam wird in diesem Zusammenhang die Selbstwirksamkeit einer Person dargestellt. Selbstwirksamkeit beschreibt die Einschätzung eines Menschen, inwiefern er aktiv Einfluss auf die Welt nehmen kann und sich mit seinen eigenen Handlungen als mitentscheidend für den weiteren Verlauf seines Lebens sieht. (vgl. Berndt 2013)

Salutogenese

Das salutogenetische Modell der Gesundheit besagt, dass das Gesundheits- oder Krankheitsgefühl durch individuelle und persönliche Einflussgrößen bestimmt wird. Aaron Antonovsky stellt bei der Erschaffung des Salutogenesemodells heraus, dass schlechte äußere Bedingungen (Hunger, Krieg, etc.) die Gesundheit der Menschen zwar grundsätzlich gefährden, jedoch bei gleichen äußeren Bedingungen Unterschiede im Gesundheitszustand der Menschen zu beobachten sind. Daraus resultiert seine Schlussfolgerung, dass der individuelle Gesundheitszustand eines Menschen nicht allein von den äußeren Bedingungen, sondern auch von der kognitiven und der affektiv-motivationalen Grundeinstellung abhängt. Im Rahmen dieses Konzeptes wird die individuelle Einstellung eines jeden Menschen als Kohärenzgefühl bezeichnet. „Kohärenz bedeutet Zusammenhang, Stimmigkeit. Je ausgeprägter das Kohärenzgefühl einer Person ist, desto gesünder sollte sie sein bzw. desto schneller sollte sie gesund werden und bleiben. [...] Die Stärke des Kohärenzgefühls ist unabhängig von den jeweiligen Umständen, der Situation oder den Rollen, die jemand gerade einnimmt oder einnehmen muss“ (BZGA 2011: 28).

Nach Antonovsky wird das Kohärenzgefühl von drei Aspekten beeinflusst und definiert:

1. Das Gefühl von Verstehbarkeit: Eine kognitive Komponente, die beschreibt, wie eine Person die aus der Umwelt erreichenden Informationen strukturiert und schlüssig einordnen sowie deuten kann.
2. Das Gefühl von Handhabbarkeit / Bewältigung: Die Ausprägung, in welcher Weise eine Person eigene aktive Stellung in der Welt wahrnimmt und Herausforderungen des Lebens beurteilt.
3. Das Gefühl von Sinnhaftigkeit / Bedeutsamkeit: Eine emotionale Komponente, die beschreibt, wie erfüllend und bedeutsam eine Person die eigenen Tätigkeiten und den eigenen Wirksamkeitsbereich einschätzt.

(vgl. Müller-Christ 2014; Schüffel et al. 1998)

Die Konzepte Resilienz und Salutogenese stehen also miteinander in Verbindung und stellen differenziert dar, welche Auswirkungen Belastungen und Stress auf eine Person haben können und was Menschen psychisch gesund hält bzw. widerstandsfähig macht. Auf dieser Basis können zielführende Konzepte für eine ganzheitliche Förderung der

körperlichen sowie geistigen Gesundheit der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter entwickelt werden, die zu einer stärkeren Zufriedenheit am Arbeitsplatz beitragen können.

Quellenverzeichnis

- ADAC (2021): Lkw-Abbiegeassistenten im Test: So verhindern sie schwere Unfälle. Online: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/ausstattung-technik-zubehoer/assistenzsysteme/lkw-abbiegeassistent/>
- AOK (2020): Krankheiten durch Stress: So sehr kann die Belastung dem Körper schaden. Online: www.aok.de/pk/magazin/wohlbefinden/stress/stress-so-krank-kann-er-machen
- Axt, T. (2021): Verhaltens- und Verhältnisprävention im Kontext betrieblicher Gesundheitsförderung. Eine gesundheitspsychologische Perspektive. München und Ravensburg.
- Berndt, C. (2013): Resilienz- Das Geheimnis der psychischen Widerstandskraft. Was uns stark macht gegen Stress, Depressionen und Burn-Out. München.
- Bruch, H., Kowalewski, S. (o.J.): Gesunde Führung. Online: <https://www.gesundebetriebe-aargau.ch/files/public/literatur/pdf/gesunde-fuehrung-wie-unternehmen-eines-gesunde-performancelkultur-entwickeln.pdf>.
- Bundesregierung (2022): Abbiegeassistenten ab sofort Pflicht. Online: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/europa/abbiegeassistenten-pflicht-2060086>
- BVST / ITS (o.J.): Die Chancen der Digitalisierung in der Straßenverkehrsinfrastruktur und die Nutzung innovativer ITS-Systeme zur Unterstützung des Ziels „VISION ZERO“ zur Verbesserung der Sicherheit im Straßenverkehr. Online: https://www.itsgermany.org/download/Positionspapier_%20AG_BVST_ITS%20Germany_Verkehrssicherheit_ITS.pdf
- BZGA Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (Hrsg.) (2001): Was erhält Menschen gesund? Antonovskys Modell der Salutogenese- Diskussionsstand und Stellenwert. Forschung und Praxis der Gesundheitsförderung. Band 6. Köln.
- destatis (2022): Verkehrsunfälle - Unfälle von Güterkraftfahrzeugen im Straßenverkehr 2020. Online: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Publikationen/Downloads-Verkehrsunfaelle/unfaelle-gueterkraftfahrzeuge-5462410207004.pdf>
- destatis (2023): Durchschnittlich 8 Tote und 989 Verletzte pro Tag im Straßenverkehr im Jahr 2022. Online: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2023/07/PD23_272_46241.html
- destatis (o.J.): Indikator 3.6.1 - Sterblichkeitsrate infolge von Straßenverkehrsunfällen. Online: <https://sdg-indikatoren.de/3-6-1/>
- Deuer, E. (2010): Work-life-Balance von Auszubildenden und Ausbildungsabbrüche. „Ein hochsignifikanter Zusammenhang“. In: Personalführung: Das Fachmagazin für Personalverantwortliche. Frankfurt am Main. S. 60-61.
- Deutscher Bundestag (2021): Drucksache 19/26140, 19. Wahlperiode, Unterrichtung durch die Bundesregierung, Erster Bericht der Nationalen Präventionskonferenz über die Entwicklung der Gesundheitsförderung und Prävention (Erster Präventionsbericht), mit Stellungnahme der Bundesregierung. Online: dserver.bundestag.de/btd/19/261/1926140.pdf
- gesund.bund.de (o.J.): Stress: Auswirkungen auf Körper und Seele. online: <https://gesund.bund.de/stress>
- Gross, R. (2015): Angst bei der Arbeit - Angst um die Arbeit. Psychische Belastungen im Berufsleben. Bern.
- Internationales Verkehrswesen (2019): Abbiege-Assistent und MirrorCam bieten jetzt noch mehr Sicherheit. Online: <https://www.internationales-verkehrswesen.de/abbiege-assistent-und-mirrorcam-bieten-noch-mehr-sicherheit/>

- Müller-Christ, G. (2004): Nachhaltigkeit und Salutogenese – zwei innovative Denkwelten für ein modernes Ressourcenmanagement. In: Müller-Christ, G., Hülsmann, M.: Modernisierung des Managements. Wiesbaden. S. 3-46.
- RKI Robert Koch Institut (2022): Pressemitteilung: Krankheitsstudie zeigt: Herz-, Lungen- und Schmerzerkrankungen haben den höchsten Anteil: online: https://www.rki.de/DE/Content/Service/Presse/Pressemitteilungen/2022/07_2022.html
- Schüffel, W., Brucks, U., Johnen, R., Köllner, V., Lamprecht, F., Schnyder, U. (Hrsg.) (1998): Handbuch der Salutogenese. Konzept und Praxis. Wiesbaden.
- WIdOMonitor (2019): Gesundheitszustand und Gesundheitsverhalten von Auszubildenden: Eine bundesweite Repräsentativ-Umfrage unter Auszubildenden in kleineren und mittleren Unternehmen. Ausgabe 2/2019. Online: https://www.wido.de/fileadmin/Dateien/Dokumente/Publikationen_Produkte/WIdOMonitor/wido_monitor_2019_2_azubis.pdf

SDG 4: “Hochwertige Bildung”

“Inklusive, gleichberechtigte und hochwertige Bildung gewährleisten und Möglichkeiten lebenslangen Lernens für alle fördern”

Das SDG zielt primär auf die globale Entwicklung von guten Bildungssystemen ab. Bildung ist die Grundlage dafür, dass Menschen ihre Situation individuell verbessern können. Im Berufsbildungssystem ist Deutschland weltweit führend – trotz einiger Defizite wie Personalausstattung, Digitalisierung oder knappe Investitionsbudgets – viele Länder versuchen ein ähnliches Berufsbildungssystem wie in Deutschland aufzubauen. Neben der individuellen Bildung als Ressource gilt es, Menschen für *nachhaltige Entwicklung* zu bilden, damit sie ihre eigenen Handlungen mit den Konsequenzen für die Umwelt verstehen und Veränderungen angehen können, um z.B. neue Entdeckungen zu machen oder Neues zu entwickeln – denn das ist die Grundlage von nachhaltiger Entwicklung. (vgl. BMBF 2022):

Insofern ist vor allem das Unterziel 4.7 relevant:

- *4.7 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 und der Gewaltlosigkeit, Weltbürgerschaft und die Wertschätzung kultureller Vielfalt und des Beitrags der Kultur zu nachhaltiger Entwicklung*

Das SDG 4 spiegelt sich in der fachlichen Unterrichtung der Stichpunkte der anderen SDG wider, mündet aber in den Positionen e und f der neuen Standardberufsbildposition (BMBF 2022):

- 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*

10 “Goldene Handlungsregeln” für eine BBNE

Die Nachhaltigkeitsforschung und die Bildungswissenschaften haben inzwischen umfassende Erkenntnisse gesammelt, wie eine berufliche Bildung für Nachhaltigkeit gefördert werden kann (Schütt-Sayed u.a. 2021; Kastrup u. a. 2012; Melzig u.a. 2021). Das Ergebnis sind die folgenden 10 didaktischen Handlungsregeln, die das Berufsbildungspersonal dabei unterstützen, Lehr-/Lernprozesse zielgruppengerecht und angemessen zu gestalten. Diese insgesamt 10 Handlungsregeln lassen sich in vier Schritten zuordnen.

Schritt 1 - Richtig anfangen:

Identifizierung von Anknüpfungspunkten für BBNE

1. Ansatzpunkte: Fordern Sie die Verantwortung im eigenen Wirkungsraum heraus, ohne die Berufsschüler und Berufsschülerinnen mit „Megaproblemen“ zu überfordern!
2. Anknüpfungspunkte: Die Curricula sind Grundlage der Lehr-/Lernprozesse – es kommt darauf an, sie im Sinne der Nachhaltigkeit neu zu interpretieren!
3. Operationalisierung: Nachhaltigkeit ist kein „Extra- Thema“, sondern ein integraler Bestandteil des beruflichen Handelns!

Um nachhaltigkeitsorientierte Lehr-/Lernarrangements zu entwickeln, sind zunächst Anknüpfungspunkte für Nachhaltigkeit in den betrieblichen Abläufen zu identifizieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ausbildungsordnungen und Lehrpläne die rechtliche Grundlage der beruflichen Bildung sind. Es gilt diese im Sinne der Nachhaltigkeit zu interpretieren, sofern nicht bereits konkrete Nachhaltigkeitsbezüge enthalten sind.

Wichtig ist dabei, dass Auszubildende nicht mit den „Megaproblemen“ unserer Zeit überfordert werden, sondern zur Verantwortung im eigenen Wirkungsraum herausgefordert werden – sowohl im Betrieb als auch im Privaten. Denn Auszubildende sind selbst Konsument/-innen, die durch eine angeleitete Reflexion des eigenen Konsumverhaltens die Gelegenheit erhalten, ihre „Wirkungsmacht“ im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit in ihrer eigenen Branche zu verstehen.

Schritt 2 - Selbstwirksamkeit schaffen:

Eröffnung von Nachhaltigkeitsorientierten Perspektiven

4. Handlungsfolgen: Berufliches Handeln ist nie folgenlos: Machen Sie weitreichende und langfristige Wirkungen erkennbar!
5. Selbstwirksamkeit: Bleiben Sie nicht beim „business as usual“, sondern unterstützen Sie Schüler*innen dabei, Alternativen und Innovationen zu entdecken!

6. Zielkonflikte: Verstecken Sie Widersprüche nicht hinter vermeintlich einfachen Lösungen, sondern nutzen Sie sie als Lern- und Entwicklungschancen!
7. Kompetenzen: Bildung für nachhaltige Entwicklung verbindet Wahrnehmen, Wissen, Werten und Wirken!

Im nächsten Schritt sind nachhaltigkeitsorientierte berufliche Perspektiven für die Auszubildenden zu eröffnen. Diese sollten an einer positiven Zukunftsvision und an Lösungen orientiert sein. Auszubildenden sind dabei die weitreichenden Wirkungen ihres Handelns vor Augen zu führen. Sie sollen verstehen können, warum ihr Handeln nicht folgenlos ist. Das bedeutet gleichzeitig, Auszubildenden die positiven Folgen eines nachhaltigen Handelns vor Augen zu führen. In diesem Zusammenhang ist die Selbstwirksamkeitserfahrung von großer Bedeutung. Sie ist eine der Voraussetzungen, um motiviert zu handeln. Auszubildende dabei zu unterstützen, Alternativen zum nicht-nachhaltigen Handeln zu erkennen und Innovationen für eine nachhaltige Entwicklung zu entdecken, sollte dabei für Lehrpersonen selbstverständlich sein. Dabei ist immer die individuelle Motivation der Auszubildenden entscheidend, denn zum nachhaltigen Handeln braucht es nicht nur Wissen (Kopf), sondern auch authentisches Wollen (Herz). Wesentlich ist hierbei die Gestaltung ganzheitlicher Lernprozesse, die sowohl den kognitiven als auch den affektiven und psychomotorischen Bereich einbeziehen (vgl. Költze 1993: 206).

Schritt 3 - Ganzheitlichkeit: Gestaltung transformativer Lernprozesse

8. Lebendigkeit: Ermöglichen Sie lebendiges Lernen mit kreativen und erfahrungsbasierten Methoden!
9. Beispiele: Nutzen Sie motivierende Beispiele: Sprechen Sie über Erfolgsgeschichten, positive Zukunftsvisionen und inspirierende Vorbilder!

Aber wie können Lernsituationen in der Praxis so gestaltet werden, dass sie ganzheitlich aktivierend für die Auszubildenden sind? Es sollte ein lebendiges Lernen mit Hilfe kreativer, erfahrungsbasierter Methoden ermöglicht werden. Dies ist ein grundlegender (kein neuer) didaktischer Ansatz für die Förderung einer nachhaltigkeitsorientierten Handlungskompetenz. Im Kern bedeutet dies: Lernen mit Lebensweltbezug, welches ausgerichtet ist auf individuelle Lebensentwürfe und das eigene (auch künftige) berufliche Handlungsfeld, z.B. indem Recherchen im eigenen Unternehmen zu Möglichkeiten der Energieeinsparung durchgeführt werden. Lernen soll vor diesem Hintergrund vor allem unter Berücksichtigung der Sinne stattfinden, d. h. mit Körper und Geist erfahrbar sowie sinnlich-stimulierend sein. Die Auszubildenden sollen sich dabei zudem als Teil einer gestalterischen Erfahrungsgemeinschaft erleben. Dies kann durch gemeinsame Reflexionen über das eigene Verhalten und persönliche Erfahrungen gefördert werden. Hierfür muss unbestritten immer auch der „Raum“ zur Verfügung stehen (Hantke 2018). Ebenso können motivierende Beispiele helfen – wie z.B. Erfolgsgeschichten und inspirierende Vorbilder.

Schritt 4 – Lernort Betrieb: Entwicklung nachhaltiger Lernorte

10. Lernende Organisationen: Auch Organisationen können “Nachhaltigkeit lernen“:
Entwickeln Sie Ihre Institution Schritt für Schritt zum nachhaltigen Lernort!

Schließlich geht es im vierten Schritt darum, den Lernort in den Blick zu nehmen und diesen als nachhaltigen Lernort zu gestalten. Den gesamten Betrieb nachhaltig auszurichten ist u. a. deshalb entscheidend, da andernfalls die an Nachhaltigkeit orientierten Inhalte der Ausbildung wenig glaubwürdig für Auszubildende sind. Der Betrieb als Institution sollte dafür an einem gemeinschaftlichen Leitbild ausgerichtet sein, welches neben den üblichen ökonomischen auch soziale und ökologische Ziele beinhaltet. So kann BBNE überzeugend in die Organisation integriert und vom betrieblichen Ausbildungspersonal umgesetzt werden.

Quellenverzeichnis

- 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
- Kastrup, J., Kuhlmeier, W., Nölle-Krug, M. (2022): Aus- und Weiterbildung des betrieblichen Bildungspersonals zur Verankerung einer Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. In: Michaelis, C., Berding, F. (Hrsg.): Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Umsetzungsbarrieren und interdisziplinäre Forschungsfragen. Bielefeld. S. 173-189
- Költze, H. (1993): Lehrerbildung im Wandel. Vom technokratischen zum humanen Ausbildungskonzept. In: Cohn, R. C., Terfurth, C. (Hrsg.): Lebendiges Lehren und Lernen. TZI macht Schule. Stuttgart. S. 192 - 212
- Hantke, H. (2018): „Resonanzräume des Subpolitischen“ als wirtschaftsdidaktische Antwort auf ökonomisierte (wirtschafts-)betriebliche Lebenssituationen – eine Forschungsheuristik vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeitsidee. In: bwp@Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online (Nr. 35), 2018, S. 1-23.
- Melzig, C., Kuhlmeier, W., Kretschmer, S. (Hrsg.) (2021): Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Die Modellversuche 2015–2019 auf dem Weg vom Projekt zur Struktur. Bonn. Online: <https://www.bibb.de/dienst/veroeffentlichungen/de/publication/show/16974>
- Schütt-Sayed, S, Casper, M., Vollmer, T. (2021): Mitgestaltung lernbar machen – Didaktik der Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. In: Melzig, C., Kuhlmeier, W., Kretschmer, S. (Hrsg.): Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Die Modellversuche 2015–2019 auf dem Weg vom Projekt zur Struktur. Bonn. S. 200-227. Online: <https://www.bibb.de/dienst/veroeffentlichungen/de/publication/show/16974>

SDG 6: “Sauberes Wasser”

“Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten”

Das SDG 6 “Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen” verfolgt fünf Ziele, von denen drei für die Systemgastronomie relevant sind aufgrund der Wassernutzung und dem Angebot von Lebensmitteln, die unter einem hohem Wassereinsatz hergestellt werden:

- 6.3 Bis 2030 die Wasserqualität durch Verringerung der Verschmutzung, Beendigung des Einbringens und Minimierung der Freisetzung gefährlicher Chemikalien und Stoffe, Halbierung des Anteils unbehandelten Abwassers und eine beträchtliche Steigerung der Wiederaufbereitung und gefahrlosen Wiederverwendung weltweit verbessern
- 6.4 Bis 2030 die Effizienz der Wassernutzung in allen Sektoren wesentlich steigern und eine nachhaltige Entnahme und Bereitstellung von Süßwasser gewährleisten, um der Wasserknappheit zu begegnen ...
- 6.6 Bis 2020 wasserverbundene Ökosysteme schützen ...

Die Schnittmenge für das SDG 6 ergibt sich aus den Nummern a und b der Standardberufsbildposition (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*

Mikroplastik durch Reifenabrieb

Mikroplastik spielt im Zusammenhang mit Wasser eine bedeutende Rolle. Es handelt sich hierbei um feste, unlösliche, partikuläre und nicht biologisch abbaubare synthetische Polymere in einem Größenbereich von weniger als 5 Millimetern bis 1.000 Nanometer (vgl. UBA 2020, Quarks 2022). Mikroplastik wird unterschieden in primäres und sekundäres Mikroplastik. Als primäres Mikroplastik werden Partikel bezeichnet, die bei Eintritt in die Umwelt bereits im Größenbereich von Mikroplastik sind. Zum primären Mikroplastik Typ A gehören beispielsweise Partikel, die in der Kosmetik- und Körperpflege-Industrie eingesetzt werden. Primäres Mikroplastik Typ B entsteht während der Nutzungsphase. Hierzu gehören zum Beispiel der Abrieb von Autoreifen oder Fasern aus synthetischen Textilien, die beim Waschen ins Abwasser gelangen. Sekundäres Mikroplastik entsteht bei dem Zerfall größerer Kunststoffteile im Verwitterungsprozess z.B. durch Wellenbewegung und Sonneneinstrahlung (vgl. Quarks 2022).

Primäres Mikroplastik aus der Nutzungsphase

Für Deutschland schätzt das Fraunhofer Institut UMSICHT die gesamten Kunststoff-Emissionen für Mikroplastik A auf 330.000 t/a bzw. 4.000 g/ pro Kopf pro Jahr (cap/a). Zu den Hauptquellen des Mikroplastiks gehört der Reifenabrieb, gefolgt von der Abfallentsorgung. Diese Positionen machen alleine einen ca, 1.500 g/cap*a aus.

Das Problem der Substitutionslosigkeit von künstlichen Polymeren zeigt sich in vielen Einsatzgebieten, so dass die Freisetzung von Mikroplastik durch Reifenabrieb den Löwenanteil der Emissionen ausmacht. Kfz-mechatroniker*innen sollten Kunden aufklären und beraten können bezüglich defensiver Fahrweise zur Verminderung von Abrieb. Aber auch verdeutlichen, dass Traktion nur mittels Schlupf an den Reifen erfolgt. Bei Schlupf kommt es zu Verschleiß. Ist der Schlupf gering, entsteht zwar dementsprechend weniger Verschleiß, gleichzeitig sinkt aber auch die übertragende Kraft. In einem gewissen Maß ist Schlupf beim Fahren immer vorhanden und sogar notwendig, um vorwärts zu kommen. Um dies zu vermeiden zur Senkung von Mikroplastikemissionen, empfiehlt sich die Nutzung Öffentlichem Nahverkehr. Dies verdeutlicht einmal mehr, warum eine intensive und sensible Auseinandersetzung mit dem Thema essentiell für eine Reduktion des Gesamtaufkommens ist.

Tabelle: Auszug aus “Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik”

Nr.	Quelle	UMSICHT Emissionen [g/cap a]
1	Abrieb Reifen	1228,5
2	Freisetzung bei der Abfallentsorgung	302,8
2.4	Kunststoffrecycling	101
5	Verwehungen Sport- und Spielplätze	131,8
6	Freisetzung Baustelle	117,1
6.1	Abrieb auf der Baustelle bei Abbrucharbeiten	90
11	Abrieb Farben und Lacke	65
11.1	Abrieb Gebäudefassaden	37
11.2	Abrieb lackierte Oberflächen	inkl.
11.3	Abrieb Schiffsfarben	inkl.
11.4	Abrieb Windkraftanlagen	inkl.

Mikroplastik in Reifen

Der Abrieb von Autoreifen ist mit Abstand die größte Quelle für Plastikeinträge in die Umwelt. Erst seit kurzem ist bekannt: Mikroplastik kann nun doch entgegen vorheriger

Annahmen – die Zellmembranen von Menschen und Tieren – direkt schädigen. Es ist mittlerweile überall sowohl in der Umwelt als auch in unseren Körpern zu finden und wirkt wie ein Magnet auf Umweltgifte, zieht also Schadstoffe geradezu magisch an. Kinder kommen mittlerweile vorbelastet auf die Welt. Die sogenannten "Nicht-Abgas-Emissionen" wie Feinstaub, also auch Mikroplastik, werden deshalb stärker in den Fokus rücken. Diese Verschmutzung kann 1000 Mal schädlicher sein, als die Emissionen aus dem Auspuff – und das bereits bei guten Bedingungen (optimaler Reifendruck und Straßenbelag). Unter ungünstigeren Umständen könnte der Faktor sogar noch höher liegen. (BUND 2021). Bisher ist bekannt, dass

- die Emissionen von Autoreifen (100%) sind wesentlich höher als die anderer Mikroplastikquellen, z. B. Flugzeugreifen (2%), Kunstrasen (12–50%), Bremsverschleiß (8%) und Straßenmarkierungen (5%).
- Die Emissionen und Wege des Autoreifenabriebs in das Grundwasser hängen von lokalen Faktoren wie Straßentyp oder Abwassersystemen ab.
- Der relative Beitrag des Reifenverschleißes zur weltweiten Gesamtmenge an Kunststoffen, die in unseren Ozeanen landet, wird auf 5–10% geschätzt.
- In der Luft sind schätzungsweise 3–7% der Partikel auf Reifenverschleiß zurückzuführen. Luftverschmutzung wird von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als eine Ursache der globalen Gesundheitsbelastung geführt (Wasser 3.0 , 2020).

Derzeit ist kein alternatives Material für Autoreifen verfügbar. Die Forscher der Dutch Open University schlagen jedoch mehrere mildernde Maßnahmen vor. Der Verschleiß von Reifen wird durch die Verwendung von verschleißfesten Reifen, offenem Asphaltbeton für Straßen und selbstfahrenden Autos verringert. Darüber hinaus schlagen die Forscher vor, dass eine höhere Effizienz der Entfernung von Mikroplastik z.B. am Ort der Entstehung (ebd). Der Reifenabrieb liegt insbesondere in Kurven und an Ampeln. Mit Straßenkehrmaschinen und dezentralen Filteranlagen könnte er dort gezielt reduziert werden. Zudem haben Fahrverhalten und Geschwindigkeit Einfluss auf die Abriebmengen: Dies spricht unter anderem für ein Tempolimit. Dennoch bleibt auch bei Umsetzung solcher Maßnahmen immer noch eine Menge Reifenabrieb in der Umwelt. Eine Mobilitätswende und damit weniger Autos auf unseren Straßen wäre eine Lösung zur Vermeidung von Mikroplastikemissionen bis hin in das Grundwasser .

Mikroplastik in der Nahrungskette

Diese kleinsten Kunststoffteilchen werden vor allem mit der Kosmetik in Verbindung gebracht (z.B. in Peelings, Haarshampoo oder als Binde- und Füllmittel in flüssigen Waschmitteln). Auch Plastikflaschen mit (Mineral-) Wasser enthalten Mikroplastik (Schymanski 2018). Allerdings können sie auch in Putzlappen und Schwämmen verwendet werden und sind somit relevant für die Gastronomie (Quarks 2022). Über das Abwasser gelangen diese Stoffe ins Meer. Dort ziehen sie Gifte an, werden von Tieren aufgenommen und gelangen so in die Nahrungskette. Allerdings konnte bisher mit Relevanz für die Nahrungskette vor allem in Fischen Mikroplastik nachgewiesen werden,

welches wir dann schlussendlich aufnehmen (Quarks 2022). Das Bundesamt für Risikobewertung (BfR) und auch die WHO sehen die Aufnahme (der bisherigen Mengen?) nicht als gesundheitsrelevant an. So sagt das BfR über die richtige Verwendung mit Kosmetikprodukten wie Cremes: “Bei dieser Partikelgröße ist bei vorhersehbarem Gebrauch der Produkte eine Aufnahme über die gesunde und intakte Haut nicht zu erwarten” (BfR zitiert nach Quarks 2022). Maria Neira von der WHO beschreibt das Risiko von Mikroplastik in Trinkwasser und in PET-Flaschen wie folgt: “Nach allen aktuell verfügbaren Informationen gehe von der derzeitigen Mikroplastik-Konzentration in Trinkwasser allerdings auch keine Gefahr aus”. Relevant aber unbeantwortet ist hierbei die Frage, wie es um die aerosolen Bestandteile des Mikroplastiks aus dem Reifenabrieb oder von Kunstrasenplätzen steht, die eine wesentliche Quelle für Mikroplastik sind (ADAC 2022, Fraunhofer Umsicht 2021). Alles in allem ist der Stand der Forschung zu den Risiken von Mikro- oder gar Nano-Plastik (kleinste Plastikteilchen) unbefriedigend, weshalb ein nachhaltiges Verhalten und ein nachhaltiger (Mikroplastik-freier) Einkauf angeraten sind.

Gesundheitsbelastung durch Mikroplastik

Mikroplastik wird von uns Menschen sowohl über die Nahrungskette als auch durch Einatmen aufgenommen. Laut einer Studie der Medizinischen Universität Wien aus dem Jahr 2019 gelangen durchschnittlich pro Person und Woche 5 Gramm Plastik in den menschlichen Magen-Darm-Trakt (Schwab et al. 2019). Dieses Gewicht entspricht in etwa dem Gewicht einer Kreditkarte. In die Nahrungskette gelangen Mikro- und Nanoplastikpartikel (MNP) unter anderem aus Verpackungsabfall. In den Körper werden die Plastikteilchen nicht nur über Lebensmittel wie insbesondere Fisch und andere Meeresbewohner sowie über das Meersalz in den Körper geschleust. Auch Getränke in Plastikflaschen spielen eine Rolle. Deshalb empfiehlt es sich, auf Plastikflaschen zu verzichten. "Wer die empfohlenen 1,5 bis zwei Liter Wasser pro Tag aus Plastikflaschen trinkt, nimmt [...] allein auf diese Weise rund 90.000 Plastikpartikel pro Jahr zu sich. Wer zu Leitungswasser greift, kann – je nach geografischer Lage – die Menge auf 40.000 reduzieren“ (DERSTANDARD 2022:1, Wright et al. 2019). Eine neue Studie hat erstmals Mikroplastik im menschlichen Blut nachgewiesen. Drei Viertel der Getesteten hatten laut der Studie der Freien Universität Amsterdam nachweislich Kunststoff im Blut. Die Untersuchung waren der erste Beweis dafür, dass Kunststoffpartikel in den menschlichen Blutkreislauf gelangen können. Die Gesamtkonzentration von Kunststoffpartikeln im Blut der 22 Probandinnen und Probanden betrug durchschnittlich 1,6 µg/ml, was einem Teelöffel Kunststoff in 1.000 Litern Wasser (zehn große Badewannen) entspricht. Polyethylenterephthalat (PET), Polyethylen und Polymere von Styrol waren die häufigsten Kunststoffarten, gefolgt von Poly(methylmethacrylat), die in den Blutproben gefunden wurden. Auch Polypropylen wurde analysiert, aber die Konzentrationen waren zu gering für eine genaue Messung (Leslie et al., 2022).

Wasserbedarf durch die E-Mobilität

Der Lithiumabbau steht schon lange in der Kritik. Wegen des Elektroauto-Booms und der Verwendung als Akkumulator in Mobilfunkgeräten steigt die Nachfrage nach Lithium rasant an. Die größten Lithiumvorkommen befinden sich im sogenannten Lithium-Dreieck zwischen Bolivien, Argentinien und Chile. Diese Region ist gekennzeichnet durch extreme Trockenheit und starke vulkanische Aktivitäten. Die Kombination beider Phänomene führte dazu, dass aus Salzseen die heutigen Salzwüsten bzw. Salzpflanzen entstanden. In diesen Salzpflanzen lagert tonnenweise Lithium.

In ihnen gibt es Salzseen, aus denen salzhaltiges Grundwasser, Sole genannt, aus tiefen Brunnen gefördert und in künstliche Becken gepumpt wird. Nach zahlreichen Verdunstungsschritten ist das Wasser in den Becken so weit reduziert, dass ein Gemisch mit hoher Lithiumkonzentration übrig bleibt. Um die gewünschte Lithiumkonzentration zu erreichen, müssen circa 97 % des Wassers verdunsten und können somit nicht wieder in den Untergrund verbracht werden. Durch weitere Trocknungs- und Reinigungsvorgänge wird schließlich der Rohstoff Lithiumcarbonat gewonnen. Das Lithiumcarbonat wird vor allem zur Herstellung von Akkus eingesetzt.(WFD o.J.) Um Lithium zu gewinnen, werden also große Mengen Wasser benötigt – und das in einer der trockensten Regionen weltweit. Obwohl das verwendete Salzwasser nicht als Trinkwasser oder für die Landwirtschaft genutzt werden kann, greift das Abpumpen auf lange Sicht auch die Trinkwasservorräte an. Sinkt der Salzwasserspiegel zu stark, könnte Süßwasser nachströmen und sich mit dem Salzwasser mischen (ebd.). Der Wasserverbrauch pro Tonne Lithium liegt bei etwa 900.000 Liter (eon o.J.). Tesla gab 2016 an, für sein Model S mit einer 86 Kilowattstunden Batteriekapazität 12 Kilogramm Lithium zu benötigen. Die Forscherin Linda Ellingsen ermittelte 2014 für einen Ford Focus electric, der eine Batteriekapazität von 27 Kilowattstunden hatte, einen Lithiumanteil von 19 Kilogramm. Man kann von einem durchschnittlichen Verbrauch von 15 kg Lithium-Ionen pro gefertigter Batterie ausgehen. Ein Elektroauto-Akku ist also für einen Sole-Verbrauch zwischen 6.000 und 30.000 Liter Wasser verantwortlich (ebd.).

Wasserverbrauch durch E-Auto-Fertigung

Das verarbeitende Gewerbe nutzte in Deutschland im Jahr 2016 rund 4,5 Milliarden Kubikmeter Wasser (letzte verfügbare Daten). Das sind 23 Prozent weniger als im Jahr 1995. Es entsprach rund 16 % der gesamten wirtschaftlichen und privaten Wassernutzung in Deutschland. Davon benötigte allein die chemische Industrie im Jahr 2016 für die Herstellung chemischer Erzeugnisse knapp 2,6 Milliarden Kubikmeter (Mrd. m³) – das entsprach fast 58 % der gesamten Wassernutzung im verarbeitenden Gewerbe (Umweltbundesamt 2021). Insgesamt gesehen ist der Konsument mit dem höchsten Wasserverbrauch die Energieversorgung. Die Energieversorger entnahmen 8,8 Mrd. m³ Wasser für die Eigenversorgung und nutzten dieses vor allem als Kühlwasser. Das sind 5,0 % des gesamten Wasserdargebotes von 176 Mrd. m³ bzw. 44,2 % der Gesamtentnahmen von 20 Mrd. m³ (Umweltbundesamt 2021). Ein weiterer Aspekt, die

Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien voranzutreiben. Denn der Klimawandel führt dazu, dass häufiger auftretende Dürreperioden den Grundwasserspiegel absinken lassen. Auch wenn der Anteil des verarbeitenden Industrie mit 16 % der Wasserentnahme gering erscheint, sollte mit der Ressource Wasser verantwortungsvoll umgegangen werden.

Das Tesla-Werk in Brandenburg soll so viel Wasser wie eine 40.000-Einwohner-Stadt benötigen, mitten in einer der trockensten Regionen Deutschlands. In den Genehmigungsunterlagen ist von einem jährlichen Spitzenverbrauch von 1,4 Millionen Kubikmetern Wasser die Rede. Das entspricht etwa dem Jahresbedarf einer Stadt mit 40.000 Einwohnern. Benötigt wird das Wasser vor allem für das Presswerk, die Lackiererei, die Batteriefertigung und auch für Löschwasser, falls es im Werk mal brennen sollte. Angenommen, die Gigafactory arbeitet nach der Inbetriebnahme bei voller Auslastung im Drei-Schicht-Betrieb rund um die Uhr an 250 Tagen im Jahr, ergibt sich ein Wasserbedarf von gut 2,2 Millionen Kubikmetern pro Jahr (tagesspiegel, 2022).

Zum Vergleich: Das VW-Werk in Zwickau, in dem der elektrische ID.3 und weitere E-Modelle gebaut werden, brauchte zuletzt bei gleicher Auslastung 350.000 Kubikmeter Wasser. Im BMW-Werk Leipzig, das unter anderem den elektrischen i3 produziert, wurden an etwas weniger Arbeitstagen (237) bis zu 250.000 Kubikmeter Wasser im Jahr eingesetzt. Nach dieser Rechnung würde Tesla also fast zehn Mal mehr Wasser verbrauchen als der deutsche Wettbewerber BMW.

Wasser ist eine kritische Ressource für Autobauer. Im „Global Water Report“ der Organisation CDP (früher Carbon Disclosure Project) geben Dreiviertel aller Unternehmen an, dass die Verfügbarkeit von Wasser ein substanzielles Risiko für die eigenen Aktivitäten beziehungsweise die der Zulieferer darstelle. Entsprechend sorgsam gehen die Autohersteller mit Wasser um und dokumentieren dies in ihren Umwelt- und Nachhaltigkeitsberichten (ebd.).

Quellen

- ADAC (2022): Dem Mikroplastik auf der Spur: Weniger Reifenabrieb ist möglich. Online: www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/ausstattung-technik-zubehoer/reifen/reifenkauf/reifenabrieb-mikroplastik/
- BIBB Bundesinstitut für Berufsbildung (2020): Empfehlung des Hauptausschusses des Bundesinstituts für Berufsbildung vom 17. November 2020 zur „Anwendung der Standardberufsbildpositionen in der Ausbildungspraxis“. BANZ AT 22.12.2020 S4. Online: <https://www.bibb.de/dokumente/pdf/HA172.pdf>
- BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung (2022): Digitalisierung und Nachhaltigkeit – was müssen alle Auszubildenden lernen? Online: <https://www.bmbf.de/bmbf/de/bildung/berufliche-bildung/rahmenbedingungen-und-gesetzliche-grundlagen/gestaltung-von-aus-und-fortbildungsordnungen/digitalisierung-und-nachhaltigkeit/digitalisierung-und-nachhaltigkeit>
- BUND 2021: Tausende Tonnen Mikroplastik durch Reifenabrieb: Von der Straße in unsere Lungen
- BUND-Bremen (o.J.): "Giftiger Sondermüll" Zigarettenkippen und ihre Folgen für die Umwelt. Online: <https://www.bund-bremen.net/meer/stoppt-kippen-in-der-umwelt/>

- BUND Friends of the Earth Germany (o.J.) Mikroplastik und andere Kunststoffe – eine große Gefahr für unsere Umwelt. Online: <https://www.bund.net/meere/mikroplastik/>
- ciseau Le centre d'information sur l'eau (o.J.): Wie verschlechtert die Wasserverschmutzung Ökosysteme? Online: <https://www.ciseau.com/connaitre-leau/la-pollution-de-leau/comment-la-pollution-de-leau-degrade-les-ecosystemes/>
- DERSTANDARD (2022): Ein Mensch isst pro Woche eine Kreditkarte. Diese Menge an Mikro- und Nanokunststoffpartikeln nehmen wir laut Med-Uni Wien im Magen-Darm-Trakt auf. 24. März 2022. Online: <https://www.derstandard.at/story/2000134377806/ein-mensch-isst-pro-woche-eine-kreditkarte>
- eon (o.J.): E-Auto Mythen Teil 3: Dreckige Rohstoffe für saubere Autos, online: <https://www.eon.de/frag-eon/themen/e-mobility/article/e-auto-mythen-teil-3-dreckige-rohstoffe-fuer-saubere-autos--2/>
- in Lebensmitteln und Kosmetika. Zusammenfassung einer Studie der Universität Münster. Online: www.cvua-mel.de/index.php/aktuell/138-untersuchung-von-mikroplastik-in-lebensmitteln-und-kosmetika
- KRS-Versicherungsmakler 2017: Wie viel Trinkwasser verseucht ein Tropfen Öl? Online: <https://www.kvs-versicherungsmakler.de/blog/wie-viel-trinkwasser-verseucht-oesel>
- Leslie et al (2022): Heather A. Leslie, Martin J.M.van Velzen, Sicco H.Brandsma, A. DickVethaak, Juan J.Garcia-Vallejo, Marja H.Lamoree: Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. Environment International Volume 163, May 2022.
- online: <https://www.bund.net/themen/aktuelles/detail-aktuelles/news/tausende-tonnen-mikroplastik-duerch-reifenabrieb-von-der-strasse-in-unsere-lungen/>
- Quarks (2022): Mikroplastik überall: Und jetzt? Podcast. Online: www.quarks.de/podcast/quarks-daily-spezial-folge-50-mikroplastik-ueberall-und-jetzt/
- Quarks (2022): Wie gefährlich ist Mikroplastik? Online: www.quarks.de/umwelt/muell/fakten-zu-mikroplastik/
- Schwab et al. (2019): Philipp Schwabl, Sebastian Köppel, Philipp Königshofer, Theresa Bucsics, Michael Trauner, Thomas Reiberger, and Bettina Liebmann: Detection of Various Microplastics in Human Stool. Annals of Internal Medicine. DOI: 10.7326/M19-0618i.
- Schymanski, Dana (2018) / Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Münsterland-Emscher-Lippe: Untersuchung zu Mikroplastik
- Tagesspiegel (2020): 372.000 Liter pro Stunde. Wofür braucht Teslas Gigafactory in Grünheide so viel Wasser? Online: <https://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/wofur-braucht-teslas-gigafactory-in-grunheide-so-viel-wasser-5952250.html>
- UBA Umweltbundesamt (2020): Was ist Mikroplastik? Online: www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/was-ist-mikroplastik
- Umweltbundesamt (2021): Wassereinsatz des verarbeitenden Gewerbes. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-wirtschaft/industrie/wassereinsatz-des-verarbeitenden-gewerbes#wassernutzung-im-verarbeitenden-gewerbe>
- Umweltbundesamt (2021): Wasserressourcen und ihre Nutzung. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/wasserressourcen-ihre-nutzung#wassernachfrage>
- Wasser 3.0 (2020): Was hat Autofahren mit Mikroplastik zu tun? Online: <https://wasserdreinnull.de/blog/was-hat-autofahren-mit-mikroplastik-zu-tun/>
- Weltfriedensdienst (o.J.): <https://wfd.de/thema/lithiumabbau>
- Weltfriedensdienst (o.J.): Lithiumabbau in Südamerika online: <https://wfd.de/thema/lithiumabbau>
- Wright S et al. (2019): Stephanie Wright, Ian Mudway The Ins and Outs of Microplastics. Editorial. Annals of Internal Medicine. DOI: 10.7326/M19-2474.

SDG 7 „Bezahlbare und saubere Energie“

„Zugang zu bezahlbarer, verllässlicher, nachhaltiger und moderner Energie für alle“

Das SDG 7 beinhaltet soziale, ökologische und ökonomische Anforderungen an den Klimaschutz. Für die Wirtschaft sind daher vor allem folgende Unterziele wichtig::

- SDG 7.2: *“Bis 2030 den Anteil erneuerbarer Energie am globalen Energiemix deutlich erhöhen.”*
- SDG 7.3: *“Bis 2030 die weltweite Steigerungsrate der Energieeffizienz verdoppeln.”*

Im wesentlichen geht es im SDG 7 um den Umbau des bisherigen Energiesystems hin zu mehr Erneuerbare Energien und einer Verbesserung der Effizienz der Energienutzung, da ökologische und das Klima schützende Anforderungen schon durch andere SDG's (insbesondere 13, 14 und 15) abgedeckt werden. “Saubere Energie”, wie dies in SDG 7 genannt wird, bedeutet heute für den Klimaschutz grundsätzlich den Umstieg auf Erneuerbare Energien (EE) sowie eine höhere Energieeffizienz. Die Schnittmenge für das SDG 7 ergibt sich aus den Nummern 3a und 3b der Standardberufsbildposition:

- 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*

Energieverbrauch und Erzeugung in Deutschland

Im Jahr 2021 verbrauchte die Industrie knapp ein Drittel des Endenergieverbrauchs in Deutschland. Innerhalb der Organisation werden davon etwa zwei Drittel für "Prozesswärme" benötigt. Mechanische Energie zum Betrieb von Motoren oder Maschinen sorgt für circa ein Viertel des Verbrauchs. Die Raumwärme hat dagegen nur einen kleinen Anteil (UBA; 2022a)

	in Terawattstunden	in %
Gesamtenergieverbrauch	2.407	100
Industrie	699	29,0
Haushalte	670	27,8
Verkehr	653	27,1

Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	385	16,0
--------------------------------------	-----	------

Industriebetriebe haben sowohl bei der Gestaltung ihrer Produktionsbedingungen (Gebäude, Maschinen, Fuhrpark etc.) wie auch in den Produktionsprozessen und den vor- und nachgelagerten Prozessen Einfluß auf den Energieverbrauch. Der Energieverbrauch verteilt sich auf verschiedene Energieträger. Hier sind auch Ansatzpunkte für die Substitution fossiler Energieträger gut erkennbar (SDG 7.2):

	in Terawattstunden	in %
Industrie gesamt	699	100
Stein-, Braunkohlen	115	16,4
Mineralölprodukte	25	3,6
Gase	250	35,7
Strom (inkl. erneuerbarer Energien)	213	30,4
Fernwärme	48	6,9
Erneuerbare Wärme	34	4,8
Sonstige Energieträger	15	2,2

Die Wahl der Transportmittel hat einen unmittelbaren Einfluss auf die Treibhausgasemissionen, wie folgende Tabelle zeigt (Statista 2022b, UBA 2021b, FIS 2012, carboncare o.J):

Transportmittel	Durchschnittliche CO ₂ -Emissionen pro Tonnenkilometer in Gramm
Hochsee-Massengutfrachter (UBA bzw. carboncare)	17 bzw. 6-7
LKW	90,5
Binnenschiff	30
Güterzug	24,5

Der Deutsche Speditions- und Logistikverband e.V. hat bereits 2013 einen Leitfaden zur Berechnung von Treibhausgasemissionen in Spedition und Logistik veröffentlicht (DSLTV 2013). In ihm sind Definitionen, Berechnungsmethoden und Beispiele aus der Branche aufgeführt.

Im Verkehr wurden Biokraftstoffe, trotz der von 2021 zu 2022 von 6 auf 7 Prozent gestiegenen *Treibhausgas-Minderungsquote, nur in einem ähnlichen Umfang wie im Vorjahr eingesetzt. Grund hierfür waren Quotenübertragungen aus dem Jahr 2021 und

nochmals steigende UER-Anrechnungen, also die Möglichkeit, Emissionsminderungen auch in der Vorkette der Kraftstoffproduktion, anrechnen zu lassen. Vorläufige Daten zeigen, dass der Absatz von Biodiesel (inklusive hydrierter Pflanzenöle, HVO) leicht rückläufig war. Der Absatz von Bioethanol dagegen stieg leicht an. Erneuerbarer Strom wurde im Verkehr im Jahr 2022 mit einem Zuwachs von 15 Prozent deutlich mehr eingesetzt als im Vorjahr. (UBA 2022b).

Strom aus Erneuerbaren Energien

Die einfachste Maßnahme zum Umstieg auf erneuerbare Energien ist der Bezug von Ökostrom. Der Wechsel des Stromanbieters zu einem Versorger mit Ökostrom im Angebot ist mit einem geringen Aufwand verbunden und kann in wenigen Minuten vollzogen werden. Der Strom wird dabei nicht aus fossilen Energieträgern wie Kohle, Öl, Gas oder Uran erzeugt, sondern aus regenerativen Energieträgern wie Sonne, Wind, Wasser oder Biomasse.

Im ersten Halbjahr 2022 lag der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen bei ca. 52% des ins Netz eingespeisten Stroms. Da die Stromproduktion aus verschiedenen Quellen schwankend ist, zeigt erst die Jahresendbilanz, wie die Verteilung sein wird. In 2021 stammten 23% der gesamten Stromproduktion aus Windkraft, 9,8% aus der Photovoltaik, 8,8% aus Biomasse und 4% aus Wasserkraft. Braun- und Steinkohle lieferten 20,7% des Stroms, Erdgas 10,5% und die Kernenergie gut 13,3% (Stromreport 2022).

Wichtig sind hinsichtlich des Ziels "bezahlbarer Energie" vor allem die Kosten von Strom und Wärme. Die Stromgestehungskosten waren in 2021 wie folgt (ISE 2021, gerundet): Dachkleinanlagen 6-11 Cent/kWh, große Dachanlagen 5-10 Cent/kWh, Freiflächenanlagen 3-6 Cent/kWh. Die Stromgestehungskosten fossiler Stromerzeugung lagen in 2021 zwischen 8-13 Cent/kWh für Gas- und Dampfkraftwerke, zwischen 11-28 Cent/kWh bei Gaskraftwerken, 10-15 Cent/kWh Braunkohlekraftwerke sowie 11-20 Cent/kWh bei Steinkohlekraftwerken. Für Kernkraft, mit Rückbau und Endlagerung werden die Stromgestehungskosten auf 50 bis 100 Cent/kWh geschätzt (Siemens-Stiftung 2015). Die konkreten Stromgestehungskosten sind von einer Reihe von Faktoren abhängig. Dazu zählen der Standort (z.B. Entfernung zwischen Kraftwerk und Abbaubereich), Größe und Alter der Anlagen, Subventionen, Wartung, Abschreibungen sowie die verbaute Erzeugungstechnologien.

Aus heutiger Sicht ist in Deutschland der weitere Ausbau nur bei Sonnen- und Windenergie nachhaltig. Wasserkraft ist im Wesentlichen erschöpft, weitere Stauseen sollten aus Landschaftsschutzgründen nicht angelegt werden. Allerdings bedingt die Fluktuation der erneuerbaren Energieträger auch die Herausforderung, Energiespeicher zu bauen. Die kostengünstigste Möglichkeit wären Pumpspeicherkraftwerke, allerdings ist der Flächenbedarf und der Landschaftsverbrauch dafür enorm und auch die notwendigen geomorphologischen Voraussetzungen wie Höhenunterschied und Kessellage für das Speicherbecken aber auch der Zugang zu Fließgewässern sind

limitiert. Inzwischen gibt es jedoch erste Ansätze, als Alternativen sehr groß dimensionierte Batteriesysteme mit einer Leistung von 100 (Australien - Power und Storage 2019) bis 200 MW Leistung (Erneuerbare Energie 2021) zu errichten Kapitel [Speicherung](#).

Im Folgenden wird eine Übersicht über die wichtigsten Technologien zur Nutzung der Erneuerbaren Energien gegeben:

- **Solarenergie:** Solarenergie mit Hilfe von Photovoltaik ist mit rund 24% der EE-Stromproduktion (UBA 2022c) seit 2007 stark ausgebaut worden und damit die jüngste breit genutzte erneuerbare Stromquelle. Ab 2013 stagnierte der Zuwachs von Solarenergie, weil die Konditionen der Einspeisung verschlechtert wurden. Insbesondere die Energiekrise im Zuge des Ukraine Krieges zeigt, dass der Ausbau jetzt stark beschleunigt werden muss. Hauptsächlich werden zwei Arten für Photovoltaikanlagen genutzt: die Bodenmontage auf Freiflächen sowie die Dachmontage. Als dritte Art kann eine gebäudeintegrierte Anlage genannt werden, in der die Module direkt in ein Gebäude z.B. als Fassade integriert sind.
- **Solarthermie:** Es stehen jährlich 1.050 kWh/m² Solarstrahlung für die Umwandlung von Sonnenenergie in Wärme zur freien Verfügung. Hiermit lassen sich Strom sowie Wärme für Heizung und Warmwasser erzeugen. In Deutschland wird Solarthermie dennoch nur in weniger als 10% (co2online o.J.a) der Heizanlagen für Häuser und Wohnungen genutzt.
- **Windenergie:** 50 % des EE-Stromes in Deutschland wurden 2022 aus Windenergie erzeugt (UBA 2022c). Der Ausbau hat wesentlich in den Jahren von 2000 bis 2017 stattgefunden. Seitdem ist der Zuwachs geringer, weil sich lokal viele Menschen gegen Windkraftanlagen wehren. Seit Ausbruch des Ukraine-Krieges und dem damit verbundenen Gaslieferstopp Rußlands, sowie seit den deutlichen Auswirkungen der Klimakrise (Waldbrände, Flut), werden wieder höhere Ausbauziele der Windenergie genannt.
- **Wärmeerzeugung:** Zur Wärmeerzeugung können Bioenergie (insbesondere Festbrennstoffe wie Holz) sowie die Umgebungs- bzw. bodennahe Erdwärme eingesetzt werden. Wie bei der Stromerzeugung aus Wasserkraft gibt es für die Verbrennung von Biomasse kein Wachstumspotenzial mehr, sondern muss auf "ein naturverträgliches Maß begrenzt" werden (UBA 2021a). Im Gegensatz dazu setzt die Bundesregierung auf den Ausbau der Nutzung von Umgebungswärme, wozu auch die bodennahe Erdwärme gehört (Tagesschau 2022).

Photovoltaik

Die Photovoltaik wandelt die Strahlungsenergie des Sonnenlichts direkt in elektrischen Strom um. Dazu werden einzelne oder mehrere Solarzellen aus elektrischen Halbleitern in Modulen eingekapselt und je nach verfügbarer Fläche und gewünschter Leistung zusammengeschaltet und mit dem Stromnetz verbunden.

Die Photovoltaik ist mit einem Anteil von gut 21% an der erneuerbaren Stromproduktion (Stromreport 2022) seit 2007 stark ausgebaut worden und damit die jüngste breit

genutzte Stromquelle (vgl. die Graphik auf Wikimedia 2020). Ab 2013 stagnierte der Zuwachs von Photovoltaik, weil die Konditionen der Einspeisung verschlechtert wurden. Der Anteil der Photovoltaik an der gesamten Stromerzeugung ist jedoch gestiegen: Lag er im 1. Quartal 2018 noch bei 3,5% betrug er im Vergleich Quartal 2021 bereits bei 4,7% und im ersten Quartal 2022 bei 6,5% (DESTATIS 2022b). Aus heutiger Sicht ist die Photovoltaik neben der Windenergie und der Erdwärme eine der drei Technologien, die zukünftig die Energieversorgung sicherstellen muss.

Stromgestehungskosten (ISE 2021, gerundet): Dachkleinanlagen 6-11 Cent/kWh, große Dachanlagen 5-10 Cent/kWh, Freiflächenanlagen 3-6 Cent. Die Stromgestehungskosten fossiler Stromerzeugung liegen aktuell zwischen 4 und 15 Cent/kWh. Diese werden jedoch, im Gegensatz zur erneuerbaren Stromerzeugung, aufgrund steigender CO₂-Preise zukünftig steigen[2]. Für Braunkohle wird für das Jahr 2040 ein Stromgestehungspreis von bis zu über 20 Cent/kWh prognostiziert (ISE 2022). Die Kosten der PV-Technologie sinken zunehmend, denn neben den Kosten der Anlagenerrichtung ist auch der Flächenbedarf deutlich gesunken. Jetzt können auch auf kleineren Dächern nennenswerte Anlagengrößen erreicht werden. Ausnahmslos jede gut dimensionierte Eigenverbrauchsanlage lohnt sich wirtschaftlich. Das gesetzliche Förderregime, etablierte Technik und Branchenstandards sorgen dafür, dass diese Investition risikoarm ist. So können sich Unternehmen gegen hohe Strompreise absichern.

Kunden, Geschäftspartner, Mitarbeiter und auch Geschäftsführer legen zudem immer mehr Wert auf Nachhaltigkeit und darauf, einen echten Beitrag zur Energiewende zu leisten. Eine PV-Anlage ist eine einfache und effektive Maßnahme, die auch über Pressemitteilungen und die PR-Abteilung hinaus eine Wirkung entfaltet. PV-Anlagen nutzen bislang brachliegende Ressourcen und sichern durch die Erzeugung von Solarstrom ein zukünftiges Betriebseinkommen. Schon seit einiger Zeit haben sich die relevanten Rahmenbedingungen hin zu einer Stärkung der Photovoltaik entwickelt, denn durch die deutlich gesunkenen Errichtungskosten ist Photovoltaik die günstigste Energieform in beinahe jedem Markt der Welt; auch in Deutschland. Hieraus ergeben sich neue Chancen und Geschäftsmodelle für Immobilienbesitzer und Gewerbetreibende. Zudem kommt die Solardachpflicht. In einigen Bundesländern ist sie bereits geregelt - für die Bundesebene hat sie der Bundeswirtschaftsminister am 11. Januar 2022 ebenfalls angekündigt.

Technische Eignung der Dachfläche

Eigenerzeugung von Solarstrom

Da Betriebsgebäude in der Regel über große Dachflächen verfügen, besitzen sie ein hohes Potential zur Eigenerzeugung von Solarenergie. Laut der Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) sind bisher lediglich 13,2 Prozent der installierten Anlagenleistung aus erneuerbaren Energien im Besitz von Gewerbetreibenden (AEE 2021). In Frage kommen dabei sowohl thermische Solaranlagen zur Erzeugung von Warmwasser, aber auch für

Prozesswärme im Niedertemperaturbereich als auch photovoltaische Anlagen zur Erzeugung von elektrischem Strom. Neben den Dachflächen können auch Fassadenflächen zur Erzeugung sowohl von thermischer als auch elektrischer Solarenergie genutzt werden.

Technische Eignung

Bei der Prüfung der technischen Eignung ist sicherzustellen, dass Statik (inklusive Schneelast) und Brandschutz einer Anlagenerrichtung nicht entgegenstehen. Zudem ist eine sog. Netzverträglichkeitsprüfung durchzuführen. Dabei prüft der zuständige Netzbetreiber, ob im lokalen Verteilnetz genug Kapazität für die avisierte PV-Anlage vorhanden ist oder ob das Verteilnetz neue Einspeiselasen nicht verträgt und zunächst ausgebaut werden muss.

Rechtliche Eignung

Die rechtliche Eignung der Dachfläche richtet sich nach dem öffentlichen Baurecht. Aufdach-PV-Anlagen sind bauliche Anlage im Sinne des Bauordnungsrechts und bedürfen daher einer Baugenehmigung. Allerdings haben fast alle Bundesländer diese Genehmigungspflicht in ihren Bauordnungen bereits abgeschafft. Relevanz kann auch das Bauplanungsrecht nach dem Baugesetzbuch haben, falls die Anlage einem Bebauungsplan z.B. hinsichtlich der Gebäudehöhe widerspricht. Neben dem Bauplanungsrecht kann auch der Denkmalschutz der Errichtung einer PV-Anlage entgegenstehen und die rechtliche Eignung der Dachfläche ausschließen.

Betriebsmodelle

Dachverpachtung und Contracting-Modelle

Die einfachste Möglichkeit, von einem geeigneten Dach zu profitieren, ist die Verpachtung der Dachfläche an Dritte. Diese sind dann an Stelle des Immobilieneigentümers Betreiber der Anlage. Stadtwerke, Energieversorgungsunternehmen und Projektentwickler bieten bereits „schlüsselfertige“ Dachpachtlösungen an. Dabei baut der Betreiber auf seine Kosten die Anlage, bewirtschaftet sie und übernimmt das unternehmerische Risiko. Nachdem der Pachtvertrag abgelaufen ist, wird die Anlage rückgebaut und das Dach in ihren Ursprungszustand zurückgegeben. Vorteil dieser Lösung ist, dass keine Kapitalinvestitionen des Gebäudeeigentümers nötig sind. Sofern der Gebäudeeigentümer seinen Eigenverbrauch mit der PV-Anlage abdecken will, zugleich aber nicht weiter in den Anlagenbetrieb involviert werden möchte, bietet sich eine Dachverpachtung mit Contracting-Modell an. Dabei kann gegen eine monatliche Gebühr eine Eigenverbrauchslösung realisiert werden.

Eigenverbrauch mit Überschusseinspeisung

Besonders attraktiv ist die Gestaltung des Eigenverbrauchs. Hintergrund ist, dass der Strommarkt sich in einer anhaltenden Hochpreisphase mit nie dagewesenen Letztverbraucherpreisen befindet. Dies wird sich auf absehbare Zeit voraussichtlich

nicht ändern. Demgegenüber sind die PV-Gestehungskosten auf einem Allzeittief und im Leistungsbereich über 30 kWp sogar niedriger als die statistischen mittleren Gewerbe- und Industriekundentarife. Die betrachteten Stromgestehungskosten aus PV-Anlagen sind teilweise sogar niedriger als die Stromgroßhandelspreise. Jede selbst verbrauchte Kilowattstunde Solarstrom verdrängt teureren Strombezug aus dem Netz. Häufig ist die Einsparung je kWh hierbei höher als die Einspeisevergütung bei einer Volleinspeisung, weshalb die Erhöhung des Eigenverbrauchsanteils die Wirtschaftlichkeit erhöht. Der Eigenverbrauch wird deshalb vom Gesetzgeber gefördert, indem bestimmte Kosten wie Netzentgelte, Konzessionsabgabe, Stromsteuer sowie die Netzumlagen ganz oder teilweise entfallen. Falls mehr Strom erzeugt als selbst verbraucht wird, kann dieser Anteil in das Netz der allgemeinen Versorgung eingespeist werden (Überschusseinspeisung). Dafür erhält der Anlagenbetreiber eine Einspeisevergütung.

Volleinspeisung

In diesem Fall ist der Dacheigentümer auch Betreiber der PV-Anlage. Der gesamte erzeugte Strom wird in das Netz der Allgemeinen Versorgung eingespeist und der Anlagenbetreiber erhält für jede eingespeiste kWh die sog. Einspeisevergütung. Allerdings sinkt diese garantierte Vergütung mit zunehmender Größe der Anlage, denn mit steigender Anlagengröße sinken die Systemkosten. Anlagen ab 100 kWp sind im Regelfall zur Direktvermarktung verpflichtet. Der erzeugte Strom wird hierbei direkt an der Strombörse verkauft und der Betreiber erhält die erzielten Erlöse abzüglich eines Vermarktungsentgelts (Sokianos et al 2022, Uhland et al 2021, ERLP 2017).

Technologien

Solarzellen aus kristallinem Silizium

Solarzellen aus kristallinem Silizium werden mit über 90% am häufigsten verbaut. Als Ausgangsmaterial für ihre Herstellung dient Siliziumdioxid (SiO_2) das als Quarzsand oder Quarzkristall abgebaut wird

Aus SiO_2 wird in einem mehrstufigen und sehr energieaufwendigen Verfahren hochreines, polykristallines Silizium (Poly-Si) mit einer Reinheit von 99,99999% hergestellt. Die Herstellung erfolgt in einem Lichtbogenofen bei Temperaturen von etwa 2.000 °C. Entsprechend ist die Errichtung von Anlagen zur Herstellung von hochreinem Solarsilizium besonders kapitalintensiv. In Blöcke gegossen dient das Solarsilizium als Ausgangsmaterial für poly-Si-Solarzellen. Aus eingeschmolzenen poly-Si können in einem weiteren Schritt Silizium-Einkristalle (mono-Si) gezogen werden. Die gewonnenen poly-Si-Blöcke oder mono-Si-Blöcke (Si-Einkristalle) werden in etwa 0,2 mm dicke Scheiben («Wafer») gesägt und in einer Abfolge von mehreren Prozessschritten zu Solarzellen weiterverarbeitet. Solarmodule aus monokristallinem bzw. polykristallinem Silizium haben als bereits lange bewährte Technologie die höchsten Marktanteile. Ihre Vorteile sind die hohen Wirkungsgrade und die gute Verfügbarkeit des Ausgangsmaterials. Nachteilig ist ihr hohes Gewicht und Einschränkungen hinsichtlich der Modulgeometrie.

Dünnschicht-Solarmodule

Der Herstellungsprozess der Dünnschicht-Solarmodule unterscheidet sich grundsätzlich von dem der Solarmodule aus kristallinem Silizium. Zwar bestehen die Solarzellen ebenfalls aus elektrischen Kontakten und einem absorbierenden Material, in dem im Zusammenspiel mit weiteren Schichten auch die Trennung der Ladungsträger stattfindet. Diese Schichtstapel werden aber direkt aus einem Trägermaterial hergestellt. Die Dicke der Schichtstapel liegt in der Regel unter 5 μm , wobei die -lichtabsorbierende Schicht nur 1-3 μm einnimmt, also etwa hundertmal weniger als bei den Solarzellen aus kristallinem Silizium. Damit sinkt nicht nur der Materialaufwand deutlich, sondern auch die für die Herstellung benötigte Energie. Dadurch lassen sich auch Dünnschichtmodule deutlich einfacher und kostengünstiger produzieren als ein übliches kristallines Photovoltaikmodul

Als Trägermaterial können, je nach Technologie, Glas, Metall- oder Kunststofffolien eingesetzt werden. Werden flexible Trägermaterialien verwendet, lassen sich schnelle Rolle-zu-Rolle-Verfahren für die Herstellung der Schichten in der Fertigung nutzen. Als Schichtmaterialien kommen insbesondere Halbleitermaterialien wie Galliumarsenid (GaAs), Cadmiumtellurid (CdTe) oder Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid (CIGS) zum Einsatz. Vorteile der Dünnschichtzellen sind ihr geringes Gewicht, ihre guten Erträge bei diffusem und schlechtem sowie die schnelle energetische Amortisation aufgrund des geringen Energieeinsatzes bei ihrer Herstellung. Ein weiterer Vorteil ist ihre Flexibilität, welche bei entsprechenden Substraten flexible sowie weitgehend beliebige Modulformen erlauben, was sie besonders für die Fassadenintegration geeignet macht. Nachteilig ist der im Vergleich zu kristallinen Zellen geringere Wirkungsgrad, der wiederum einen erhöhten Flächenbedarf bedingt. Zudem ist der alterungsbedingte Leistungsabfall höher. Nachteilig sind ferner die teilweise nur begrenzten Rohstoffe wie z.B. Indium sowie die eingeschränkte Recyclierbarkeit des Schichtmaterials.

Weitere Technologien mit hohem Potenzial

Andere Technologien, die auf dem PV-Markt noch nicht messbar sind, aber ein hohes Potenzial haben, sind Farbstoffsolarzellen (auch Grätzel-Solarzellen genannt), organische Solarzellen, Hybridkollektoren und hocheffiziente Solarzellen in Kombination mit einer Optik, die das Sonnenlicht auf die Solarzellen bündelt (Konzentrator-Solarzellen).

Anlagenarten

Hauptsächlich gibt es zwei Arten für Photovoltaikanlagen:

- Aufdachmontage
- Bodenmontage (Freiflächenmontage)

Als dritte Art kann die gebäudeintegrierte Photovoltaik genannt werden, bei der die Module direkt in ein Gebäude z. B. als Fassade integriert sind.

Aufdach Anlagen

Aufdach-Photovoltaikanlagen sind eine weit verbreitete Möglichkeit für Eigenheime, Unternehmen und öffentliche Gebäude, um ihren eigenen Strom zu erzeugen.

Inzwischen sind PV-Anlagen nicht nur weit verbreitet, sondern auch zu einer Art Symbol für grüne Energie, zukunftsorientiertes Denken und Energiebewusstsein geworden.

Nicht zuletzt steigert eine Photovoltaikanlage auf dem Hausdach auch den Wert eines Gebäudes. Vorteilhaft ist insbesondere:

- Das vorhandene Dach kann optimal genutzt werden.
- Das Dach wird vor eventuellen Umwelteinwirkungen zusätzlich geschützt.
- Aufdachmontierte Anlagen sind meist schnell und einfach zu installieren.
- Geringer Wartungsaufwand.

Nachteilig steht demgegenüber:

- Erstinstandskosten.
- Mögliche Dachmodifikationen, bevor die Installation überhaupt durchgeführt werden kann.
- Platzbeschränkungen, abhängig von der Größe und Beschaffenheit des Daches.
- Der unveränderbare Winkel und die Ausrichtung der Dachebenen

Bodenmontierte Anlagen

Bodenmontierte Photovoltaikanlagen sind inzwischen ebenfalls weit verbreitet, werden aber vorwiegend von großen Unternehmen bzw. Energieanbietern genutzt. Diese Anlagen arbeiten oftmals mit einer Nachführung. Diese sorgt dafür, dass die Ausrichtung der Solarmodule dem Lauf der Sonne folgt. Somit kann mehr Sonnenlicht erfasst werden, als mit herkömmlichen und fest installierten Photovoltaikanlagen. Vorteile bodenmontierter Anlagen sind (Wirth, 2022; Ritter et al, 2021):

- Aufgrund ihrer Größe ist auch eine größer dimensionierte Stromerzeugung möglich.
- Bodenmontierte Anlagen haben die Möglichkeit die festen Winkelbeschränkungen – wie sie bei der Aufdachmontage gegeben sind – zu umgehen.
- Einfache Wartung aufgrund des leichteren Zuganges.

Nachteilig steht demgegenüber:

- Bodenmontierte Anlagen nehmen sehr viel Fläche ein, die möglicherweise umgewidmet werden muss.
- Riesige Freiflächenanlagen sind optisch auffällig, was zu Konflikten mit dem gewünschten Landschaftsbild führen kann.

Windkraft

Unter Windkraft wird die großtechnische Nutzung der Bewegungsenergie des Windes verstanden. Unterschieden wird zwischen der Offshore (auf dem Meer) und der Onshore (an Land) Nutzung der Windenergie. Die typischen Komponenten einer Windkraftanlage

sind der Turm, die Rotoren und die Gondel, in der die Bewegungsenergie der Rotoren mit Hilfe eines Generators in elektrischen Strom umgewandelt wird. Im Jahr 2021 betrug der Anteil der Windkraft ca. 50 % am gesamten in Deutschland erzeugten erneuerbaren Strom (Stromreport 2022). Der Ausbau hat wesentlich in den Jahren von 2000 bis 2017 stattgefunden. Seitdem ist der Zuwachs geringer, weil sich lokal viele Menschen gegen Windkraftanlagen wehren. Seit Ausbruch des Ukraine-Krieges und dem damit verbundenen Gaslieferstopp Rußlands, sowie seit den deutlichen Auswirkungen der Klimakrise (Waldbrände, Flut), werden wieder höhere Ausbauziele der Windenergie genannt.

Solarwärme

Solarthermie erzeugt warmes oder heißes Wasser, zusammen mit einem Wärmespeicher kann dann insbesondere in den Sommermonaten ein erheblicher Teil des Wärmebedarfs mit Solarenergie CO₂-frei bereitgestellt werden. Das Prinzip ist ganz einfach: Das Sonnenlicht erwärmt die Solarflüssigkeit (Wasser-Glykol-Gemisch) und über einen Wärmetauscher erwärmt die heiße Solarflüssigkeit Wasser. Im folgenden werden die beiden wichtigsten Kollektortypen sowie die Wärmespeicherung und die Einbindung der Solarwärme vorgestellt:

- **Flachkollektoren:** Bei Flachkollektoren ist der metallische Solarabsorber zwischen einer transparenten Abdeckung und einer Wärmedämmung eingefasst. Dies minimiert die Wärmeverluste des Kollektors, wodurch in Abhängigkeit der Bauart Nutztemperaturen bis 100 °C effizient bereitgestellt werden können. Das Spektrum reicht von kompakten Kollektormodulen mit ca. 2 m² bis hin zu Großflächenkollektoren mit 10 bis 12 m².
- **Vakuurröhrenkollektoren:** Bei Vakuurröhrenkollektoren können die Wärmeverluste durch Konvektion und Wärmeleitung deutlich reduziert und somit mehr Wärme erzeugt werden. Der sinnvolle Einsatzbereich dieser Kollektoren bei 80 bis 130 °C, der höhere Wert wird mit Spiegeln auf der Rückseite erzeugt.
- **Speicherung:** In der Regel ist ein Pufferspeicher zentraler Bestandteil einer solaren Prozesswärmanlage, da das Solarangebot nicht immer mit dem Wärmebedarf der zu versorgenden Verbrauchsstellen zeitlich übereinstimmt. Zur Einbindung des Speichers gibt es mehrere Möglichkeiten: Typischerweise wird der mit einem Wasser-Glykol-Gemisch betriebene Solarkreis durch einen Wärmeübertrager vom Speicherkreis getrennt.
- **Einbindung von Solarwärme:** Bei der Einbindung von Solarwärme lässt sich grundsätzlich die Versorgungs- von der Prozessebene unterscheiden. Viele Industrie- oder Gewerbebetriebe haben ein zentrales Kesselhaus zur Erzeugung von Wärme und ein Rohrnetz zur Verteilung der Wärme an die Verbrauchsstellen. Je nach Nutztemperatur wird die Wärme über Dampf (140-200 °C), Heißwasser (90-160 °C) oder Warmwasser (<100 °C) verteilt und direkt oder indirekt über einen Wärmeüberträger an die Wärmesenke abgegeben.

Kollektortechnologien

Je nachdem, wofür Solarwärme genutzt werden soll und bei welchem Temperaturniveau dies erfolgt, können unterschiedliche Kollektoren genutzt werden. Zusammen mit einem Wärmespeicher kann dann insbesondere in den Sommermonaten ein erheblicher Teil des Wärmebedarfs mit Solarenergie CO₂-frei bereitgestellt werden.

- **Niedertemperatur-Absorber:** Bei dem einfachsten Kollektortyp, dem Niedertemperatur-Absorber, werden Absorbermatten aus speziellen organischen Materialien (Kunststoffe, EPDM) genutzt, um das Solarfluid zu erwärmen. Der Temperaturbereich, bei dem diese Kollektoren sinnvoll eingesetzt werden können, geht bis etwa 40 °C und ist demnach gut zur Vorwärmung kalter Flüssigkeiten bis auf Umgebungstemperatur oder als Wärmequelle in Kombination mit Wärmepumpen geeignet.
- **Flachkollektoren:** Bei Flachkollektoren ist der metallische Solarabsorber zwischen einer transparenten Abdeckung und einer Wärmedämmung eingefasst. Dies minimiert die Wärmeverluste des Kollektors, wodurch in Abhängigkeit der Bauart Nutzttemperaturen bis 100 °C effizient bereitgestellt werden können. Das Spektrum reicht von kompakten Kollektormodulen mit ca. 2 m² bis hin zu Großflächenkollektoren mit 10..12 m²
- **Vakuurröhrenkollektoren:** Bei Vakuurröhrenkollektoren können die Wärmeverluste durch Konvektion und Wärmeleitung deutlich reduziert werden, wodurch bei höheren Temperaturen teils deutlich höhere Erträge erzielt werden können. Je nachdem ob diese Kollektorbauart mit einem rückseitigen Spiegel versehen ist (CPC-Kollektor) oder nicht, liegt der sinnvolle Einsatzbereich dieser Kollektoren bei bis zu 80..130 °C. Vakuurröhrenkollektoren können direkt durchströmt sein oder nach dem Heat-Pipe-Prinzip funktionieren.
- **Luftkollektoren:** Luftkollektoren verzichten auf ein flüssiges Wärmeträgermedium und eignen sich daher besonders für Trocknungsanwendungen. Luftkollektoren sind als Röhrenkollektoren (beidseitig offene Sydney-Röhren) oder Flachkollektoren mit offenen Stirnseiten erhältlich.
- **Konzentrierende Kollektoren:** Für Regionen mit hoher Direktstrahlung können konzentrierende Kollektoren verwendet werden, die mittels Spiegel (wie bei dem hier abgebildeten Fresnel Kollektor) oder Linsen die eintreffende Sonnenstrahlung auf einen Absorber konzentrieren. Hierzu müssen die Spiegelflächen kontinuierlich der Sonne nachgeführt werden. Der Temperaturbereich dieser Kollektorbauart liegt typischerweise bei 150-400 °C.

Speicherung

In der Regel ist ein Pufferspeicher ein zentraler Bestandteil einer solaren Prozesswärmanlage, da das Solarangebot nicht immer mit dem Wärmebedarf der zu versorgenden Verbrauchsstellen zeitlich übereinstimmt. Neben sogenannten Schwachlastphasen innerhalb eines Produktionstages können dies auch ganze Tage ohne Wärmebedarf, z.B. am Wochenende sein. Da bei den meisten Anwendungsfällen in

Industrie und Gewerbe am Wochenende kein oder nur ein sehr geringer Wärmebedarf vorhanden ist, sollte ein Pufferspeicher derart dimensioniert werden, dass er den Solarertrag von mindestens einem Tag speichern kann.

Je nach Kollektorfläche und spezifischen Rahmenbedingungen der Wärmesenke können für einen effizienten Anlagenbetrieb unterschiedlich große Speichervolumina erforderlich sein. Es sollte stets angestrebt werden, das erforderliche Volumen mit einem einzelnen Speicher innerhalb des Gebäudes zu realisieren. Neben der optimalen Be- und Entladung, einer verbesserten Temperaturschichtung und geringen Wärmeverlusten, ist diese Variante im Regelfall auch kostengünstig.

Zur Einbindung des Speichers gibt es mehrere Möglichkeiten: Typischerweise wird der mit einem Wasser-Glycol-Gemisch betriebene Solarkreis durch einen Wärmeübertrager vom Speicherkreis getrennt. Für die Einspeisung des aufgewärmten Wassers in den Speicher werden häufig zwei Anschlüsse an unterschiedlichen Höhen des Speichers vorgesehen.

Einbindung von Solarwärme

Bei der Einbindung von Solarwärme lässt sich grundsätzlich die Versorgungs- von der Prozessebene unterscheiden. Viele Industrie- oder Gewerbebetriebe haben ein zentrales Kesselhaus zur Erzeugung und ein Rohrnetz zur Verteilung der Wärme an die Verbrauchsstellen. Je nach Nutzttemperatur wird die Wärme über Dampf (140–200 °C), Heißwasser (90–160 °C) oder Warmwasser (<100 °C) verteilt und direkt oder indirekt über einen Wärmeübertrager an die Wärmesenke abgegeben.

Um vor allem bei größeren Betrieben herauszufinden, an welchem Punkt die Einbindung von Solarwärme am sinnvollsten ist, sollten die vorhandenen Wärmesenken gegenübergestellt und verglichen werden. Die drei wichtigsten Kriterien für einen Vergleich sind dabei die Temperatur, das Lastprofil und der Aufwand zur Einbindung der Solarwärme in das bestehende System (Uni Kassel 2022).

Bioenergie für Strom und Wärme

Unter Bioenergie wird die energetische Nutzung biogener Energieträger verstanden. Biogene Energieträger sind pflanzlicher oder tierischer Herkunft. Zu den typischen biogenen Energieträgern zählen Holz und Stroh sowie ihre Derivate wie Holzschnitzel- oder -pellets aber auch Biogas aus der Vergärung von Bioabfällen, Ernterückständen oder von tierischen Abfällen wie Mist und Gülle Exkrementen. Obwohl bei der Verbrennung von Biomasse oder Biogas CO₂ freigesetzt wird, ist die Erzeugung und Nutzung von Bioenergie klimaneutral, denn das freigesetzte CO₂ wurde während des Pflanzenwachstums der Atmosphäre entzogen. Allerdings verursacht die Verbrennung von Biomasse auch Emissionen weiterer Luftschadstoffe wie NO_x und insbesondere von Feinstaub.

Der typische Einsatz von Biogas zur Energieerzeugung erfolgt über Blockheizkraftwerke (BHKW), die sowohl Wärme als auch Strom erzeugen. Problematisch ist der Anbau von Energiepflanzen wie z.B. Mais, Raps, Futterrüben, Hanf, Chinaschilf, schnellwachsende Bäume (Pappeln, Weiden), Zuckerrohr und Algen. In der Regel erfolgt der Anbau in schnell wachsenden Monokulturen und hat damit einen erheblichen Einfluss auf Landschaft und Boden. Zudem kann der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zum Verlust von Biodiversität, die Düngung zur Belastung des Grundwassers und der Verbrauch von Trinkwasser zur regionalen Verknappung von Wasser führen (vgl. BUND o.J.). Des Weiteren ist der energetische Wirkungsgrad der Biomassenproduktion mit 0,5 - 1,5% (Pflanzenforschung 2020) wesentlich geringer als der von Photovoltaik, der in der Regel 15 - 22% beträgt (Eigensonne o.J.).

Entsprechend vertritt das Umweltbundesamt die Auffassung, dass die Verbrennung von Biomasse kein Wachstumspotenzial mehr besitzt, sondern vielmehr auf ein „naturverträgliches Maß“ begrenzt werden muss (UBA 2021b). Hingegen kann die Erzeugung von Biogas aus Gülle und Mist, solange diese aufgrund der hohen Nachfrage nach tierischem Protein in großen Mengen anfallen, einen wichtigen Beitrag vor allem zur Wärmeerzeugung leisten. Insgesamt ergeben sich jedoch erhebliche Zielkonflikte zwischen Energiegewinnung, Futtermittelanbau und Produktion von Nahrungsmitteln hinsichtlich der begrenzten Ressource „Fläche“.

Damit steht die Energiegewinnung durch den Anbau von Energiepflanzen im Konflikt zum SDG 1 „Kein Hunger“. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Ausbau der energetischen Biomassenutzung aus Agrarpflanzen, die auch der Ernährung dienen können (Mais, Getreide), eine nicht verantwortbare Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion darstellt und damit im direkten Konflikt zum SDG 1 „Kein Hunger“ steht. Wenn der Bezug von EE-Strom besonders nachhaltig sein soll, ist daher darauf zu achten, dass er aus möglichst aktuell neuen effizienten Wind- oder Solaranlagen stammt. Dieser Strom wird von verschiedenen Einrichtungen wie dem TÜV oder dem Grüner Strom Label e.V. zertifiziert (Ökostromanbieter o.J.)

Erd- und Umgebungswärme

Eine Möglichkeit der Wärmeerzeugung ist die Nutzung von Temperaturunterschieden. Dazu werden Wärmepumpen eingesetzt die den Temperaturunterschied die z.B. zwischen Gebäuden und ihrer Umgebung oder dem Erreich ausnutzen. Eine Wärmepumpe funktioniert wie ein Kühlschranks oder einer Klimaanlage (Tagesschau 2022). Die Pumpe entzieht der Umgebung (z.B. dem Erdreich) mit einem Kältemittel Wärme und kühlt sie dabei ab. Ein Kompressor verdichtet das Kältemittel und erhöht dabei dessen Temperatur die dann zur Raumheizung genutzt wird. Das Kältemittel kondensiert dabei und gibt die Wärme frei. In einem Ventil verdampft das Kühlmittel wieder, kühlt sich dabei stark ab und kann aufs Neue der Umgebung Wärme entziehen. Zum Antrieb einer Wärmepumpe wird jedoch elektrischer Strom benötigt. Dieser sollte dann aus Klimaschutzgründen aus erneuerbaren Energieträgern wie Sonne oder Wind

erzeugt werden. Bei der Nutzung von Erdwärme wird zwischen Tiefengeothermie und Oberflächennahe Geothermie unterschieden.

Die oberflächennahe Geothermie nutzt den Untergrund bis zu einer Tiefe von ca. 400 m und Temperaturen von bis zu 25 °C für das Beheizen und Kühlen von Gebäuden, technischen Anlagen oder Infrastruktureinrichtungen. Hierzu wird die Wärme oder Kühlenergie aus den oberen Erd- und Gesteinsschichten oder aus dem Grundwasser gewonnen. Neben klassischen Anwendungsformen zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser wird die oberflächennahe Geothermie auch zur Beheizung von Gewächshäusern sowie zur Enteisung von Weichen oder Parkplätzen eingesetzt. Als Tiefengeothermie bezeichnet man die Nutzung der Erdwärme in Tiefen zwischen 400 und 5.000 Metern. Im Vergleich zur oberflächennahen Geothermie sind dort die Temperaturen weitaus höher. Neben der Wärmeversorgung ist Tiefengeothermie auch für die Stromerzeugung nutzbar. Ab einer Temperatur von etwa 90 Grad Celsius ist eine wirtschaftliche Stromerzeugung möglich. Der Vorteil der Geothermie ist ihre ständige Verfügbarkeit. Die geothermische Stromerzeugung in Deutschland steht noch am Anfang. Bis heute sind nur wenige Anlagen, vor allem in Süd- und Südwestdeutschland, in Betrieb.

Umgebungswärme umfasst sowohl Umweltwärme als auch oberflächennahe Geothermie. Umweltwärme schließt die in bodennahen Luftschichten („aerothermische Umweltwärme“) und in Oberflächengewässern („hydrothermische Umweltwärme“) entnommene und technisch nutzbar gemachte Wärme ein. Für die Nutzung werden Sonden ins Erdreich eingeführt oder Matten benutzt, die weniger als 2 Meter unter der Erdoberfläche verlegt werden. Möglich sind auch Luftwärmepumpen, die der Umgebungsluft die Wärme entziehen. Die Nutzung von Umgebungswärme erfolgt überwiegend im Wohnungssektor und ist insbesondere bei Ein- und Zweifamilienhäusern verbreitet. Möglich sind aber auch größere Gebäude wie der Bundestag (Deutscher Bundestag o.J.).

Mobilität und Logistik

Im Rahmen der sogenannten Verkehrswende spielt die Dekarbonisierung der Antriebe eine zentrale Rolle, denn die Treibhausgasemissionen der Mobilität sind, mit rund 149 Mio. t CO₂-Äq bzw. fast 20% aller CO₂-Emissionen allein in Deutschland im Jahr 2021, maßgeblich für den Klimawandel verantwortlich (UBA 2022). Differenziert nach verschiedenen Verkehrsarten zeigt sich, dass der Straßengüterverkehr 2020 rund 46 Mio. t CO₂-Äq bzw. 30% der Verkehrsemissionen verursacht (ebd.) hat. Es sind somit zwei Trends wirksam: Zum einen eine Minderung der Emissionen (insbesondere der Schadstoffe), die aber bei LKWs deutlich größer sind (-32%) als bei PKWs (-5%). Zum anderen stieg für beide die Zahl der gefahrenen Kilometer - die PKW-Fahrleistung hat sich seit 1995 verdoppelt, die des Güterverkehrs per LKW ist um 74% gestiegen (ebd.).

In den Unternehmen wird es daher zunehmend wichtig, bei der Wahl der Verkehrs- und Transportmittel auf deren Verbräuche und Emissionen zu achten. Dies betrifft sowohl

den Bereich Transport und Logistik, wie auch den Individualverkehr (z. B. Weg zur Arbeit) und Geschäftsreisen.

Energieträger für den Antrieb

Im Kern geht es bei der Dekarbonisierung der Mobilität darum, die Verbrennung fossiler Kraftstoffe wie Benzin, Diesel und Kerosin durch biogene Kraftstoffe, Wasserstoff oder elektrischen Strom zu ersetzen. Im Weiteren werden die zentralen Option zur Dekarbonisierung der Mobilität beschrieben:

Biogene Kraftstoffe

Hier wird der Kraftstoff aus Pflanzen erzeugt. Dies können Öl-Pflanzen wie Raps sein, aus denen Biodiesel, oder Zuckerrohr, aus dem Ethanol erzeugt wird. Letzteres ist z.B. in Brasilien eine wichtige Kraftstoffquelle. Die Antriebstechnik ist vergleichbar mit konventionellen Verbrennungsmotoren mit der Ausnahme, dass das bei der Verbrennung entstehende CO₂ klimaneutral ist, denn die bei der Verbrennung freigesetzte CO₂-Menge entspricht in etwa derjenigen Menge, die die Pflanze während ihres Wachstums mittels Photosynthese der Atmosphäre entzogen hatte. Das Problem der biogenen Kraftstoffe zeigte sich schon Anfang der 2000er-Jahre, als Raps zur Erzeugung von Biodiesel angebaut wurde. Zentral ist der Zielkonflikt zwischen Ernährung und Mobilität: Auf einer Ackerfläche können nur Nahrungsmittel oder Treibstoffe angebaut werden – für beides reicht der Platz nicht (Deutschlandfunk 2012). Wie sich die biogenen Treibstoffe für den Verkehrssektor entwickeln werden und ob sie eine Zukunft haben, ist politisch auch 10 Jahre später noch nicht entschieden (vgl. Deutscher Bundestag 2022). Inzwischen steht auch die Nutzung von Alkohol im E95-Benzin (5% Anteil nachwachsende Treibstoffe) auf dem Prüfstand. Das Bundesumweltministerium und das Landwirtschaftsministerium beabsichtigen, Biokraftstoffe zu verbieten und arbeiten seit 2022 an einem Gesetzentwurf (autobild 2023, Tagesschau 2023). Die Ministerien argumentieren hierbei mit der essentiellen Nutzung von Getreide für die Ernährung, so dass der Verkehrssektor ab 2030 nicht mehr in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion steht. Biokraftstoffe aus Palmöl (Biodiesel) werden seit Anfang 2023 zudem nicht mehr gefördert. Dies wird damit begründet, dass Palmöl in Ostasien vor allem in Plantagen und durch Rodung von Urwäldern und Trockenlegung von Mooren gewonnen wurde. Dies führte zu erheblichen Treibhausgasemissionen, da die Naturflächen diese über Jahrzehnte emittieren (vgl. National Geographic / Voss 2022).

Synthetische Kraftstoffe

Diese werden durch chemische Verfahren hergestellt. Bei ihnen wird nicht Mineralöl als Rohstoffquelle genutzt, sondern andere Energieträger (Umweltbundesamt 2022i). Bei den sogenannten E-Fuels wird zur Herstellung Strom eingesetzt, mit dem Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten wird. In einem Folgeschritt kann der gewonnene Wasserstoff in Verbindung mit anderen Komponenten – hier vor allem Kohlenstoffdioxid – zu sogenannten Power-to-X-Kraftstoffen verarbeitet werden

(entweder in Form von Gas als Power-to-Gas (=PtG) oder in Form von flüssigen Kraftstoffen als Power to Liquid (=PtL). PtL-Kraftstoffe können wie Benzin oder Diesel in Verbrennungsmotoren eingesetzt werden. Das Umweltbundesamt sieht den Einsatz dieser Kraftstoff nur dort als sinnvoll an, wo Strom nicht direkt als Antrieb genutzt werden kann, etwa im Flugverkehr (Umweltbundesamt 2022 j)

Brennstoffzellen-Fahrzeuge

Ein Brennstoffzellenauto (FCEV) wird ausschließlich von einem Elektromotor angetrieben. Der Strom wird in einer Wasserstoff-Brennstoffzelle erzeugt. Bei der Nutzung von Wasserstoff in Fahrzeugen ist von entscheidender Bedeutung, dass dieser mit elektrischem Strom aus erneuerbaren Energien hergestellt wird, ein sogenannter grüner Wasserstoff - denn nur dann ist sein Einsatz in Fahrzeugen CO₂-frei und damit klimaneutral. Die Herstellung von grünem Wasserstoff erfolgt mittels Elektrolyse von Wasser. Das Umweltbundesamt hält den Einsatz von Wasserstoff im Straßenverkehr nur in den Bereichen für sinnvoll, "in denen eine direkte Nutzung von erneuerbarem Strom nicht möglich ist", etwa aufgrund eines hohen Energiebedarfs oder großer Reichweiten, wie beispielsweise im Seeverkehr, im internationalen Flugverkehr oder unter bestimmten Umständen im Straßengüterfernverkehr (Umweltbundesamt 2022h).

Elektrofahrzeuge

Ein vollelektrisches Fahrzeug (BEV) wird ausschließlich von einem batteriebetriebenen Elektromotor angetrieben. Der wird über das Stromnetz aufgeladen, das heißt: er benötigt keinen fossilen Kraftstoff. Dadurch fährt das Fahrzeug zu 100% emissionsfrei. Allerdings ist hier der Strommix von Bedeutung: Der Anteil von Gas und Kohle führt zu Emissionen bei der Stromerzeugung. Schon heute verursacht ein Elektrofahrzeug der Kompaktklasse über den gesamten Lebensweg bis zu 30 % weniger Treibhausgase als ein vergleichbares Benzin- oder Dieselfahrzeug (Bundesregierung o. J.b). Beispielsweise verbraucht ein Midi-SUV, wie der Hyundai Kona, elektrisch ca. 14 kWh elektrische Energie und emittiert ca. 64 g CO₂-Äq pro km (eigenes Fahrzeug des Autors). Der vergleichbare Benziner verbraucht etwas mehr als 6 Liter Benzin pro 100 km und emittiert 141 g CO₂-Äq pro km. Der Diesel-Kona verbraucht knapp 5 Liter Diesel und emittiert 127 g CO₂-Äq pro km.

Für die Elektromobilität gibt es zahlreiche Mischformen. Im einzelne lassen sich dabei unterscheiden:

- **Mild-Hybrid:** Ein Mild-Hybrid-Fahrzeug (mHEV) wird von einem Verbrennungsmotor angetrieben, der einen Elektromotor mit Energie versorgt. Dieser kann die Energie speichern und in geeigneten Situationen nutzen. Das sorgt für eine Ersparnis von bis zu einem Liter auf 100 Kilometern.
- **Vollhybrid:** Ein Vollhybrid (sHEV) hat einen Verbrennungs- und einen batteriebetriebenen Motor. Bei niedrigen Geschwindigkeiten bis zu 50 km/h und auf kurzen Strecken bis etwa 3 km ist ein reiner Elektroantrieb möglich. Die für

den Betrieb des Elektromotors erforderliche Elektrizität wird vom Verbrennungsmotor erzeugt.

- Plug-in-Hybrid: Im Vergleich zum Vollhybrid kann ein Plug-in-Hybridfahrzeug (PHEV) rein elektrisch schneller und weiterfahren. Der Verbrennungsmotor lädt die Batterie auf, wenn die Leistung nicht ausreicht. Der Akku kann über ein externes Netzteil geladen werden.
- Elektrofahrzeuge mit Range Extender: Elektrofahrzeuge mit Range Extender (E-REV) sind batteriebetriebene Fahrzeuge mit zusätzlichem kleinem Verbrennungsmotor und Generator. Diese nennt man Range Extender. Der Verbrennungsmotor springt nur an, um zusätzlichen Strom für die Batterie zu erzeugen. Im Unterschied zum Hybridantrieb treibt er das Fahrzeug aber nicht direkt an.
- Elektroauto mit Batterie: Ein vollelektrisches Fahrzeug (BEV) wird ausschließlich von einem batteriebetriebenen Elektromotor angetrieben. Der wird über das Stromnetz aufgeladen, das heißt: er benötigt keinen fossilen Kraftstoff. Dadurch fährt das Fahrzeug zu 100% emissionsfrei.
- Elektroauto mit Brennstoffzelle: Ein Brennstoffzellenauto (FCEV) wird ausschließlich von einem Elektromotor angetrieben. Im Gegensatz zum vollelektrischen Fahrzeug wird der Strom nicht mit Batterien, sondern mit Wasserstoffbrennstoffzellen erzeugt. Wasserstoff-Brennstoffzellen erzeugen Strom, indem sie Wasserstoff mit Sauerstoff kombinieren. Auch ein Auto mit Brennstoffzelle ist lokal zu 100% emissionsfrei.

Nutzfahrzeuge: Elektrisch oder mit Brennstoffzellen?

In der gewerblichen Wirtschaft sind die mit fossilen Treibstoffen wie Diesel betriebenen Verbrennungsmotoren ab 3,5 t bis hin zu den üblichen 40 Tonnen und auch die schweren Nutzfahrzeuge (z.B. Abfall-Sammelfahrzeuge, Schwertransporter, Zementmischer) von besonderer Relevanz. Maßgeblich angeschoben wird die Verkehrswende im Schwerlastverkehr durch die EU-Klimaziele, den CO₂-Ausstoß von neuen Pkw's bis 2030 um 37,5 Prozent zu senken und dies bereits in fünf Jahren auch auf schwere Nutzfahrzeuge auszudehnen. Während es im PKW-Bereich fast ausschließlich batteriebetriebene Konzepte sind, kommen im Bereich der Nutzfahrzeuge möglicherweise neben batterie-angetriebenen Fahrzeugen auch Brennstoffzellen in Betracht. Wie sich dies entwickeln wird, ist noch nicht klar.

Batteriefahrzeuge haben zwei Nachteile. Zum einen den schweren und teils voluminösen Elektrostrang. Zum anderen fehlt bisher gänzlich eine Ladeinfrastruktur für Elektro-LKW's, so dass diese Langstreckenfahrzeuge nur zwischen zwei definierten Stationen pendeln können, um z.B. beim Abladen erneut geladen zu werden. Alternativ sind jedoch die kleineren Modelle ("7,5-Tonner"), die besonders gut für den innerstädtischen Lieferverkehr geeignet sind. Volvo z.B. bietet seit Mitte 2022 Elektro-LKWs unterschiedlicher Größe an (vgl. Volvo o.J.). Die Volvo-Modelle sind alle für den regionalen Verkehr konstruiert. Der FM Electric hat ein Gesamtzuggewicht von 44 t, eine Leistung von 490 kW, eine Batterieleistung von bis zu 540 kWh (zum

Vergleich: Der Hyundai Kona / Midi-SUV hat eine Leistung von 64 kWh) und eine Reichweite von bis zu 390 km (im Sommer). Die Zuladung beträgt 23 t. Die Vorteile sind der niedrige Geräuschpegel (Anlieferung auch in Nachtstunden) und die Emissionsfreiheit (keine Fahreinschränkungen in städtischen Gebieten mit Emissionsbeschränkungen). Bei Gleichstromladung mit 250 kW ist eine Vollladung in 2,5 h möglich.

Alternativ zum E-LKW gibt es viele Hersteller von Nutzfahrzeugen mit Brennstoffzellen. Um bis zum Jahr 2025 bei schweren Nutzfahrzeugen 15 Prozent CO₂-Emissionen und bis 2030 sogar 30 Prozent einzusparen, erscheint die Brennstoffzellentechnologie daher besonders vielversprechend. Denn einerseits sind konventionelle Lkw-Antriebsstränge mit Diesellaggregaten bereits in hohem Maße optimiert und bieten daher nur noch wenig Einsparpotenzial. Andererseits lassen sich bestehende Lösungen zum batterieelektrischen Antrieb von Pkw nicht direkt von Pkw's auf Lkw's übertragen, da die benötigte Batterie zu schwer und die Ladezeiten zu lang wären.

Wasserstoffbetriebene Fahrzeuge sind leiser, wartungsärmer und – bei Herstellung des Wasserstoffs aus regenerativen Quellen – CO₂-neutral. Umweltzonen und emissionsbedingte Durchfahrtsverbote stellen keine Probleme mehr dar. Zwar sind erste Fahrzeuge bereits auf dem Markt verfügbar, jedoch muss die Brennstoffzellenentwicklung bei einer Einführung bis 2025 deutlich beschleunigt werden (KIT 2020).

Gleichwohl ist die Entwicklung von Lkw-Antrieben auf Wasserstoffbasis branchenweit auf einem nie dagewesenen Höchststand. Etablierte Unternehmen, darunter Hersteller wie Hyundai oder Daimler Trucks, aber auch völlig neue Anbieter wie die US-amerikanische Firma Nikola, die in Kooperation mit IVECO und Bosch an der Marktreife von Brennstoffzellen-Lkws feilt, überbieten sich im Rennen um Effizienz, Reichweite und Fortschrittlichkeit. Verwunderlich ist diese Entwicklung angesichts der Vorteile von grünem Wasserstoff nicht: Große Tanks ermöglichen hohe Reichweiten mit einer Tankfüllung. Verschiedene Hersteller arbeiten mit Konzepten, die Reichweiten zwischen 400 und über 1000 Kilometern versprechen. Der Tankprozess ähnelt dabei dem bisherigen Ablauf. Ein Umstellen ganzer Prozesse auf längere Lade- und Standzeiten ist daher nicht nötig. Und Innenstädte, die lärm- und feinstaubbelastet sind, können schon in wenigen Jahren deutlich entlastet werden.

Zwischen Pkw und schweren Nutzfahrzeugen liegen leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5 t. Genau die nehmen immer mehr Hersteller als Versuchsballon für den Wasserstoffantrieb mit Brennstoffzelle, meist in Verbindung mit einer Plug-in-Ladelösung. So lässt Stellantis, der Mutterkonzern von Opel, Peugeot und Citroën, in den kommenden zwei Jahren in Rüsselsheim eine Kleinflotte von 2000 Fahrzeugen von Elektro auf Wasserstoff, jeweils mit einer Reichweite von 400 Kilometern (bfp 2022) umrüsten. Die Brennstoffzellentechnologie wird sich vermutlich nicht im PKW-Segment durchsetzen. Eine Studie des österreichischen Umweltbundesamtes kam 2014 mit einer Ökobilanz zum Schluss, dass Elektroantriebe die klimafreundlichsten Antriebe noch vor der

Brennstoffzellentechnologie sind (Umweltbundesamt 2014). Neuere Untersuchungen zeigen aber, dass die Brennstoffzellentechnologie mit zunehmender Verbesserung der Herstellung von Wasserstoff sich durchaus im Lastverkehr durchsetzen könnte (NOW GmbH 2021: 82 ff.).

Transport, Logistik, Produkte und Umweltschutz

Im Zuge der Globalisierung erfolgt ein weltweit wachsender Gütertausch. Dadurch werden Zulieferketten länger und der Güterverkehrssektor hat einen immensen Einfluss auf das Klima. Logistik und Transport verursachen gemäß WEF-Studien derzeit mehr als 5,5 Prozent aller CO₂-Emissionen weltweit, Tendenz steigend (Fraunhofer IML o.J.).

“Auch der Anteil der Logistik an den Emissionen des Lebenszyklus von Produkten ist mit 5-15% nicht vernachlässigbar und bietet folglich hohes Potential. Dies betrifft Beschaffungswege für Rohstoffe und Komponenten. Auch in der Distribution von Fertigwaren zum Kunden lassen sich Klimaschutz-Potenziale heben” (ebd.).

Die Wahl der Transportmittel hat einen unmittelbaren Einfluss auf die Treibhausgasemissionen, wie folgende Tabelle zeigt (Statista 2022b, UBA 2021b, FIS 2012, carboncare o.J):

Transportmittel	Durchschnittliche CO ₂ -Emissionen pro Tonnenkilometer in Gramm
Hochsee-Massengutfrachter (UBA bzw. carboncare)	17 bzw. 6-7
LKW	90,5
Binnenschiff	30
Güterzug	24,5

Der Deutsche Speditions- und Logistikverband e.V. hat bereits 2013 einen Leitfaden zur Berechnung von Treibhausgasemissionen in Spedition und Logistik veröffentlicht (DSL 2013). In ihm sind Definitionen, Berechnungsmethoden und Beispiele aus der Branche aufgeführt.

Ferntransporte

Die Mobilität ist für einen wesentlichen Teil des Klimawandels verantwortlich – in Deutschland verantwortet die Mobilität rund 20% der Emissionen (UBA 2022d). Der Anstieg der Emissionen kommt vor allem durch die höheren Verkehrsleistungen, die Emissionseinsparungen durch mehr Dieselfahrzeuge, Elektromobilität und effizientere LKW-Motoren zustande. Mobilität ist für die globale Wirtschaft aber unvermeidbar.

In der Diskussion stehen vor allem Ferntransporte aus anderen Kontinenten, aber auch der LKW-Verkehr innerhalb Europas. Doch wie verhält es sich mit dem Distributionsverkehr – also der Auslieferung an Zwischenhändler. Und wie mit dem

Endkundenverkehr? Im Folgenden zeigt eine Modellierung die Relationen von transkontinentalen und nationalen Verkehr. Hierzu kann man Mandeln betrachten, die aus Kalifornien per Schiff geliefert werden (eigene Berechnung mit carboncare o.J., und NABU o.J., Methodik: WtW Well to Wheel, d.h. Gewinnung des Erdöls, Produktion und Verteilung des Schweröls sowie Nutzung zum Antrieb des Schiffes):

- Um 22 Millionen Mandelplätzchen herzustellen, werden 20 t Mandeln benötigt, die aus Kalifornien per Schiff importiert werden. Berechnet man nun die Strecke von 15.480 km von San-Franzisko nach Hamburg mit einem 20 Fuß Container, der mit Mandeln gefüllt ist und 25 t wiegt, so ergibt sich mit $6,5 \text{ g/t*km}$ Emissionen insgesamt ein Ausstoß von $2,55 \text{ t CO}_2\text{-Äq}$ für den gesamten Transport von San-Francisco nach Hamburg-Hafen.
- Die Emissionen, die bei der Verteilung innerhalb Deutschlands in die verschiedenen Städte anfallen, sind dabei höher: Ein LKW hat THG-Emissionen von ca. $110 \text{ g CO}_2\text{-Äq}$ pro Tonnenkilometer (mittlerer Wert Statista 2022b, UBA 2021b, FIS 2012). Verteilt man die Mandeln je 1.000 kg an Großlageristen einmal rund um Deutschland, so fährt der LKW eine Gesamtstrecke von 3.700 km und beliefert 20 Großhändler. Ohne Berücksichtigung der geringer werdenden Emissionen aufgrund des geringeren Ladegewichts kommt man auf Gesamtemissionen von ca. $0,41 \text{ t CO}_2\text{-Äq}$ (eigene Berechnung).
- Nimmt man an, dass eine Bäckerei oder eine Konditorei 50 kg Mandeln abnimmt und hierfür 50 km mit einem Kleintransporter fährt, so erhält man eine Strecke 20.000 km für den gewerblichen Einkauf. Die THG-Emissionen belaufen sich ca. $190 \text{ g CO}_2\text{-Äq}$ pro km (Diesel, 150 PS, car-wiki o.J.). Der gewerbliche Einkaufsverkehr führt sich zu weiteren $3,80 \text{ t CO}_2\text{-Äq}$.

Die Modellierung zeigt, dass nicht der internationale Transport das primäre Problem ist und auch die Distribution mit dem LKW, sondern auch der Einkauf der Bäcker und Bäckerinnen bei ihren Großhändlern.

Ferntransporte versus “Regionalität”

Ein wichtiger Verbrauchertrend in 2022 ist die “Klimafreundliche und nachhaltige Ernährung” (nutrition hub 2022). Dies verbinden die Befragten auch mit der “Regionalität”. Argumente hierfür sind, dass das Klima geschont wird und durch die Vermeidung von Transport-Emissionen frische Lebensmittel geschmacksintensiver sind, da auf eine Kühlung oder unnatürliche Reifung (z.B. Bananen werden grün verschifft) verzichtet wird. Es stehen sich allerdings verschiedene Nachhaltigkeitsziele gegenüber: Auf der einen Seite die Minderung von Emissionen im Transportsektor und die Förderung regionalen Wirtschaftswachstums. Auf der anderen Seite stehen sich aber Arbeit und Einkommen in den Hersteller Ländern (die sich ohnehin durch eine schwache Wirtschaftsleistung auszeichnen) sowie die “gesunde Ernährung” (Südfrüchte sind Vitaminreich und sind europaweit nur beschränkt verfügbar, besonders selten im Winter) gegenüber.

Die Bedeutung des Prinzips der Regionalität kann am Beispiel von Wein erläutert werden. Der Weinbau verursacht keine besondere Klimabelastung (außer durch Düngung, die Prozesse der Kelterung, der Glasherstellung (s. das Beispiel unten) und des Abfüllens). Die folgende Berechnung zeigt beispielhaft, wie groß die THG-Emissionen für den Transport aus unterschiedlichen Herkunftsländern sind. Berechnet werden die THG-Bilanzen einer importierten Flasche Wein (1,3 kg, d.h. 0,75 l Wein, 0,50 kg Glas-Einwegflasche und 0,5 kg Verpackung, nicht jedoch die Palette) per LKW von Bordeaux oder dem Rheingau sowie mit dem Frachtgut-Containerschiffe aus Südafrika nach Hamburg (carboncare o.J.; Methodik: WTW Well to Wheel, d.h. Gewinnung des Erdöls, Produktion und Verteilung des Schweröls sowie Nutzung zum Antrieb des Schiffes; Emissionen LKW: mittlerer Wert Statista 2022b, UBA 2021b, FIS 2012):

- Basisdaten: 40 Fuß Container: 22.176 Flaschen (Fl) = 28.800 kg (ITJ o.J.)
- Kapstadt bis Hamburg: 15.633 km
 - THG-Emissionen Containerschiff: 6,5 g /t*km (carboncare o.J.)
 - $6,5 \text{ g/Tkm} * 15.633 \text{ km} * 28,8 \text{ T} = 2.926 \text{ kg CO}_2\text{-Äq} / 22.176 \text{ Flaschen} =$
 - 131 g CO₂-Äq pro Flasche
- Bordeaux bis Hamburg: 1.500 km
 - THG-Emissionen LKW: 110 g /t*km
 - $110 \text{ g/t*km} * 1.500 \text{ km} * 28,8 \text{ t} = 4.752 \text{ kg CO}_2\text{-Äq} / 22.176 \text{ Flaschen} =$
 - 214 g CO₂-Äq pro Flasche
- Rheingau bis Hamburg: 540 km
 - THG-Emissionen LKW: 110 g /t*km
 - $110 \text{ g/t*km} * 540 \text{ km} * 28,8 \text{ t} = 1.710 \text{ kg CO}_2\text{-Äq} / 22.176 \text{ Flaschen} =$
 - 77 g CO₂-Äq pro Flasche

Der Transport aus Südafrika mit dem Schiff führt dazu, dass seine Emissionen unter denen eines innereuropäischen Transportes liegen. Nur der "regionale" Transport aus dem Rheingau ist niedriger. Wichtig ist jedoch die Relation: Der Transport aus dem Rheingau beträgt nur 3,5% der Entfernung des Transportweges aus Südafrika, aber die Emissionen betragen knapp 60% im Vergleich zum südafrikanischen Wein. Dies zeigt, dass Langstreckentransporte nicht mit dem gleichen Gewicht zur Klimabilanz beitragen, wenn sie mit energieeffizienten Transportmitteln vollzogen werden.

Ferntransporte und Verpackungsgewicht

Eine Alternative für den Ferntransport ist ein Transport mit einem Flextank, in den auf 20 Fuß 24.000 l Wein passen (ITJ o.J.). Das würde im obigen Beispiel die Emissionen reduzieren, da in zwei 20 Fuß Containern 48.000 l Wein und somit 64.000 Flaschen Wein transportiert werden können. Die THG-Werte für den Flextank-Transport umgerechnet auf eine Flasche Wein sind demnach wie folgt (Berechnung mit carboncare.o.J.):

- aus Kapstadt: 199 g CO₂-Äq
- aus Bordeaux: 77 g CO₂-Äq

- aus dem Rheingau: 28 g CO₂-Äq

Der Ferntransport in Flex tanks ist eine Möglichkeit, rund 42% der Emissionen beim Transport einzusparen.

Ein anderes Beispiel ist ein Vergleich zwischen Bierflasche und Bierdose (vgl. Scharp 2020). Hierbei gibt es die Besonderheit, dass viele Brauereien entweder spezielle Flaschen von der Form her oder mit einer Prägung verwenden. Daneben gibt es standardisierte Einheitsflaschen (EFL). Auch wenn alle Flaschen "Mehrweg" sind, können die speziellen Bierflaschen nicht wie die Einheitsflaschen der Deutschen Brunnen von jedem Betrieb befüllt werden. Sie müssen zur jeweiligen Brauerei zurückgefahren werden.

Transport von Bierkästen	je...	Glas	Alu		Glas	Alu	EFL
Anzahl Paletten	LKW	30	30				
Gewicht (kg)	Palette	22	22		660	660	660
Anzahl Gebinde (Kästen / Tray)	Palette	40	70		1.200	2.100	1.200
Anzahl Flaschen / Dosen	Kiste/Tray	20	24		24.000	50.400	24.000
Gewicht (kg)	Gebinde	18	13		21.600	27.300	21.600
Ladung (kg)					22.260	27.960	22.260
Füllmenge	Flasche/Dose	0,5	0,5		12.000	25.200	12.000
Transportgewicht (Gebinde und Paletten, kg)					27.126	27.028	27.126

Jede Bier-Mehrwegflasche mit einer Prägung muss von der Brauerei zum Laden und zurück geliefert werden. Untersuchungen zeigen, dass eine Flasche Bier rund 200 km von der Brauerei zum Verbraucher und 200 km zurücklegt. Der Rückweg ist aber anders: Eine Einheitsflasche kann zu jeder Brauerei gefahren werden. Die leere und gepresste Dose wird zwar zu einem Recycling-Betrieb gefahren, aber sie ist viel leichter als eine Bierflasche. Deshalb ist ihre notwendige Transportenergie deutlich geringer. Die folgende Tabelle zeigt eine einfache Modellierung wobei davon ausgegangen wird, dass die Transportdistanzen für die Einheitsmehrwegflasche und die Aluminiumdose beide nur die Hälfte einer Flasche mit Prägung sind.

	Glas	Alu	EFL
Verbrauch Hinweg (l/100 km)	35	35	35
Distanz Hinweg (km)	200	200	100
Verbrauch Rückweg (l/100 km)	25	10	25
Distanz Rückweg (km)	200	100	100
Dieserverbrauch (l)	120	90	95

Auf dieser Basis lassen sich die Emissionen je Liter Bier berechnen wie die folgende Tabelle zeigt:

	Glas	Alu	EFL
Dieserverbrauch je LKW-Ladung (l)	120	90	95
CO ₂ -Emission in kg je Liter Diesel (kg/l)	200	200	100

CO ₂ -Emission je LKW-Ladung (kg)	312	234	247
Liter Bier pro LKW (l)	12.000	25.200	12.000
CO ₂ -Emissionen je Liter Bier (kg)	0,026	0,009	0,020
CO ₂ -Emissionen je Liter Bier (g)	26	9	20

Der Transport der Aludosen verursacht viel weniger Emissionen. Bei diesem Vergleich ist eines zu beachten: Der Transport stellt nur einen kleinen Teil der Energie und die CO₂-Emissionen im Lebenszyklus des Bieres. Die Rohstoffgewinnung für Glas und Aluminium, die Produktion des Behältnisses, die Reinigung und das Recycling benötigen ebenfalls viel Energie, aber jeweils unterschiedliche Mengen.

Geschäftsreisen

Alternative Verkehrsmittel im Individualverkehr und bei Geschäftsreisen (Bus und Bahn statt Auto oder Flugzeug) führen ebenso zur Entlastung der Umwelt wie die Wahl alternativer Transportträger in der Logistik (Bahn und Schiff statt LKW mit Verbrennungsmotoren oder Flugzeugen).

Bei Geschäftsreisen besteht vielfach die Wahl zwischen Bahn und Pkw-Nutzung, wobei die PKW-Nutzung im Mittel zum Vier- bis Fünffachen an CO₂-Emissionen führt (Mein Klimaschutz o.J.). Bei innerdeutschen Flügen ist man oder Frau aufgrund der langen Check-In-Zeiten im Prinzip kaum schneller als mit der Bahn. Hier kann der UmweltMobilCheck der Deutschen Bahn eine Orientierung geben (Deutsche Bahn o.J.). Eine Fahrt von Berlin nach Hamburg führt bei Pkw-Nutzung zu etwa 54 kg CO₂-Äq, bei Bahnnutzung zu 0,03 kg CO₂-Äq.

Sollten Geschäftsreisen mit dem Flugzeug gelegentlich unvermeidbar sein, bieten sich Kompensationsmodelle zum Ausgleich der Klimawirkung an, bei denen eine Klimakompensation erfolgt. Hierbei wird ein Geldbetrag entsprechend der verursachten Emissionen überwiesen und dieser wird in Klimaschutzprojekte investiert z.B. in den Moorschutz oder Wiederaufforstung (vgl. atmosfair o.J.). Bei einem Hin- und Rückflug von Berlin nach Shanghai entstehen ca. 4.800 kg CO₂ Emissionen. Diese können durch 111 € Ausgleichszahlung kompensiert werden.

Nutzungsverhalten

Neben der Umrüstung der Dienstwagen auf elektrische Antriebe sollte auch der individuelle Umgang mit Mobilität überdacht werden. Es können beispielsweise THG-Emissionen eingespart werden, wenn die Mitarbeitenden zu Fuß oder mit dem Rad zum Arbeitsplatz im Handel kommen, sofern aus gesundheitlichen Gründen oder einer zu großen Distanz zum Arbeitsort nichts dagegen spricht. Zudem kann der Betrieb die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel z.B. durch ein Jobticket attraktiver gestalten. Auch die Förderung von Dienstfahrrädern ist in einigen Städten und Kommunen möglich. Zusätzlich ist die Bildung von Fahrgemeinschaften denkbar, wenn es sich von den Arbeitszeiten und den Wegen anbietet. Strecken, die mit dem Auto gefahren werden müssen, sollten optimiert werden (Routenoptimierung), insbesondere gilt dies für den

Transport von Waren. Außerdem hat die Fahrgeschwindigkeit einen erheblichen Einfluss auf die ausgestoßenen THG-Emissionen. Laut Umweltbundesamt verursachten im Jahr 2020 Pkw und leichte Nutzfahrzeuge auf Bundesautobahnen in Deutschland THG-Emissionen in Höhe von rund 30,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten. Durch die Einführung eines generellen Tempolimits von 120 km/h auf Bundesautobahnen würden die Emissionen um jährlich 2,0 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente reduziert und ein Tempolimit von 100 km/h würde sie um 4,3 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr mindern (UBA 2022b). Auch ohne generelles Tempolimit kann jede*r die Fahrgeschwindigkeit reduzieren, das spart nicht nur THG-Emissionen sondern auch Kosten ein (mobile.de 2020). Denn bei hohen Geschwindigkeiten verbrauchen Fahrzeuge überdurchschnittlich viel Kraftstoff. Nach Angaben des ADAC verbraucht ein Mittelklasseauto um bis zu zwei Drittel mehr Kraftstoff, wenn er statt 100 km/h mit 160 km/h fährt (ebd.).

Beleuchtung

Beleuchtung ist in allen Berufen ein Handlungsfeld, bei dem Energie eingespart werden kann. Der Standard für Energieeffizienz in der Beleuchtung sind LED-Lampen und LED-Röhren. In 2009 wurde die "Glühbirne" auf Initiative der EU vom Markt genommen, anstelle dessen wurde im breiten Umfange die Energiesparlampe bzw. Leuchtstofflampe (Fachbegriff: Kompaktleuchtstofflampen) verwendet, die bei gleicher Lichtstärke wie eine 75 Watt Glühbirne nur rund 10 Watt verbraucht. Die technische Entwicklung ging jedoch weiter bis hin zu LED-Lampen, die wiederum im Vergleich zur Glühbirne rund 70% bis 90% der Energie einsparen (enterga o.J., energieexperten o.J.).

Die Bedeutung des technischen Wandels weg von der Glühbirne (und auch der Halogenbirne) hin zur LED-Technik lässt sich im Rückblick zeigen. In 2003 wurden ca. 71 TWh/a (Terawattstunden pro Jahr) Strom für die Beleuchtung verwendet. Dies waren 71.000 Gigawattstunden. Ein Atomkraftwerk erzeugt zwischen 9.000 und 13.000 GWh Strom, rein rechnerisch mussten fast 9 Atomkraftwerke nur die Beleuchtung laufen (Stromrechner o.J.).

Für Unternehmen mit Büros und Hallen sind LED-Leuchtstoffröhren besonders interessant, da bisher immer Leuchtstofflampen installiert wurden. Heutzutage gibt es LED-Röhren, die ohne Umbau in die vorhandenen Lichtkästen eingebaut werden können. Nur das Vorschaltgerät muss ggf. ausgewechselt werden. Die Einsparung liegt bei 50% des bisher genutzten Stroms (LEDONLINE o.J.). Die Vorteile neben der Energieeinsparung sind offensichtlich: Die Röhren zerbrechen nicht, sie enthalten kein Quecksilber, sie flimmern nicht und haben einen hohen Leistungsfaktor (ebd.).

Ein Beispiel für Energie- und Kosteneinsparungen ist das folgende. Fuhrbetriebe nutzen immer große Hallen für ihre Fahrzeuge. Der WVV Würzburger Verkehrsverbund betreibt eine Tiefgarage von mehr als 2.000 Quadratmetern, die durch 65 Standard-Neonröhren mehr schlecht als recht ohne Abschaltung ausgeleuchtet wurde (energieeffizienzimbetrieb.net o.J.). Im Rahmen eines Würzburger Energie- und Klimaprogramms wurde die Beleuchtung modernisiert. Anstelle der alten Leuchten

wurden 116 effizientere Neonleuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten installiert, deren Verlustleistung 10 bis 20% geringer ist. Bewegungsmelder und digitale Steuerungstechnik reduzieren die Leuchtstärke auf 10%, wenn keine Personen anwesend sind oder Fahrzeuge sich nicht bewegen. Hierdurch wurde der Stromverbrauch um rund 75% reduziert und die Lebensdauer der Lampen verdreifacht. Die Investitionskosten betragen fast 50.000 Euro, die statische Amortisation lag bei 7 Jahren. Pro Jahr wurden fast 7.000 Euro und rund 16.400 kg CO₂-Äq eingespart. Durch einen Austausch der eigentlich effizienten Leuchtstoffröhren gegen LED-Leuchtröhren konnte der Energieverbrauch noch einmal um mehr als die Hälfte verringert werden.

Eine weitere mögliche Stellschraube bei der Beleuchtung ist die Verwendung von Strom aus regenerativen Energiequellen. Eine eigene PV-Anlage auf dem Bürogebäude oder auf dem Betriebsgelände in Verbindung mit einem Batteriespeicher kann erheblich Strom aus Sonnenlicht bereitstellen. Allerdings ist die Solarstrahlung in den Wintermonaten – gerade dann, wenn die Anzucht stattfindet, nur gering. In diesem Falle sollte zumindest der Strom aus erneuerbaren Energien – im Winter fast ausschließlich aus Windenergie – bezogen werden.

Kältetechnik

Knapp 50 % des Stromverbrauchs im Food-Handel (46 Prozent) gehen auf das Konto der Kältetechnik – gekühlt werden insbesondere Fleisch- und Milchprodukte, Tiefkühlkost sowie frisches Obst und Gemüse (HDE o.J.). Nicht zuletzt aus einem wirtschaftlichen Vorteil heraus haben bereits viele Einzelhandelsunternehmen Maßnahmen ergriffen, um die Energieeffizienz der Standorte zu verbessern. Zusätzlich wurden teilweise auch Kühlgeräte auf natürliche Kältemittel umgestellt. (ebd.)

Die Motivation für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen ist daher sehr groß. Bereits durch das richtige Aufstellen der Kühlmöbel sowie die effiziente Einlagerung der Kühlwaren lassen sich kostengünstige Einsparungen erzielen. Eine regelmäßige Wartung ergänzt die Maßnahmen zur Energieeffizienz. Der Austausch veralteter Kühlmöbel durch moderne Modelle, die mit Glastüren, Rollos oder Regeltechnik ausgestattet sind und mit denen Verbrauchsdaten minutengenau erfasst werden können, ermöglicht weitere Einsparpotenziale. Alleine durch diese Maßnahmen sind Stromkostensenkungen von 35 bis 50 Prozent möglich.

Kühlanlagen werden oft noch mit synthetischen Kältemitteln betrieben, die ein sehr hohes Treibhausgaspotenzial aufweisen. Das sogenannte Global Warming Potential (GWP) gibt an, wie viel die Masse eines Treibhausgases im Vergleich zur entsprechenden Menge CO₂ zur globalen Erwärmung beiträgt. CO₂ hat also einen GWP-Wert von 1, das klimaschädliche Kältemittel R404A einen GWP-Wert von 3.922 (cold.world, o.J.). Bereits seit 2020 dürfen keine Neuanlagen mit R404A errichtet werden und ab 2030 ist es ganz verboten. Dann dürfen Anlagen, die mit Kältemitteln mit einem THG-Potential größer als 2.500 betrieben werden, nicht mehr nachgefüllt werden (ebd).

Bereits drei Viertel der Händler aus dem Food-Bereich setzen laut einer Studie (EHI 2017) ausschließlich Kohlendioxid (CO₂ bzw. R744) als Kältemittel in ihren neuen Verbundanlagen ein, in Neubauten seien diese Anlagen bereits Standard. Ein weiterer Vorteil von CO₂ als Kühlmittel ist, dass es praktisch unbegrenzt und günstig verfügbar steht und bei Leckagen nicht wie die anderen synthetischen Kältemittel um das hundertfache oder tausendfache das Klima schädigt. Bei neuen steckerfertigen Kühlmöbeln (Plugin-Geräte) wird immer häufiger das Kühlmittel Propan (C₃H₈ bzw. R290) verwendet, doch auch andere natürliche Kältemittel wie Butan oder Kohlendioxid kommen hier zum Einsatz. Bei langen Kühltheken setzen sich für die Tief- und Normalkühlung vermehrt CO₂-Booster-Anlagen durch. Hierbei werden unterschiedliche Verdichter für die Normalkühlstufe und die Tiefkühlstufe aus (vgl. KI Kälte Luft Klimatechnik 2012). Kombiniert werden diese mit einer Wärmerückgewinnung, da Kohlendioxid hoch komprimiert und somit die Wärme gut abgeführt werden kann.

Zahlen einer Studie des VDMA zu Kälteanlagen in Supermärkten umfassen den Energiebedarf von Anlagen für die Verkaufskühlmöbel. Dabei wird zwischen steckerfertigen Kühlmöbel (je Möbel, ein Kältesystem) sowie nicht steckerfertige Kühlmöbel unterschieden. Zweites beinhaltet Montageanlagen, bei denen der Verflüssigersatz getrennt von der Kühlstelle aufgestellt ist, beispielsweise für Kühlzellen und zusammengesessene Kühlmöbel oder zentrale Kälteanlagen, mit einem Maschinenraum, in welchem sich der Verdichter befindet (VDMA 2019). Eine grundsätzliche Effizienzsteigerung durch z.B. eine Modernisierung der Geräte zwischen 2009 und 2017 hebt sich jedoch durch den Einsatz größerer Anlagen weitestgehend auf (ebd.). Dieses Phänomen ist insbesondere bei den Discountern zu beobachten. Die VDMA Studie geht von einem Gesamtenergiebedarf von 8.500 GWh für Supermarktkälte im Jahr 2017 aus, was eine Steigerung von 4% im Vergleich zu 2009 bedeutet.

Neben dem Energiebedarf für Supermärkte erhob die VDMA-Studie Zahlen an Energieverbrauch, die dem Bereich der Kältetechnik zuzuordnen sind für weitere Einzelhandelsbereiche: Apotheken, Bäckereien, Fleischerhandwerk (inkl. Filialen), Kioske, Getränke Einzelhandel und Tankstellenshops. Diese werden in der folgenden Tabelle für das Jahr 2017 auf Basis des VDMA (VDMA 2019) dargestellt.

Branche	Anzahl Objekte	Kältesysteme (1000 Stück)	Energiebedarf (GWh/a)
Fleischerhandwerk inkl. Filialen	20.552	90,4	872
Bäckereifilialen	35.000	87,5	119
Getränke Einzelhandel (Abholmärkte)	10.230	25,6	26
Tankstellenshops	14.510	69,6	628
Kioske	36.653	66	62
Apotheken	19.748	49,4	17

Blumenläden	19.351	19,4	87
-------------	--------	------	----

Der Strombedarf in Deutschland lag bei rund 484 TWh bzw. bei 484.000 GWh (Bundesnetzagentur 2023). Summiert man obige Werte, so erhält man einen Strombedarf von rund 1.800 GWh, das entspricht einem Anteil von weniger als 0,4%. Grundsätzlich werden Geräte auch im Bereich Kältetechnik energetisch effizienter und der Anteil an Primärenergie sinkt. Allerdings findet sich nicht selten eine Überkompensation durch die Anschaffung größerer und mehr Geräte (VDMA 2019).

Rationelle Energienutzung und Energiesparen

Neben dem Einsatz erneuerbarer Energien zählt auch die rationelle Energienutzung zu den Maßnahmen, um das Energiesystem in Richtung Nachhaltigkeit zu transformieren. Typische Handlungsfelder der rationellen Energienutzung sind die Energieeffizienz und das Energiesparen, die beide eng miteinander verknüpft sind.

- **Energieeffizienz:** Energieeffizienz beschreibt das Maß für den Energieaufwand zur Erreichung eines festgelegten Nutzens. Sie ist umso höher, je geringer die Energieverluste für das Erreichen des jeweiligen Nutzens sind (vgl. UBA 2013). Es gilt also das Minimalprinzip: Das vorgegebene Ziel soll mit so wenig Aufwand wie möglich erreicht werden. Wenn alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Unternehmen – vom Auszubildenden bis zur Geschäftsführung – aktiv daran arbeiten, verantwortungsbewusst und vorausschauend mit der Ressource Energie umzugehen, kann nicht nur der ökonomisch relevante Energieverbrauch des Betriebs positiv beeinflusst werden. Darüber hinaus kann mit ressourcenschonendem Handeln gleichzeitig ein Beitrag zu einer zukunftsfähigen Wirtschaft und Gesellschaft geleistet werden. Konkret geht es bei der Energieeffizienz darum, Geräte und Maschinen zu nutzen, die bei gleicher Funktionserfüllung einen geringeren Energiebedarf haben.
- **Energieeffizienzkenzeichnung:** In der EU gibt die Energieeffizienzkenzeichnung gemäß Verordnung (EU) 2017/1369 Auskunft über die Energieeffizienz von Elektrogeräten und weiteren Energieverbrauchern. Die Kennzeichnung erfolgt für verschiedene Gerätegruppen in Form von Etiketten auf den Geräten und in Werbematerialien. Seit dem Jahr 2021 erfolgt die Kennzeichnung der Energieeffizienz in Form von Effizienzklassen. Deren Skala reicht von „A“ bis „G“, wobei Geräte mit der höchsten Effizienz mit der Kennzeichnung „A“ ausgezeichnet werden. Daneben gibt es zahlreiche weitere Kennzeichen. Bekannt ist der amerikanische Energy Star für energiesparende Geräte, Baustoffe, öffentliche/gewerbliche Gebäude oder Wohnbauten. Der Energy Star bescheinigt die jeweiligen Stromspar Kriterien der US-Umweltschutzbehörde EPA und des US-Energieministeriums (www.energy.star.gov). Auch nationale Umweltzeichen wie der Blaue Engel können, je nach ausgezeichnetem Produkt, aufgrund vergleichsweise hoher Energieeffizienz vergeben werden

(www.blauer-engel.de). Für PKW's gibt es ein eigenes Kennzeichen, das die Bewertung und Kennzeichnung der Energieeffizienz neuer Personenkraftwagen hinsichtlich Kraftstoff- und Stromverbrauch regelt (Pkw-EnVKV 2020).

- **Stromsparen:** Die Abgrenzung des Energiesparens zur Energieeffizienz ist allerdings nicht immer eindeutig, denn die Nutzung eines energieeffizienten Gerätes stellt immer auch eine Energieeinsparung gegenüber einem weniger effizienten Gerät dar. Die wichtigsten Stromsparmaßnahmen im Haushalt sind energieeffiziente Geräte (Kühl- und Gefriergeräte, Fernseher u.a.m.) sowie LED-Beleuchtung. Eine Vielzahl von Energiespartipps sind z.B. bei CO₂-Online zu finden (co2online o.J.b). Selbst kleine Maßnahmen, wie Reduzierung des Standby-Verbrauchs, summieren sich im Großen (UBA 2015). EU-weit werden die Leerlaufverluste auf jährlich 51 Mrd. Kilowattstunden geschätzt. Dies entspricht einer Energiemenge, die etwa 14 Großkraftwerke mit jeweils 800 Megawatt Leistung pro Jahr erzeugt und dabei etwa 20 Mio. t CO₂ in die Atmosphäre emittieren (ebd.).

Energie zu erzeugen und zu verbrauchen steht beim derzeitigen Energiemix Deutschlands, der sich unter anderem aus Kohleenergie zusammensetzt, in direktem Zusammenhang mit negativen Auswirkungen auf die Umwelt. So erzeugt zum Beispiel die Verbrennung von fossilen Brennstoffen zur Gewinnung von Strom und Wärme oder zur Ermöglichung von Mobilität Treibhausgase (z.B. CO₂) sowie andere für Mensch und Umwelt schädliche Emissionen (z.B. Feinstaub). Die umweltschonendste Energie ist deshalb die, die nicht erzeugt und verbraucht wird. Energieeinsparung und -effizienz stellen folglich entscheidende Hebel für eine zukunftsorientierte Gestaltung von Wirtschaft und Gesellschaft dar.

Am Arbeitsplatz besteht die Möglichkeit, allein durch die Veränderung des persönlichen Verhaltens, bis zu 15% Energie zu sparen. Im Jahr 2015 wurde beispielsweise im GHD-Sektor (Gewerbe, Handel, Dienstleistung) der meiste Strom in folgenden Bereichen verbraucht: 36% für Beleuchtung, 25% für mechanische Energie und 16% für Informations- und Kommunikationstechnik (jeweils gemessen am Gesamtverbrauch). Somit kann bereits ein prüfender Blick, ob das Tageslicht zum Arbeiten ausreicht oder der Computer vollständig ausgeschaltet ist, einen sinnvollen Beitrag zur Energieeinsparung- und -effizienz leisten (vgl. Bundesweites Energieeffizienz-Berater-Netzwerk 2017; BMWi 2017). Diese Form der Reflexion des eigenen Verhaltens leistet nicht nur einen umweltbewussten Beitrag zur zukunftsorientierten Gestaltung von Wirtschaft und Gesellschaft, sondern kann dem Betrieb auch helfen, finanzielle Ressourcen einzusparen.

Zum Beispiel kann durch folgende einfache Maßnahmen bereits ein verantwortungsbewusstes Energieverhalten am Arbeitsplatz realisiert werden (vgl. dena 2012; dena 2014):

Beleuchtung

- **Tageslicht:** Bevor das Licht (z.B. unter Verwendung moderner Energiesparlampen) eingeschaltet wird, sollte geprüft werden, ob nicht auch das Tageslicht für die Büroarbeit ausreichend ist. Mit Hilfe weißer Wände und Decken kann das Tageslicht optimal ausgeschöpft werden. Darüber hinaus können sogenannte Tageslichtsensoren genutzt werden, von denen Lampen je nach Tageslichteinfall an- und ausgeschaltet bzw. gedimmt werden.
- **Anzahl der Lichtquellen:** Nutzen Sie nicht zu viele Lichtquellen, da dies oftmals keine Verbesserung der Helligkeit mit sich bringt.
- **Energiesparlampen:** Verwenden Sie energiesparende Lichtquellen. Diese sind meist nicht nur heller, sondern besitzen sogar eine höhere Lebensdauer.
- **Licht an selten genutzten Orten:** Schalten Sie das Licht an selten genutzten Orten aus.

Klimatisierung

- **Zimmertemperatur:** Bei einer Temperatur von 20 bis 22°C herrschen optimale Arbeitsbedingungen in Büroräumen. Wenn Sie eine Heizung oder eine Klimaanlage verwenden, sollten Sie die Fenster und Türen geschlossen halten. Wenn Sie Ihr Büro lüften, bietet sich das so genannte „Stoßlüften“ an. Für die objektive Einschätzung der Zimmertemperatur kann ein Thermometer hilfreich sein.
- **Freie Heizkörper:** Stellen Sie die Heizkörper nicht zu und halten Sie diese staubfrei, da sich die Wärme sonst nicht gleichmäßig im Raum verteilen kann bzw. nur vermindert abgegeben werden kann.

Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT)

Der Begriff Green IT ist ein Sammelbegriff, der das Bestreben, Informations- und Kommunikationstechnologie über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg umwelt- und ressourcenschonend zu nutzen und zu gestalten (vgl. Reisinger 2014) beschreibt.

- **Bildschirmschoner:** Am besten ist es, die Funktion „Monitor ausschalten“ im Verwaltungsmenü des PCs zu aktivieren. Je nach Einstellung schaltet sich der Monitor dann nach einigen Minuten automatisch in den Stand-by-Modus und kann durch einen Tastendruck oder eine Mausbewegung schnell wieder aktiviert werden.
- **Stand-By:** Schalten Sie Ihre Geräte am Arbeitsplatz (z.B. PC, Bildschirm und Drucker) aus, bevor Sie ihn verlassen. Schätzungen zufolge werden 50% der Arbeitsplatzcomputer über Nacht oder das Wochenende hinweg nicht ausgeschaltet. Dies ist auch aus ökonomischer Perspektive wenig sinnvoll. So beziffert beispielsweise das Umweltbundesamt die unnötig verursachten Kosten durch den allgemeinen Stand-by-Stromverbrauch deutschlandweit auf vier Milliarden Euro pro Jahr (vgl. UBA 2008).

Energiespeicherung

Eine zentrale Herausforderung bei der Nutzung erneuerbarer Energien ist ihre Fluktuation, denn Solarstrahlung steht nachts nicht zur Verfügung und auch der Wind weht nicht kontinuierlich. Eine ausgeglichene Balance von Stromerzeugung und Stromnachfrage ist aber unabdingbar für die Versorgungssicherheit sowie die Netzstabilität. Um eine gleichmäßige Frequenz im Stromnetz aufrechtzuerhalten, müssen Erzeugung und Nutzung aufeinander abgestimmt werden. Andernfalls muss die Differenz und mögliche Frequenzschwankungen durch die sogenannte Regellenergie ausgeglichen werden. Möglichkeiten dazu sind:

- Abschaltung von EE-Anlagen (geringere Einspeisung)
- Zuschaltung von Speicherkraftwerken (höhere Einspeisung)
- Abschaltung großer Verbraucher (geringere Entnahme)

Energiespeichertypen

Die Abschaltung ist aber meist unökologisch und zudem unwirtschaftlich. Ferner muss benötigte Regellenergie kostenintensiv im nationalen oder europäischen Verbundnetz eingekauft werden. Um dies zu vermeiden, bieten sich Energiespeicher an, die bei Bedarf zugeschaltet werden, wenn nicht genug erneuerbarer Strom zur Verfügung steht. Diese sind:

- Pumpspeicherkraftwerke: Kostengünstig, nur für gebirgige dünn besiedelte Regionen (z.B. Norwegen, Öst. Alpen), benötigen einen Netzanschluss z.B. durch sehr lange und teure DC-Leitungen durch die Ost- und Nordsee
- Druckluft: einfache Technologie, gut nutzbar bei Anbindung an WKA, aber nur begrenztes Speicherpotential und bisher eher ein Forschungsgegenstand
- Schwungräder: einfache Technologie, aber hohe Masse des Rades und noch in der Entwicklung
- chemisch als Wasserstoff: Elektrolyse von Wasser zur Stromerzeugung, gut erforscht für Kleinanlagen, derzeit erfolgt ein großtechnischer Aufbau, wichtiger Zielkonflikt: Wasserstoff ist auch relevant für die Stahl-, Zement- und chemische Industrie sowie zum Antrieb von LKWs (evt. Flugzeuge), teure Technologie
- chemisch als Methan: Elektrolyse von Wasser zur Stromerzeugung, dann Reduktion von CO_2 zu Methan (CH_4), relevant für Gebäudeheizungen, teure Technologie

Allen obigen Technologien ist gemeinsam, dass die Umwandlung von Kraft oder innerer Energie immer mit hohen Verlusten verbunden ist, aufgrund der Thermodynamik (Wärmeverluste). Bekannt ist dies auch aus dem geringen Wirkungsgrad von Verbrennungskraftmaschinen (Motoren).

Batteriespeicher

Nach derzeitigem Stand der Technik bieten sich als Stromspeicher nur unterschiedliche Batterietypen an. Im Folgenden werden die verschiedenen Technologien besprochen und auf Probleme der Nachhaltigkeit eingegangen.

- **Lithium-Ionen-Batterien** (GRS o.J., ISE o.J.): Dieser Batterietyp ist derzeit der wichtigste, sowohl für die Versorgung von Kleingeräten (Mobiltelefone, Tablet, Notebooks, Werkzeuge) als auch für Fahrzeuge und Fahrräder sowie als Hausspeicher (s.a.u.). Batterien im Kleinstbereich und für die Elektromobilität müssen ein geringes Gewicht beim höchsten Energiegehalt haben. Weitere Faktoren sind die Kosten, die Brandsicherheit, die Ladefähigkeit und die Lebensdauer. Bei dieser Batterie übernehmen Lithium-Ionen den Stromtransport, es erfolgt keine chemische Reaktion sondern nur eine Ionen-Einlagerung). Die Kathode enthält Cobaltoxid (CoO), die Anode besteht aus Graphit. Als Elektrolyt dienen Li-organische Verbindungen. Die Vorteile sind die höchste Energiedichte aller im großen Maßstab produzierten Batterien, kein Memory Effekt und eine gute Zyklenfestigkeit. Die Nachteile sind ein hoher Preis, ein aufwändiges Zellmanagement aufgrund der geringen Größe und damit verbunden einer hohen Anzahl von Zellen. Aus Sicht der Nachhaltigkeit ist insbesondere die Gewinnung von Cobalt in Sambia und der Demokratischen Republik Kongo, dem wichtigsten aller Lieferländer, sehr gewichtig, da dies meist illegal (FAZ-net 2022, Safe the Children 2022) und unter Zerstörung der Natur abgebaut wird. Lithium hingegen ist Salz, welches in verschiedenen Ländern in Salzseen vorkommt. Der größte Produzent ist Australien (51.000 t) vor Chile (13.000 t; VW o.J.). Hierbei spielt insbesondere die Bereitstellung von Wasser und die Abwasserbehandlung eine wichtige Rolle, da die Gewinnung meist in ariden Regionen stattfindet. Die bekannten Reserven übersteigen die Bedarfe um ein Vielfaches, Lithium ist somit kein "knappes" Metall (ebd.).
- **Lithium-Eisenphosphat-Batterien** (Energieexperten 2019; Pylontech o.J.; Chemie-Schule o.J. und RCT Power o.J.): Diese Batterien befinden sich derzeit in einer intensiven Phase der Weiterentwicklung und werden vermutlich ein Ersatz für die Lithium-Ionen-Batterien in vielen Bereichen (Wohnungen, LKW, gewerbliche Anlagen mit geringeren Stromverbräuchen) sein. Anstelle von Cobalt wird Eisen in der Kathode verwendet, die Anode besteht aus Graphit. Sie benötigen nur 80 g Li (4,5 Gewichts-%, LiCo-Batterien 160 g Li) für 1.000 Wh und haben ein geringes Brandrisiko aufgrund der geringen Energiedichte (<90 Wh/kg) sowie keinen freien Sauerstoff in der Redoxreaktion. Der Memory-Effekt ist vernachlässigbar, der Wirkungsgrad beträgt 93-98%. Sie haben zudem eine hohe Zyklenfestigkeit (mehr als 6.000) bei geringem Kapazitätsverlust (5%). Zum Vergleich: Ein Blei Akku hält rund 600 Ladezyklen. Lithium-Phosphat-Batterien werden sowohl für mobile als auch stationäre Anwendungen verwendet, sowohl im Eigenheim Bereich als Speicher für PV-Strom bis hin zu Großanlagen. Tesla ist hierbei einer der Vorreiter. Das Unternehmen hat 2017 in Australien den (damaligen) größten Energiespeicher mit Lithium-Batterien errichtet: 100 MW

Leistung und 125 MWh Speicherkapazität (Erneuerbare Energien 2021). Inzwischen gibt es aber ein Speichersystem mit einer Kapazität bis zu 300 MWh (Ingenieur.de 2021).

- **Lithium-Mangandioxid** (GRS o.J.): Dieser Batterietyp ist besonders wichtig in der Elektronik, da Lithium die größte Kapazität hat (ca. 4 Ah/g). Lithium ist aber auch sehr wasserempfindlich (auch Feuchte), weshalb die Batterien feuchtedicht verkapselt werden müssen. Die Kathode besteht aus Mangandioxid, die Anode aus Lithium, der Elektrolyt ist organisch. Die Vorteile sind eine hohe Energiedichte, sie sind lagerfähig, es findet nur eine geringe Selbstentladung statt und es sind extrem dünne Batterien möglich (0,4 mm). Die Nutzung erfolgt vor allem für Langzeit-Anwendungen in der Elektronik, bei IKT, in der Messtechnik und der Fotografie. Aus Sicht der Nachhaltigkeit ist anzumerken, dass es Einweg-Batterien sind. Ein Recycling ist prinzipiell möglich, aber die Rückführung ist schwierig, weil z.B. Batterien vor allem über Verkaufsstellen gesammelt werden. Mangan ist ein häufiges Metall ohne besondere gefährliche Eigenschaften, es spielt eine wichtige Rolle in der Photosynthese in Pflanzen (ISE o.J.). Es wird aus Erzen gewonnen. Aus der Nachhaltigkeitsperspektive sind derzeit keine besonderen Bedenken vorhanden.
- **Redox-Flow-Batterien** (RF-Batterie) (Batterieforum o.J.; Kim et al., 2000); Batterieforum o.J.): Die Basis dieser Batterie ist eine redox-aktive Flüssigkeit in einem Tank, die mit einer zweiten Flüssigkeit in dem anderen Tank (reversibel) reagiert. Ein Beispiel ist eine Vanadium-Salz-Batterie, bei der Vanadium unterschiedliche Oxidationszustände einnimmt. Die Leistung ist unabhängig von der Kapazität von Anolyt und Katholyt, sie ist skalierbar durch das Volumen und den Salzgehalt. Zentral ist eine Ionenselektive Membran, die den ganzen Prozess erst möglich macht (im Unterschied zu obigen Batterietypen). Der Wirkungsgrad erster Großanlagen soll bei größer 60% liegen, die Zyklenfestigkeit bei größer 10.000. Vorteile sind die Millisekunden-Ansprechbarkeit, keine Selbstentladung, und geringer Wartungsaufwand. Der Nachteil ist die geringe Energiedichte (10 - 25 Wh/l). Anwendungsmöglichkeiten sind das Lastmanagement und die Möglichkeit für "Back-up-Power", d.h. die Stabilisierung des Stromnetzes. Die bisher größte Batterie dieses Typs wurde 2013 in China errichtet aus zehn Einheiten a 20 MW und einer Speicherkapazität von 800 MWh (Erneuerbare Energien 2021). Zum Vergleich: Das größte Pumpspeicherkraftwerk in Deutschland (Markersbach) hat eine Speicherkapazität von 4.000 MWh und eine Leistung von 1.050 MW (Vattenfall o.J.). Vanadium ist ein häufiges Metall ohne besondere gefährliche Eigenschaften, es spielt eine wichtige Rolle in der Phosphorylierung in allen Lebewesen (ISE o.J.). Es wird aus Erzen und Erdölrückständen gewonnen. Aus der Nachhaltigkeitsperspektive sind derzeit keine besonderen Bedenken vorhanden.

Die wichtigste Batterie ist derzeit (noch, Stand Anfang 2023) die Lithium-Ionen-Batterie. (GRS o.J., ISE 2021): Dieser Batterietyp dient sowohl für die

Versorgung von Kleingeräten (Mobiltelefone, Tablet, Notebooks, Werkzeuge) als auch für Fahrzeuge und Fahrräder sowie als Hausspeicher (s.a.u.). Batterien im Kleinstbereich und für die Elektromobilität müssen ein geringes Gewicht beim höchsten Energiegehalt haben. Weitere Faktoren sind die Kosten, die Brandsicherheit, die Ladefähigkeit und die Lebensdauer. Die Kathode enthält Kobalt-Oxid (CoO), die Anode besteht zumeist aus leitendem Graphit. Als Elektrolyt dienen Li-organische Verbindungen (batterieforum o.J.). Die Vorteile sind die höchste Energiedichte aller im großen Maßstab produzierten Batterien, kein Memory Effekt und eine gute Zyklenfestigkeit. Die Nachteile sind ein hoher Preis, ein aufwändiges Zellmanagement aufgrund der geringen Größe und damit verbunden mit einer hohen Anzahl von Zellen. Im Folgenden wird an zwei Beispielen gezeigt, welche globalen Auswirkungen die Batterieproduktion für Lithium-Ionen Batterien hat.

Cobaltgewinnung in der Demokratischen Republik Kongo

Aus Sicht der Nachhaltigkeit ist insbesondere die Gewinnung von Cobalt in Sambia und der Demokratischen Republik Kongo (statista 2022c), dem wichtigsten aller Lieferländer, sehr gewichtig, da hier u.a. ein illegaler und umweltzerstörender Abbau stattfindet (FAZ-net 2022, Save the Children 2021). Kaufleuten kommt somit eine hohe Verantwortung zu, wenn es um den Einkauf von Batterien geht. Dies gilt umso mehr, als aufgrund des Deutschen Sorgfaltspflichten Gesetzes (vgl. Kap. [Deutsches Sorgfaltspflichtengesetz](#)) Unternehmen verpflichtet sind, Menschenrechte u.a. über die gesamte Lieferkette hinweg zu beachten. Es reicht somit nicht, nicht nur auf die Seriosität des Lieferanten für Batterien, sondern auch auf die Lieferbeziehungen des Lieferanten für seine Rohstoffe zu achten. Es reicht nicht, sich auf Aussagen von Lieferanten zu verlassen (die nicht unbedingt ein Interesse haben, Umwelt- und Gesellschaftsprobleme ihrer Produktion zu verneinen, sondern eine unabhängige Quelle zu Rate zu ziehen. So hat z.B. UNEP 2010 einen Bericht veröffentlicht, der auf die Wasserverschmutzung durch Bergbau aufmerksam macht (ebd.). Bamana et. al. haben die Umweltfolgen des Cobalt-Abbaus auf lokale Gemeinschaften, in denen sich Handwerker zu einer (legalen) Bergbau-Genossenschaft zusammenschließen, in der Republik Kongo untersucht (ebd. 2021). Die Autoren bestimmten einen erhöhten Cobalt-Anteil im Blut der Bewohner, illegale Umsiedlungen, Landraub bei (häufig) fehlenden Eigentumstiteln, Korruption der lokalen Politik und Verwaltung oder Einschränkungen der Nutzung von Gemeinschaftsland für andere Gruppen wie z.B. Landwirte. Sie vermuten zudem eine Untergrabung der Menschenrechte sowie ein höheres Aufkommen an Gewalt.

Lithiumgewinnung für Batterien

Lithium ist ein Salz, das in verschiedenen Ländern in Salzseen (Chile und Argentinien) oder als Mineral (Australien) vorkommt (VW o.J.). Der größte Produzent ist Australien - 51.000 t - vor Chile - 13.000 t. Die bekannten Reserven übersteigen derzeit die Bedarfe um ein Vielfaches, weshalb diskutiert wird, ob Lithium ein "knappes" Metall ist oder nicht (ebd.). Lithium kommt vor allem in sehr ariden Gebieten vor, da es als lösliches

Salz vor allem im Meerwasser zu finden ist und die heutigen Lithiumvorkommen über Jahrtausende aus den Salzlagerstätten des Meeres stammen. Bei der Gewinnung sowohl aus Mineralien als auch aus salzhaltigem Tiefenwasser oder aus den sogenannten "Salaren" in Salzseen ist Wasser zur Aufbereitung und Abscheidung anderer Salze von entscheidender Bedeutung. Deshalb spielt insbesondere die Bereitstellung von Wasser, aber auch die Abwasser- und Rückstandsbehandlung eine wichtige Rolle. Aus Argentinien liegen Berichte vor (Deutschlandfunk 2019), dass die Gewinnung von Lithium mit vielen Umweltfolgen verbunden ist. Bauern beklagen, dass junge Lamas früh sterben und schon krank geboren werden. Ursache könnte Staub mit basischem Natriumhydroxid sein, welches zur Lösung der Salze benötigt wird (ebd.). Zudem werden durch Bohrungen die Süßwasserquellen kontaminiert und die Wasserstellen werden ungenießbar für die Tiere. Da es sich um eine sehr aride Region ohne viel Regen handelt, ist dies sehr bedenklich. Wie oben beschrieben, obliegt es Kaufleuten beim Einkauf von Lithium-Ionen Batterien auch hier dem Deutschen Sorgfaltspflichtengesetz genüge zu tun.

Umweltschutz und Rohstoffgewinnung

Ohne Frage führt die Nutzung fossiler Energieträger aufgrund des verursachten Klimawandels aber auch der Atomkraft aufgrund der ungelösten Endlagerfrage zu wesentlich größeren Problemen als die Nutzung erneuerbarer Energieträger. Beispielhaft sollen einige wichtige Themen kurz vorgestellt werden.

Fracking

Fracking wird bei der Erdgas- und Erdölgewinnung und zur Erschließung von Tiefengeothermie eingesetzt. Unter hohem Druck wird Wasser mit Zusatzstoffen in das Speichergestein gepumpt, da es von sich aus nicht durchlässig genug ist. Es können Verunreinigungen von Grund- und Trinkwasser sowie Luftemissionen auftreten und es besteht ein hoher Flächen- und Wasserverbrauch. Kritisch sind besonders die eingesetzten Chemikalien, die deshalb in Deutschland stark reglementiert sind. Besonders kritisch ist der Prozess bei der Erdgasförderung, weshalb "die Erdgasgewinnung in Schiefer-, Ton-, Mergel- und Kohleflöz-Gestein (sogenannte unkonventionelle Fracking-Vorhaben) aufgrund der fehlenden Erfahrungen und Kenntnisse in Deutschland grundsätzlich verboten ist." (UBA, 2017).

Feinstaub

Bis Ende des letzten Jahrhunderts waren Smog und saurer Regen mit ihren gesundheitlichen Folgen (Atemwegserkrankungen) bzw. Umweltfolgen (Baumsterben und Versauerung von Gewässern) eine offensichtliche Wirkung der Nutzung fossiler Brennstoffe. Durch Rußfilter, Verwendung schwefelarmer Brennstoffe und der Entschwefelung von Rauchgasen wurden diese Probleme in der EU weitgehend gelöst. Geblieben sind Gesundheitsfolgen durch Feinstaub und Stickoxiden, denen mit neuen Filteranlagen, Katalysatoren, AdBlue und strengen Abgasnormen begegnet wird. Seit

1995 haben sich die als besonders gefährlich geltenden Feinstaubemissionen fast halbiert, von ca. 346.000 t auf 180.000 t im Jahr 2020 (Statista 2022). Ein wirksame Alternative gegen Feinstaub ist vor allem der Umstieg auf E-Mobilität, da diese in Elektromotoren nicht entstehen. Allerdings gibt es eine neue konterkarierende Entwicklung: Es werden immer mehr Kaminöfen in Betrieb genommen: Mehr als 11 Millionen (Tagesschau 2022). Das Umweltbundesamt sieht diesen Trend sehr kritisch (ebd.): "Die Kaminöfen, die sich immer stärkerer Beliebtheit erfreuen, belasten die Luftqualität beachtlich." Die Feinstaubemissionen aus der Holzverbrennung übersteigen in Deutschland die Auspuff-Emissionen von Lkws und Pkws bei weitem".

Flächenkonkurrenz

Flächenkonkurrenz gibt es grundsätzlich für alle Einrichtungen und Aktivitäten. Wo ein Auto parkt, kann kein Fahrrad stehen, wo eine Schule gebaut wird, finden keine Wohngebäude mehr Platz. Bei fossilen Energien ist die im Tagebau gewonnene Braunkohle das offensichtliche Beispiel für Flächenverbrauch und damit Konkurrenz für andere Nutzungen über Jahrzehnte hinweg. Erneuerbare Energien haben eine geringere Energiedichte als (abgebaute) fossile Brennstoffe. Es wird mehr Fläche benötigt, um (pro Jahr) eine bestimmte Menge an Energie zu gewinnen. Deshalb muss beim Umstieg auf die Erneuerbaren besonders auf eine Minimierung des Flächenverbrauchs geachtet werden. Dies geschieht insbesondere durch Doppelnutzung von Flächen, wo immer dies möglich ist (z.B. Solaranlagen auf Hausdächern) und durch die Nutzung biogener Abfallstoffe (Gülle, Mist, Pflanzenreste) zur Biogasgewinnung, die nicht extra angebaut werden müssen. Innerhalb der erneuerbaren Energien ist Bioenergie besonders flächenintensiv. Ihr Energieertrag liegt zwischen 1,5 und 7 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr [$\text{kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2/\text{a}$]. Für andere Erneuerbare liegen die Werte z.B. für die bodennahe Geothermie bei 30 - 40 und für Solarwärme bei 100 bis 230 $\text{kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2/\text{a}$ (Dumke, 2017). Photovoltaik liegt mit der Energiedichte in der Nähe von Solarwärme, für Wind ist der Wert noch höher. Hier hängt die Angabe aber davon ab, wie der "Flächenverbrauch" definiert wird. Die Fläche wird zwar bis auf wenige Meter um die Anlage nicht verbraucht, kommt aber bspw. für Wohnnutzung in einem wesentlich größeren Bereich nicht mehr infrage.

Flächen- und Wasserverbrauch

Alle mineralischen Ressourcen der Elektronik werden im Bergbau gewonnen. Insbesondere der Tagebau nimmt große Flächen in Anspruch. Aber aufgrund des Abbaus, der oberirdisch gelagert wird, beanspruchen auch unterirdische Minen viel Platz. Größere Bergwerke können mit zugehöriger Infrastruktur (z.B. Absetzbecken) 20 bis 30 km^2 Fläche umfassen. Aber um dies auch richtig einzuordnen, entspricht dies viel weniger als die Agrarwirtschaft nutzt. In Argentinien wurden Soja-Felder angelegt, die mehr als 1.000 ha groß sind - eine Fläche von 10 km^2 (DLF 2008). Im Mittel benötigt man für die Gewinnung einer Tonne Kupfer zwischen 3-6,5 m^2 Fläche. (BGR 2020). Martens et al. haben einen Flächenverbrauch von 2,3 ha pro Mio t Erz bestimmt (Martens, P. et al 2002). Bedeutsamer ist sicher der Wasserverbrauch und die Emissionen der Verhüttung.

Für die Aufbereitung des Kupfers durch wässrige Prozesse (Mahlen und Flotieren) werden im Mittel 74 m² Wasser pro Tonne Kupfer benötigt (BGR 2020). Immerhin haben viele Minen Aufbereitungsanlagen für das Wasser, so dass in China die Recyclingquote bei 90% und in Chile die Aufbereitungsquote bei 70% liegt (ebd.). Hinzu kommen noch große Emissionen, z.B. durch das Rösten des Kupfersulfides entstehen rund 2,8 t CO₂-Äq.

Rohstoffbedarfe für erneuerbare Energien

Der Klimawandel kann nur begrenzt werden, wenn fossile Kraftwerke gegen Anlagen zur Erzeugung von erneuerbarer Energie ersetzt werden. Dies führt aber im größten Umfange zum Einsatz von Mineralien, Metallen und Kunststoffen. Diese Situation mag zunächst paradox klingen, ist jedoch angesichts planetarer Grenzen und angestrebter gleicher Entwicklungschancen und globaler Verteilungsgerechtigkeit im Rahmen nachhaltiger Entwicklungsziele eine ernste Herausforderung.

- Um die angestrebten Ziele der Windenergiekapazität bis 2030 zu erreichen, ist ein Nettozubau von 82 GW nötig. Der kumulative Rohstoffbedarf dafür beträgt laut Berechnungen der Deutschen Rohstoffagentur rund 40 Mio. t Beton, Stahl, Glasfaserkunststoff und verschiedene Metalle (DERA 2022)
- Um die angestrebten Ziele der Photovoltaik eines Nettozubaus von 161 GW bis 2030 zu erreichen, liegt der kumulative Rohstoffbedarf rund 32 Mio. t Beton, Stahl, Glas und verschiedene Metalle (DERA 2022):

Die folgende Tabelle zeigt die Bedarfe der Ressourcen, um die Wachstumsziele 2030 für Deutschland zu erreichen (DERA 2022).

Tabelle: Ressourcenbedarf für Windenergie- und Photovoltaik-Anlagen 2030

Ressourcen für Windenergieanlagen	Ressourcen für Photovoltaik-Anlagen
<ul style="list-style-type: none"> • 27,4 Mio Tonnen Beton • 9,5 Mio Tonnen Stahl • 1,5 Mio Tonnen Gusseisen • 650 Kilotonnen Glasfaser- bzw. carbonfaserverstärkter Kunststoff (GFK,CFK) • 450 Kilotonnen Zink • 380 Kilotonnen Polymere • 160 Kilotonnen Kupfer • 100 Kilotonnen Aluminium • 65 Kilotonnen Mangan • 40 Kilotonnen Chrom • 31 Kilotonnen Nickel • 8,5 Kilotonnen Molybdän • 5,5 Kilotonnen Seltene Erden 	<ul style="list-style-type: none"> • 10,7 Mio Tonnen Stahl • 9,6 Mio Tonnen Beton • 7,3 Mio Tonnen Glas • 1,4 Mio Tonnen Kunststoffe • 1,2 Mio Tonnen Aluminium • 730 Kilotonnen Kupfer • 600 Kilotonnen Silizium • 2 Kilotonnen Silber • 170 Tonnen Tellur • 165 Tonnen Cadmium • 100 Tonnen Selen • 45 Tonnen Indium • 25 Tonnen Germanium • 12 Tonnen Gallium

Quellenverzeichnis

- atmosfair gGmbH (o.J.): Flüge kompensieren. Online:
<https://www.atmosfair.de/de/kompensieren/flug/>
- autobild (2023): Grüne Umweltministerin will Biosprit verbieten. Online:
<https://www.autobild.de/artikel/biokraftstoffe-biosprit-ropsdiesel-oekodiesel-efuels-e10-umweltschutz-22478915.html>
- autobild (2023): Grüne Umweltministerin will Biosprit verbieten. Online:
<https://www.autobild.de/artikel/biokraftstoffe-biosprit-ropsdiesel-oekodiesel-efuels-e10-umweltschutz-22478915.html>
- Bamana, G., Miller, J. D., Young, S. L., Dunn, J. B. (2021): Behebung der Datenlücke bei der Analyse des sozialen Lebenszyklus: Erkenntnisse aus einer Fallstudie zum Kobaltabbau in der Demokratischen Republik Kongo. Online:
www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590332221006552#fig2
- Bamana, Gabriel; Miller; Joshua D; Young, Sera L.; Dunn, Jennifer B. (2021): Behebung der Datenlücke bei der Analyse des sozialen Lebenszyklus: Erkenntnisse aus einer Fallstudie zum Kobaltabbau in der Demokratischen Republik Kongo. Online:
www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590332221006552#fig2
- Batterieforum (o.J.): Lithium-Ionen-Batterien. Online:
<https://www.batterieforum-deutschland.de/infoportal/lexikon/lithium-ionen-batterien/>
- Batterieforum (o.J.): Lithium-Ionen-Batterien. Online:
<https://www.batterieforum-deutschland.de/infoportal/lexikon/lithium-ionen-batterien/>
- bfp (2022): Online: Der Nutzfahrzeugbereich wird hydrogen.
www.fuhrpark.de/der-nutzfahrzeugbereich-wird-hydrogen
- bfp (2022): Online: Der Nutzfahrzeugbereich wird hydrogen.
www.fuhrpark.de/der-nutzfahrzeugbereich-wird-hydrogen
- BMWi Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.) (2017): Energieeffizienz in Zahlen. Berlin.
- Bundesministerium für wirtschaft und Klimaschutz - BMWK (o.J.) Energieforschungsprogramm) <https://www.energieforschung.de/energieforschungspolitik/energieforschungsprogramm/foerderschwerpunkte>
- Bundesregierung (o.J.): Klimaschonender Verkehr. Online:
www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschonender-verkehr-1794672
- Bundesregierung o.J.b: Klimaschonender Verkehr. Online:
www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschonender-verkehr-1794672
- Bundesweites Energieeffizienz-Berater-Netzwerk (2017): „energieeffizienz-im-betrieb“. Online:
<http://www.energieeffizienz-im-betrieb.net/energiesparen-unternehmen.html>
- Carboncare-Rechner (o.J.): CO₂-Äq/a für internationale Transporte: Online:
<https://www.carboncare.org/co2-emissions-rechner>
- car-wiki (o.J.): CO₂ Ausstoß (Emissionen) des VW Transporters. Online:
<https://carwiki.de/vw-transporter-co2-ausstoss/>
- car-wiki (o.J.): CO₂ Ausstoß (Emissionen) des VW Transporters. Online:
<https://carwiki.de/vw-transporter-co2-ausstoss/>
- CO₂-Online (o.J.): Blockheizkraftwerk: Funktionsweise, Wirkungsgrad, Vor- und Nachteile. Online:
<https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/blockheizkraftwerk-kraft-waerme-kopplung/blockheizkraftwerk-funktionsweise-wirkungsgrad/>
- CO₂Online (o.J.): Strom sparen im Haushalt: 25 einfache Tipps. Online:
<https://www.co2online.de/energie-sparen/strom-sparen-strom-sparen-stromspartipps/strom-sparen-tipps-und-tricks/>
- co2online (o.J.a): Solarthermie: Funktionsweise, Systeme, Kosten und Förderung. Online:
<https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/solarthermie/>

- co2online (o.J.): Strom sparen im Haushalt: 25 einfache Tipps. Online: <https://www.co2online.de/energie-sparen/strom-sparen/strom-sparen-stromspartipps/strom-sparen-tipps-und-tricks/>
- DB Deutsche Bahn (online): <https://www.umweltmobilcheck.de>
- dena Deutsche Energie-Agentur GmbH (2012): Handbuch für betriebliches Energiemanagement. Systematisch Energiekosten senken. Initiative EnergieEffizienz Industrie & Gewerbe. Berlin.
- dena Deutsche Energie-Agentur GmbH (2018): Energiespartipps für PC, Drucker & Co. Einfach Strom sparen. Online: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2018/Energiespartipps_fuer_TV_PC_Co.pdf
- Deutsche Bahn (o.J.): Der Mobilitätscheck der Deutschen Bundesbahn. Online: <https://www.umweltmobilcheck.de>
- Deutsche Bahn (o.J.): Der Mobilitätscheck der Deutschen Bundesbahn. Online: <https://www.umweltmobilcheck.de>
- Deutscher Bundestag (2022): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Fraktion der CDU/CSU – Drucksache 20/1203 – Markthochlauf synthetischer Kraftstoffe für den Verkehrssektor. Online: dserver.bundestag.de/btd/20/015/2001563.pdf
- Deutscher Bundestag (2022): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Fraktion der CDU/CSU – Drucksache 20/1203 – Markthochlauf synthetischer Kraftstoffe für den Verkehrssektor. Online: dserver.bundestag.de/btd/20/015/2001563.pdf
- Deutschlandfunk (2019): Kehrseite der Energiewende. Online: <https://www.deutschlandfunk.de/lithium-abbau-in-suedamerika-kehrseite-der-energiewende-100.html>
- Deutschlandfunk (2019): Kehrseite der Energiewende. Online: <https://www.deutschlandfunk.de/lithium-abbau-in-suedamerika-kehrseite-der-energiewende-100.html>
- DSLV Deutscher Speditions- und Logistikverband e.V. (2013): Leitfaden: Berechnung von Treibhausgasemissionen in Spedition und Logistik <http://www.co2-sachverstaendiger.de/pdf/DSLV-Leitfaden%20Berechnung%20von%20THG-Emissionen%20in%20Spedition%20und%20Logistik.pdf>
- DSLV Deutsche Speditions- und Logistikverband e.V. DSLV (2013): Leitfaden: Berechnung von Treibhausgasemissionen in Spedition und Logistik <http://www.co2-sachverstaendiger.de/pdf/DSLV-Leitfaden%20Berechnung%20von%20THG-Emissionen%20in%20Spedition%20und%20Logistik.pdf>
- E.On (o.J.): <https://www.eon.com/de/geschaeftskunden/technologie/orc-loesungen.html>
- EcoTransIT (o.J.): Emissionsrechner für Treibhausgase und Luftschadstoffe. Online: <https://www.ecotransit.org/de/emissionsrechner/> atmosfair (o.J.): Flüge kompensieren. Online: <https://www.atmosfair.de/de/kompensieren/flug/>
- EcoTransIT (o.J.): Emissionsrechner für Treibhausgase und Luftschadstoffe. Online: <https://www.ecotransit.org/de/emissionsrechner/> Blauer Engel – Gut für mich. Gut für die Umwelt. Online: <https://www.blauer-engel.de/de/blauer-engel/unser-zeichen-fuer-die-umwelt>
- Eigensonne (o.J.): Der Wirkungsgrad moderner Solarzellen – einfach und verständlich erklärt. Online: <https://www.eigensonne.de/wirkungsgrad-solarzelle/>
- Energas (2020): Blockheizkraftwerke und CO₂-Einsparung – wie genau funktioniert das?. Online: <https://www.energag-gmbh.de/co2-einsparung/>
- energieeffizienz-im-betrieb.net (o.J.): Praxisbeispiel: Energiesparen bei der Beleuchtung im Unternehmen. Online: <https://www.energieeffizienz-im-betrieb.net/energiesparen-betrieb/energiespar-hallenbeleuchtung.html>
- energieeffizienz-im-betrieb.net (o.J.): Praxisbeispiel: Energiesparen bei der Beleuchtung im Unternehmen. Online:

- <https://www.energieeffizienz-im-betrieb.net/energiesparen-betrieb/energiespar-hallenbeleuchtung.html>
- energieeffizienz-im-betrieb (o.J.): Praxisbeispiel: Hotel mit BHKW. Online: <https://www.energieeffizienz-im-betrieb.net/energiesparen-betrieb/bhkw-hotel.html>
 - energieexperten (o.J.): Ratgeber: Kennwerte für den Stromverbrauch von Beleuchtungen. Online: <https://www.energie-experten.org/energie-sparen/energieverbrauch/stromverbrauch-berechnen/stromverbrauch-beleuchtung>
 - energieexperten (o.J.): Ratgeber: Kennwerte für den Stromverbrauch von Beleuchtungen. Online: <https://www.energie-experten.org/energie-sparen/energieverbrauch/stromverbrauch-berechnen/stromverbrauch-beleuchtung>
 - energy.net (2017): Bedeutung der Beleuchtung beim Stromverbrauch in Unternehmen. Online: <https://www.energynet.de/2017/05/09/beleuchtung-unternehmen/>
 - entega (o.J.): Stromspartipps. Online: <https://www.entega.de/blog/stromverbrauch-kuehlschrank/>
 - entega (o.J.): Stromverbrauch von Licht: Leuchten im Vergleich. Online: <https://www.entega.de/blog/stromverbrauch-licht/>
 - entega (o.J.): STROMVERBRAUCH VON LICHT: LEUCHTEN IM VERGLEICH. Online: <https://www.entega.de/blog/stromverbrauch-licht/>
 - FAZ-Net Frankfurter Allgemeine Zeitung (2022): Die dunkle Seite der Verkehrswende. Online: <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/schneller-schlau/kobalt-aus-kongo-der-dunkle-preis-der-verkehrswende-17731386.html>
 - FAZ-Net Frankfurter Allgemeine Zeitung (2022 online): Die dunkle Seite der Verkehrswende. <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/schneller-schlau/kobalt-aus-kongo-der-dunkle-preis-der-verkehrswende-17731386.html>
 - FIS Forschungs- und Informationssystem (2012): Umwelt- und Klimabelastung der Seeschifffahrt im modalen Vergleich. Online: www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/334495/
 - FIS Forschungs- und Informationssystem (2012 - Stand des Wissens 2021): Umwelt- und Klimabelastung der Seeschifffahrt im modalen Vergleich. Online: www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/334495/
 - Fraunhofer IML, o.J.): Klimaschutz in Logistik und Verkehr. Online: https://www.iml.fraunhofer.de/de/abteilungen/b3/umwelt_ressourcenlogistik/dienstleistungen/umwelt_und_ressourcen/klimaschutz.html
 - Fraunhofer IML (o.J.): Klimaschutz in Logistik und Verkehr. Online: https://www.iml.fraunhofer.de/de/abteilungen/b3/umwelt_ressourcenlogistik/dienstleistungen/umwelt_und_ressourcen/klimaschutz.html
 - Fraunhofer ISI (2013): Industrielle Abwärmenutzung. Online: https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2013/Kurzstudie_Abwaermenutzung.pdf
 - GRS (o.J.): Die Welt der Batterien - Funktion, Systeme, Entsorgung. Online: <https://www.grs-batterien.de/newsroom/bibliothek/>;
 - GRS Batterien (o.J.): Die Welt der Batterien - Funktion, Systeme, Entsorgung. Online: <https://www.grs-batterien.de/newsroom/bibliothek/>;
 - HSWT Hochschule Weihenstephan-Troisdorf (2015): Energieeinsparung und Effizienzsteigerung in der gärtnerischen Produktion durch LED Belichtungssysteme. Online: <https://forschung.hswt.de/forschungsprojekt/7-led-belichtung-im-gartenbau>
 - HSWT Hochschule Weihenstephan-Troisdorf (2022): Weihenstephaner Modell - Energieeinsparung bei der Produktion von Pflanzen. Online: <https://forschung.hswt.de/de/forschungsprojekt/892-weihenstephaner-modell>.
 - ifeu Institut für Energie- und Umweltforschung (2020): Ökologische Fußabdrücke von Lebensmitteln und Gerichten in Deutschland. Online: www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Reinhardt-Gaertner-Wagner-2020-Oekologische-Fu%C3%9Fabdruecke-von-Lebensmitteln-und-Gerichten-in-Deutschland-ifeu-2020.pdf
 - Industrie-Energieforschung (2022): <https://www.industrie-energieforschung.de/forschen/abwaerme>

- ISE (2021): Christoph Kost, Shivenes Shammugam, Verena Fluri, Dominik Peper, Aschkan Davoodi Memar, Thomas Schlegl. Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien: Fraunhofer – Institut für solare Energiesysteme – ise:Online:
https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/DE2021_ISE_Studie_Stromgestehungskosten_Erneuerbare_Energien.pdf
- ISE (2021): Christoph Kost, Shivenes Shammugam, Verena Fluri, Dominik Peper, Aschkan Davoodi Memar, Thomas Schlegl. Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien: Fraunhofer – Institut für solare Energiesysteme – ise. Online:
https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/DE2021_ISE_Studie_Stromgestehungskosten_Erneuerbare_Energien.pdf
- ITJ International Transport Journal (o.J.): 1 Container – 22 176 Weinflaschen. Online:
<https://www.transportjournal.com/de/home/news/artikeldetail/1-container-22176-bottles-of-wine.html>
- ITJ International Transport Journal (o.J.): 1 Container – 22 176 Weinflaschen. Online:
<https://www.transportjournal.com/de/home/news/artikeldetail/1-container-22176-bottles-of-wine.html>
- KIT Karlsruher Institut für Technologie (2020): Neue Produktionstechnologie für schwere Nutzfahrzeuge. Online:
https://www.kit.edu/kit/pi_2020_108_neue-produktionstechnologie-fur-schwere-nutzfahrzeuge.php-9b537c7dd20b?t=1583241728000
- KIT – Karlsruher Institut für Technologie (2020): Neue Produktionstechnologie für schwere Nutzfahrzeuge. Online:
https://www.kit.edu/kit/pi_2020_108_neue-produktionstechnologie-fur-schwere-nutzfahrzeuge.php-9b537c7dd20b?t=1583241728000
- LEDONLINE (o.J.): Was sind die Vor- und Nachteile einer LED-Beleuchtung?. Online:
<https://ledonline.de/blog/alle-vor-und-nachteile-einer-led-beleuchtung/>
- LEDONLINE (o.J.): Was sind die Vor- und Nachteile einer LED-Beleuchtung? Online:
<https://ledonline.de/blog/alle-vor-und-nachteile-einer-led-beleuchtung/>
- LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (o.J.): Der Nachhaltige Warenkorb – Saisonal und Regional. Online: www.nachhaltiger-warenkorb.de/themen/saisonal-und-regional/
- Mein Klimaschutz (o.J.) CO2 durch Verkehrsmittel im Vergleich
<https://www.mein-klimaschutz.de/unterwegs/a/einkauf/welches-verkehrsmittel-verursacht-im-vergleich-mehr-co2/>
- NABU – (o.J.): Mythos klimafreundliche Containerschiffe. Online:
www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/verkehr/schifffahrt/containerschifffahrt/16646.html
- NABU Naturschutzbund Deutschland (o.J.): Mythos klimafreundliche Containerschiffe. Online:
www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/verkehr/schifffahrt/containerschifffahrt/16646.html
- National Geographic; Voss, Jens (2022): Sollte Biokraftstoff verboten werden? Online:
www.nationalgeographic.de/umwelt/2022/07/sollte-biokraftstoff-verboten-werden
- National Geographic (2022): Sollte Biokraftstoff verboten werden? Online:
www.nationalgeographic.de/umwelt/2022/07/sollte-biokraftstoff-verboten-werden
- Now GmbH (2021): Wasserstoff-Verbrennungsmotor als alternativer Antrieb. Metastudie. Online:
https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2021/10/NOW_Metastudie_Wasserstoff-Verbrennungsmotor.pdf
- nutrition hub (2022): Essen mit Verantwortung und Leidenschaft: Die 10 TOP Ernährungstrends 2022. Online:
www.nutrition-hub.de/post/trendreport-ernaehrung-10-top-ernaehrungstrends-2022
- nutrition hub (2022): Essen mit Verantwortung und Leidenschaft: Die 10 TOP Ernährungstrends 2022. Online:
www.nutrition-hub.de/post/trendreport-ernaehrung-10-top-ernaehrungstrends-2022
- Pflanzenforschung.de/ Anabel Mechela (2020): Photosynthese 2.0 Von der Jagd nach mehr Effizienz bis zum künstlichen Blatt
<https://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/journal/photosynthese-20#>

- Reisinger, N. (2014): Green-IT-Strategien für den Mittelstand. Nachhaltige Lösungen in der IT und durch IT-Unterstützung. Reihe Nachhaltigkeit Band 59. Hamburg.
- Safe the Children e.V. (2021): Kinderrechte in der Kobaltlieferkette. Online: https://www.savethechildren.de/fileadmin/user_upload/Downloads_Dokumente/Berichte_Studien/2022/kinderrechte-in-der-kobaltlieferkette-drc-save-the-children.pdf
- Save the Children e.V. (2021): Kinderrechte in der Kobaltlieferkette. Online: https://www.savethechildren.de/fileadmin/user_upload/Downloads_Dokumente/Berichte_Studien/2022/kinderrechte-in-der-kobaltlieferkette-drc-save-the-children.pdf
- Scharp, M. (2020): Brauer:in und Mälzer:in. Berufliche Bildungs- und Weiterbildungsmaterialien des BilRes-Netzwerkes. Online: www.bilress.de
- Scharp, Michael (2020): Brauer:in und Mälzer:in. Berufliche Bildungs- und Weiterbildungsmaterialien des BilRes-Netzwerkes. Online: www.bilress.de
- Siemens AG (2011): LED-Licht im Gewächshaus spart Strom und Dünger. Online: www.k-online.de/de/News/Archiv_Science/LED-Licht_im_Gew%C3%A4chshaus_spart_Strom_und_D%C3%BCnger
- Sokratherm (o.J.): Galvano Technik Breitungen GmbH & Co. KG: Fallbeispiel: BHKW-Anlage Galvanik: Online: https://www.sokratherm.de/wp-content/uploads/Fallbeispiel_GTB_Galvanotechnik_Breitungen_20_1_WME.pdf
- statista (2022): Firmenwagen in Deutschland. Online: <https://de.statista.com/themen/7320/firmenwagen/#:~:text=In%20Deutschland%20gab%20es%20im,von%20rund%2010%2C7%20Prozent.>
- statista (2022): Höhe der Treibhausgas-Emissionen im deutschen Güterverkehr nach Verkehrsträgern im Jahr 2019. online: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/881600/umfrage/co2-emissionen-im-deutschen-gueterverkehr-nach-verkehrsmitteln/>
- statista (2022): Minenproduktion von Cobalt in ausgewählten Ländern in den Jahren 2020 und 2021. Online: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/38452/umfrage/produktion-von-cobalt-in-ausgewahlten-laendern/#:~:text=Die%20F%C3%B6rderung%20von%20Kobalt%20in,Kobaltf%C3%B6rderung%20auf%20rund%20170.000%20Tonnen.>
- statista (2022a): Firmenwagen in Deutschland. Online: <https://de.statista.com/themen/7320/firmenwagen/#:~:text=In%20Deutschland%20gab%20es%20im,von%20rund%2010%2C7%20Prozent.>
- statista (2022b): Höhe der Treibhausgas-Emissionen im deutschen Güterverkehr nach Verkehrsträgern im Jahr 2019. online: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/881600/umfrage/co2-emissionen-im-deutschen-gueterverkehr-nach-verkehrsmitteln/>
- statista (2022c): Minenproduktion von Cobalt in ausgewählten Ländern in den Jahren 2020 und 2021. Online: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/38452/umfrage/produktion-von-cobalt-in-ausgewahlten-laendern/#:~:text=Die%20F%C3%B6rderung%20von%20Kobalt%20in,Kobaltf%C3%B6rderung%20auf%20rund%20170.000%20Tonnen.>
- Stromrechner (o.J.): Wie viel Strom produziert ein Atomkraftwerk? Online: <https://stromrechner.com/wie-viel-strom-produziert-ein-atomkraftwerk/>
- Stromrechner (o.J.): Wie viel Strom produziert ein Atomkraftwerk? Online: <https://stromrechner.com/wie-viel-strom-produziert-ein-atomkraftwerk/>
- Stromreport (2022) Deutscher Strommix - Stromerzeugung Deutschland bis 2022. Online: <https://strom-report.de/strom/#>
- Stromreport (2022) Deutscher Strommix - Stromerzeugung Deutschland bis 2022. Online: <https://strom-report.de/strom/#>

- Tagesschau (2022): Gehört Wärmepumpen die Zukunft? Online: www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/waermepumpe-klimaschutz-ukraine-energiepreise-viessmann-heizung-101.html
- Tagesschau (2022): Gehört Wärmepumpen die Zukunft? Online: www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/waermepumpe-klimaschutz-ukraine-energiepreise-viessmann-heizung-101.html
- Tagesschau (2023): Özdemir will Getreide-Biosprit verbieten. Online: <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/oezdemir-biosprit-ende-101.html>
- Tagesschau (2023): Özdemir will Getreide-Biosprit verbieten. Online: <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/oezdemir-biosprit-ende-101.html>
- UBA Umweltbundesamt (2008): Pressemitteilung Nr. 54/08 „Bye bye Stand-By: EU-Kommission sagt Leerlaufverlusten den Kampf an“. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/bye-bye-stand-eu-kommission-sagt-leerlaufverlusten>
- UBA Umweltbundesamt (2009): Beleuchtungstechnik mit geringerer Umweltbelastung Online: www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/UBA_Licht_Ausgabe_03.pdf
- UBA Umweltbundesamt (2013): Was bedeutet „Energieeffizienz“? Online: <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/was-bedeutet-energieeffizienz>
- UBA Umweltbundesamt (2014): ÖKOBILANZ ALTERNATIVER ANTRIEBE – ELEKTROFAHRZEUGE IM VERGLEICH. Online: www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0440.pdf
- UBA Umweltbundesamt (2015): EU sagt Leerlaufverlusten den Kampf an. Online: www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/leerlaufverluste
- UBA Umweltbundesamt (2015): EU sagt Leerlaufverlusten den Kampf an. Online: www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/leerlaufverluste
- UBA Umweltbundesamt (2015): EU sagt Leerlaufverlusten den Kampf an. Online: www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/leerlaufverluste
- UBA Umweltbundesamt (2021): Naturschutz und Bioenergie. Online: www.bmu.de/themen/naturschutz-artenvielfalt/naturschutz-biologische-vielfalt/naturschutz-und-energie/naturschutz-und-bioenergie
- UBA Umweltbundesamt (2021): Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel in Deutschland. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/bild/vergleich-der-durchschnittlichen-emissionen-0>
- UBA Umweltbundesamt (2021): Wie hoch sind die Treibhausgasemissionen pro Person in Deutschland durchschnittlich? Online: <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/wie-hoch-sind-die-treibhausgasemissionen-pro-person>
- UBA Umweltbundesamt (2021a): Naturschutz und Bioenergie. Online: www.bmu.de/themen/naturschutz-artenvielfalt/naturschutz-biologische-vielfalt/naturschutz-und-energie/naturschutz-und-bioenergie
- UBA Umweltbundesamt (2021b): Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel in Deutschland. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/bild/vergleich-der-durchschnittlichen-emissionen-0>
- UBA Umweltbundesamt (2022 a); Energieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren; <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-nach-energietraegern-sektoren#allgemeine-entwicklung-und-einflussfaktoren>
- UBA Umweltbundesamt (2022b): Tempolimit. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/tempolimit#t>
- UBA Umweltbundesamt (2022 b) Mehr grüner Strom und mehr erneuerbare Wärme im Jahr 2022 <https://www.umweltbundesamt.de/themen/mehr-gruener-strom-mehr-erneuerbare-waerme-im-jahr>
- UBA Umweltbundesamt (2022 c): Erneuerbare Energien in Zahlen. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen>

- UBA Umweltbundesamt (2022h): Spezifische Emissionen des Straßenverkehrs. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs>
- UBA Umweltbundesamt (2022j): Online: „Power-to-Liquids“ – nachhaltige Kraftstoffe für den Luftverkehr. Online: www.umweltbundesamt.de/themen/power-to-liquids-nachhaltige-kraftstoffe-fuer-den
- UBA Umweltbundesamt (2023): Klimaschutz im Verkehr. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/klimaschutz-im-verkehr#rolle>
- UBA Umweltbundesamt (o. J.): Leerlaufverluste. Online: www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/leerlaufverluste
- UBA Umweltbundesamt (o. J.B): Bioenergie. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/bioenergie#bioenergie-ein-weites-und-komplexes-feld->
- UNEP (2010): Sick Water – The Central Role Of Wastewater Management In Sustainable Development. Online: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9156/Sick%20Water.pdf>
- VDI und VDE (2019): Brennstoffzellen und Batterie Fahrzeuge. Online: www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/brennstoffzellen-und-batteriefahrzeuge
- VDI Zentrum für Ressourceneffizienz (o.J.) <https://www.youtube.com/watch?v=nV6w1hnIcWM>
- Viessmann (o.J.): Der Kältekreisprozess als Teil der Funktionsweise. Online: <https://www.viessmann.at/de/wissen/technologie-und-systeme/luft-wasser-waermepumpe/funktionsweise.html>
- Volvo (o.J.): Elektro-Lkw von Volvo Trucks. <https://www.volvotrucks.de/de-de/trucks/alternative-antriebe/elektro-lkw.html>
- Volvo (o.J.): Elektro-Lkw von Volvo Trucks. <https://www.volvotrucks.de/de-de/trucks/alternative-antriebe/elektro-lkw.html>
- VW (o.J.): Glossar Batterie. Online: <https://www.volkswagenag.com/de/news/stories/2019/09/battery-glossary--assembly--research-and-strategy.html>
- VW o.J.: Glossar Batterie. Online: <https://www.volkswagenag.com/de/news/stories/2019/09/battery-glossary--assembly--research-and-strategy.html>
- Wikimedia (2020): Installierte PV-Leistung in Deutschland. online: www.commonswikimedia.org/w/index.php?curid=90477752

SDG 8 „Menschenwürdige Arbeit“

“Dauerhaftes, inklusives und nachhaltiges Wirtschaftswachstum, produktive Vollbeschäftigung und menschenwürdige Arbeit für alle fördern”

In der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie wird zum SDG 8 auf das Leitbild „Soziale Marktwirtschaft“ verwiesen (Bundesregierung 2021: 2214):

„Soziales Ziel ist es, unternehmerische Freiheit und funktionierenden Wettbewerb mit sozialem Ausgleich und sozialer Sicherheit zu verbinden. Mit Hilfe der Prinzipien der Sozialen Marktwirtschaft, wie fairer Wettbewerb, Unternehmensverantwortung, Sozialpartnerschaft, Mitbestimmung und gerechte Verteilung des erwirtschafteten Wohlstands, werden die Voraussetzungen dafür

geschaffen, dass wir auch in Zukunft noch Wachstum, Wohlstand und Beschäftigung haben.“

Hinsichtlich des SDG 8 sind zwei Ebenen zu betrachten: Eine nationale Ebene und die globale Ebene.

Auf der nationalen Ebene steht Deutschland laut der "European Working Survey" hinsichtlich der Arbeitsbedingungen sehr gut da – 89% der Befragten geben an, mit ihrem Job zufrieden zu sein und 91% bestätigen einen fairen Umgang mit ihnen als Arbeitnehmer*innen (Eurofond 2021). Jedoch zeigt der Index "Gute Arbeit" des Deutschen Gewerkschaftsbundes (DGB 2022) detailliert, dass es in manchen Branchen, wie dem Gesundheitssektor und bei Beschäftigten in Leiharbeitsverhältnissen noch große Defizite gibt (DGB 2022). Besonders negativ sind hierbei die Kriterien "Arbeitsintensität" und "Einkommen" aufgefallen, die notwendigen Handlungsbedarf in Berufsbildern aufzeigen.

Auch wenn Kinderarbeit und Sklaverei in Deutschland keine Rolle spielen, so ist die Umsetzung der verschiedenen Unterziele des SDG 8 eine dauerhafte Aufgabe im Sinne einer kontinuierlichen Verbesserung der Arbeitsbedingungen. Noch ein zweites gilt: Aufgrund der komplexen Lieferketten müssen Unternehmen Verantwortung für ihre Produkte auch in den Ländern, wo diese hergestellt werden, übernehmen. An dieser Stelle sollen folgende Unterziele betrachtet werden:

- 8.5 Bis 2030 produktive Vollbeschäftigung und menschenwürdige Arbeit für alle Frauen und Männer, einschließlich junger Menschen und Menschen mit Behinderungen, sowie gleiches Entgelt für gleichwertige Arbeit erreichen
- 8.6 Bis 2020 den Anteil junger Menschen, die ohne Beschäftigung sind und keine Schul- oder Berufsausbildung durchlaufen, erheblich verringern
- 8.b Bis 2020 eine globale Strategie für Jugendbeschäftigung erarbeiten und auf den Weg bringen und den GLOBALEN BESCHÄFTIGUNGSPAKT DER INTERNATIONALEN ARBEITSORGANISATION umsetzen (ILO o.J.; Destatis o.J.)
- 8.7 Sofortige und wirksame Maßnahmen ergreifen, um Zwangsarbeit abzuschaffen, moderne Sklaverei und Menschenhandel zu beenden und das Verbot und die Beseitigung der schlimmsten Formen der Kinderarbeit, einschließlich der Einziehung und des Einsatzes von Kindersoldaten, sicherstellen und bis 2025 jede Form von Kinderarbeit ein Ende setzen
- 8.8 Die Arbeitsrechte schützen und sichere Arbeitsumgebungen für alle Arbeitnehmer, einschließlich der Wanderarbeitnehmer, insbesondere der Wanderarbeitnehmerinnen und der Menschen in prekären Beschäftigungsverhältnissen, fördern.

Die Schnittstellen zur neuen Standardberufsbildposition „Umweltschutz und Nachhaltigkeit“ ergibt sich über die Beachtung der gesellschaftlichen Folgen des beruflichen sowie der zu entwickelnden Beiträge für ein nachhaltiges Handeln (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
- 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

SDG 8 und die Transport- und Logistikbranche

Menschenwürdige Arbeit in Deutschland bedeutet vor allem Arbeit, die sich zumindest an internationalen Standards orientiert. Formuliert sind diese in der allgemeinen Erklärung der Menschenrechte (Vereinte Nationen 1948; UN-Charta, Artikel 23 und 24). Als "menschenunwürdige Arbeit" werden Kinderarbeit, Sklavenarbeit und teilweise Leiharbeit bezeichnet sowie Merkmale bei den Beschäftigungsverhältnissen, die sich nicht an den o.g. Regelwerken orientieren, wie "fehlende soziale Sicherheit", "mangelnder Arbeitsschutz", "Ausnutzung von Scheinselbstständigen" und "Ungleichbehandlung von Frauen".

In der Transport- und Logistikbranche bestehen verschiedene Probleme im Hinblick auf menschenwürdige Arbeit. Hier sind einige davon:

1. Niedrige Löhne und unsichere Beschäftigungsverhältnisse: Viele Beschäftigte in der Transport- und Logistikbranche, insbesondere Fahrer und Lagerarbeiter, erhalten niedrige Löhne und arbeiten oft in prekären Beschäftigungsverhältnissen wie Teilzeit- oder Zeitarbeitsverträgen. Diese unsicheren Arbeitsbedingungen führen zu finanzieller Instabilität und fehlender sozialer Absicherung.
2. Übermäßige Arbeitszeiten und Arbeitsbelastung: Lange Arbeitszeiten und hohe Arbeitsbelastung sind in der Branche weit verbreitet. Fahrer werden oft gezwungen, übermäßig lange Stunden zu arbeiten, um enge Lieferfristen einzuhalten. Dies kann zu Erschöpfung, Stress und Sicherheitsrisiken führen.
3. Mangelnde Gesundheits- und Sicherheitsstandards: Arbeitsbedingungen in der Transport- und Logistikbranche können gefährlich sein. Fahrer sind Risiken wie Verkehrsunfällen, schlechten Arbeitsbedingungen, körperlichen Belastungen und gesundheitlichen Problemen ausgesetzt. Es mangelt oft an angemessener Sicherheitsausrüstung und Maßnahmen zur Vermeidung von Arbeitsunfällen.
4. Ausbeutung und Missbrauch: In einigen Teilen der Branche sind Ausbeutung und Missbrauch von Arbeitnehmern verbreitet. Dies kann Zwangsarbeit, Menschenhandel, Lohnbetrug, Vertragsverletzungen oder Verstöße gegen grundlegende Arbeitsrechte umfassen. Besonders gefährdet sind Wanderarbeiter und Migrantinnen, die oft unter besonders schlechten Bedingungen arbeiten.

5. Mangelnde gewerkschaftliche Rechte und Kollektivverhandlungen: In einigen Bereichen der Transport- und Logistikbranche sind gewerkschaftliche Rechte eingeschränkt, was die Arbeitnehmer daran hindert, ihre Interessen zu vertreten und kollektive Verhandlungen über Arbeitsbedingungen und Löhne zu führen. Dies kann zu einem Ungleichgewicht der Macht zwischen Arbeitgebern und Arbeitnehmern führen.

Die Bewältigung dieser Probleme erfordert eine verbesserte Regulierung und Durchsetzung von Arbeitsgesetzen, die Stärkung der gewerkschaftlichen Rechte, die Förderung fairer Beschäftigungsverhältnisse und angemessener Löhne sowie die Verbesserung der Arbeitsbedingungen und der Gesundheits- und Sicherheitsstandards.

DGB Index Gute Arbeit

Die Qualität von Arbeitsbedingungen wird seit 2012 aufgrund von 42 standardisierten Fragen in einer bundesweiten repräsentativen Erhebung ermittelt (DGB 2022). Elf Kriterien der Arbeitsqualität werden abgefragt. Im November 2022 wurde der DGB-Index Gute Arbeit 2022 veröffentlicht. Wie schon in den vorangegangenen Jahren gibt es zu den Kriterien „Arbeitsintensität“ und „Einkommen“ erheblich kritische Bewertungen.

Der Index 2022 zeigt z. B. für die Branchen „Metallerzeugung und –bearbeitung“ (64), „Ver- und Entsorgung“ (69), „Baugewerbe“ (66), „Gastgewerbe“ (62), „Information und Kommunikation“ (69), „Finanz- und Versicherungsdienstleistungen“ (68) und „Gesundheitswesen“ (62) auf, dass die Arbeitsbedingungen noch weit entfernt sind vom Anspruch „Gute Arbeit“.

In der ausführlichen Debatte über die Detailergebnisse für 2022 sticht hervor, dass Beschäftigte in Leiharbeitsverhältnissen ihre Situation auffällig schlecht bewerten (ebd.).

*„Auf Branchenebene kommen Beschäftigte aus dem Gastgewerbe und dem Gesundheitswesen auf die niedrigsten Indexwerte (jeweils 62 Punkte). In der Informations- und Kommunikationsbranche (IuK) liegt der Wert dagegen bei 69 Punkten. Auch in den Branchen treten auf Ebene der Teilindizes zum Teil sehr große Unterschiede zutage. Beim Teilindex „Ressourcen“ kommen IuK-Beschäftigte auf 75 Indexpunkte, Arbeitnehmer*innen aus der Metallerzeugung und –bearbeitung dagegen lediglich auf 68 Punkte. Die höchsten Belastungen finden sich im Bereich Erziehung und Unterricht (54 Punkte) sowie im Gesundheitswesen (56 Punkte), wo häufig sowohl physische als auch psychische Belastungsfaktoren auftreten. Die größte Diskrepanz auf Branchenebene zeigt sich bei der Bewertung von „Einkommen und Sicherheit“. Hier liegen die Befragten aus dem Gastgewerbe mit 54 Punkten um 16 Punkte unter dem Wert der Beschäftigten aus der öffentlichen Verwaltung (70 Punkte).“ (a.a.O., S. 13)*

Darüber hinaus zeigt der Blick in einzelne Branchen und Berufsgruppen, dass noch immer körperliche Belastungen in vielen Bereichen sehr verbreitet sind (ebd.:S. 19).

Einen wesentlichen Einfluss auf die Bewertung der eigenen Arbeitsbedingungen haben die Einfluss- und Gestaltungsmöglichkeiten im Arbeitskontext. Im Zusammenhang mit nachhaltiger Entwicklung ist das Kriterium „Sinn der Arbeit“ eine wesentliche Ressource zur Beurteilung der eigenen Arbeitsbedingungen. Dazu führt der Bericht „Index Gute Arbeit 2022“ aus: „Der Sinngehalt von Arbeit ist eine Ressource, die sich aus unterschiedlichen Quellen speisen kann. Dazu gehört, dass die Produkte bzw. Dienstleistungen, die produziert oder erbracht werden, als nützlich erachtet werden. Häufig ist dies mit der Einschätzung verbunden, ob die Arbeit einen gesellschaftlichen Mehrwert erzeugt. Sinnhaftigkeit kann dadurch entstehen, dass die Arbeit einen Nutzen für Andere hat. Und wichtig für Sinnempfinden ist auch, dass die eigenen, ganz konkreten Arbeitsaufgaben und -merkmale nicht sinnlos erscheinen. Wird Arbeit als sinnvoll empfunden, wirkt sich das positiv auf die Motivation und das Wohlbefinden der Beschäftigten aus. Dauerhaft einer als sinnlos erachteten Arbeit nachzugehen, stellt dagegen eine mögliche psychische Belastung und damit ein gesundheitliches Risiko dar.

BDA - Die Arbeitgeber

Die Arbeitgeber argumentieren mit positiven Statistiken, dass die Arbeitsbedingungen in Deutschland sehr gut sind (BDA o.J.). So sind laut der European Working survey 89% der in Deutschland Beschäftigten mit ihrem Job zufrieden, 74% gaben in der Befragung an, dass ihnen ihr Job Spaß macht und 91% bestätigen einen fairen Umgang am Arbeitsplatz (Eurofond 2021, BDA o.J.). Auch hinsichtlich der Arbeitssicherheit ist die Entwicklung positiv: Sowohl die Arbeitsunfälle, als auch die Unfallquote hat sich seit 1991 halbiert (BDA o.J.). Diese befinden sich seit 2004 unter 1 Mio. und bewegen sich seitdem zwischen 954.000 und 760.000 gemeldeten Fällen (Statista 2021).

Außerdem wird auf die Prävention und den Gesundheitsschutz hingewiesen, für den 2016 ca. 5 Mrd. € ausgegeben wurden, was 40% der gesamten Ausgaben von 11,7 Mrd. € ausmacht (BDA o.J.). Die betriebliche Gesundheitsförderung, wie Stressmanagement, gesundheitsgerechte Mitarbeiterführung oder Reduktion der körperlichen Belastung kommt dabei sowohl den Beschäftigten als auch den Arbeitgebern zugute. Zuletzt wird noch auf die Eigenverantwortung hingewiesen, die aus selbstverantwortlichen Entscheidungen und flexibleren Arbeitszeiten resultiert (vertiefende Ausführungen, s.a. SDG 3).

Prekäre Beschäftigungsverhältnisse

Menschen arbeiten auch in Deutschland teilweise in prekären Beschäftigungsverhältnissen und die „Bedeutung des sogenannten Normalarbeitsverhältnisses nimmt ab, während atypische Formen von Arbeit an Bedeutung zunehmen“ (Jakob 2016). Dazu zählen befristete Arbeitsverträge, geringfügige Beschäftigung ("Mini-Jobs"), Zeitarbeit, (Ketten-)Werkverträge und verschiedene Formen der (Schein-)Selbstständigkeit oder auch Praktika. Durch die

Agenda 2010 wurde das Sicherungsniveau für von Arbeitslosigkeit Betroffene deutlich gesenkt (Arbeitslosengeld I in der Regel nur für ein Jahr, danach Arbeitslosengeld II). Menschen sehen sich eher gezwungen, "jede Arbeit zu fast jedem Preis und zu jeder Bedingung anzunehmen". Das hat dazu geführt, dass die Löhne im unteren Einkommensbereich stark gesunken sind (Jakob 2016). 2015 wurde mit der Einführung des Mindestlohns dagegen gesteuert.

Das Thema betrifft auch das SDG 10 "Ungleichheit", denn jeder Mensch hat das Recht auf faire und gute Arbeitsverhältnisse, dies ist vielen Menschen jedoch verwehrt. Prekäre Beschäftigung widerspricht dem Leitbild von "Guter Arbeit", verbaut Entwicklungsmöglichkeiten von Beschäftigten und verstärkt nachweislich den Trend zu psychischen Belastungen und Erkrankungen sowie deren Folgewirkungen (Jakob 2016) (siehe auch SDG "Gesundheit").

Kinderarbeit

Zur Definition und Umsetzung von menschenwürdigen Arbeitsbedingungen sind global große Unterschiede zu verzeichnen. Ein Beispiel hierfür ist die Kinderarbeit, die weltweit noch immer verbreitet ist. 79 Millionen Kinder arbeiten unter ausbeuterischen Bedingungen, vor allem in Fabriken, die wenig qualifiziertes Personal benötigen oder in der Landwirtschaft sowie im Bergbau (BMZ 2021; 2022). Nach Angaben der ILO müssen weltweit rund 152 Millionen Kinder zwischen fünf und siebzehn Jahren arbeiten, vor allem in der Landwirtschaft, als Hausangestellte oder in Minen. Viele dieser Tätigkeiten sind gesundheitsgefährdend. Die ILO setzt sich schon lange für die Abschaffung von Kinderarbeit ein, sie ist Partnerorganisation in der „Allianz 8.7“, einer globalen Partnerschaft, die sich zum Ziel gesetzt hat, Zwangsarbeit, moderne Sklaverei, Menschenhandel und Kinderarbeit weltweit zu beseitigen, wie es in den Zielen für nachhaltige Entwicklung 2030 formuliert wurde. (ILO 2021) Unter Mitwirkung der deutschen Bundesregierung wird seit 1992 ein von der ILO betriebenes Internationales Programm zur Abschaffung der Kinderarbeit umgesetzt (International Programme on the Elimination of Child Labour, IPEC, BMZ 2022)

Gender Pay Gap

Unterschiedliche Entlohnung für vergleichbare Tätigkeiten und Qualifikation für Frauen und Männer lassen sich durch die statistischen Erhebungen des Statistischen Bundesamtes aufzeigen. In einer Pressemitteilung vom März 2022 wird betont, dass Frauen pro Stunde noch immer 18% weniger verdienen als Männer: „Frauen haben im Jahr 2021 in Deutschland pro Stunde durchschnittlich 18 % weniger verdient als Männer. Damit blieb der Verdienstunterschied zwischen Frauen und Männern – der unbereinigte Gender Pay Gap– im Vergleich zum Vorjahr unverändert. Wie das Statistische Bundesamt (Destatis 2022) anlässlich des Equal Pay Day am 7. März 2022 weiter mitteilt, erhielten Frauen mit durchschnittlich 19,12 Euro einen um 4,08 Euro geringeren Bruttostundenverdienst als Männer (23,20 Euro). Nach einem Urteil des Bundesarbeitsgerichts vom 16.02.2023 müssen Frauen bei gleicher Arbeit auch gleich

bezahlt werden, eine individuelle Aushandlung der Lohn- oder Gehaltshöhe ist damit nicht wirksam (Zeit Online 2023).

Vereinbarkeit von Familie und Beruf

Voraussetzung für die gleichberechtigte Teilhabe von Frauen bei Erwerbstätigkeit und Karriere ist eine gute Vereinbarkeit von Beruf und Familie, weil Frauen immer noch vielfach die Betreuung der Kinder mit der Reduzierung der Stundenzahl ihrer Erwerbsarbeit "bezahlen". Knapp die Hälfte aller sozialversicherungspflichtig beschäftigten Frauen arbeitete im Juni 2021 in Teilzeit, d. h. weniger als die tariflich oder vertraglich vereinbarte Arbeitszeit der Vollzeitbeschäftigten beim jeweiligen Arbeitgeber. Bei den Männern sind es nur zwölf Prozent. In allen Wirtschaftszweigen ist der Teilzeitanteil bei den Frauen höher als bei den Männern. (ebd.; s. 12). Auch ist die Teilzeitbeschäftigung eine Ursache für eine geringere Anzahl von Frauen in Aufsichts- und Führungspositionen.

Für Alleinerziehende ist es besonders schwierig, Kindererziehung und Beruf zu vereinbaren, denn entweder gibt es keine passende Kinderbetreuung oder aber der Arbeitszeitwunsch und -angebot passen nicht zusammen. Deshalb beziehen sie häufig Hilfen aus dem SGB II. (Bertelsmann Stiftung 2021) Während im Schnitt 8 Prozent der Haushalte Leistungen aus der Grundsicherung beziehen, sind es bei Alleinerziehenden-Bedarfsgemeinschaften 32 Prozent. Mit steigender Kinderzahl nimmt die Hilfequote drastisch zu (ebd.:23, siehe auch SDG "Armut").

Geschlechtergerechtigkeit in Unternehmen

Es gibt in Deutschland viele Unternehmen, die sich um geschlechtergerechte Arbeitsplätze bemühen, wie 2020 im Rahmen der Studie „Top Karrierechancen für Frauen“ des Instituts für Management- und Wirtschaftsforschung (IFMW 2020) herausgefunden wurde. Sie fördern die Gleichstellung von Frauen durch Mentoring-Programme, aber auch durch gleiche Bezahlung. Hierfür sind bestimmte Voraussetzungen notwendig. Der Begriff Nachhaltigkeit lässt sich grundsätzlich auf viele Aspekte des Unternehmens anwenden, zunächst geht es darum, dass ein Unternehmen über tragfähige Strukturen verfügt, mit denen es auf unbegrenzte Zeit im Wirtschaftssystem bestehen kann. Im Rahmen des betrieblichen Nachhaltigkeitskonzepts spielt die Belegschaft eine wesentliche Rolle.

Grundlage eines nachhaltigen Unternehmens sind die Kernarbeitsnormen der ILO (International Labour Organisation). Neben dem Verbot von Ausbeutung oder von Kinderarbeit ist das Verbot der Diskriminierung in Beschäftigung und Beruf zentral. Es handelt sich hierbei um das Übereinkommen 111 (ILO 1958), das bereits 1960 in Kraft getreten ist und schon damals definierte, worin Diskriminierung besteht. Artikel 1 des Übereinkommens über Diskriminierung der ILO legt fest, in welchen Fällen dieser Sachverhalt im Beschäftigungskontext gilt. Heute fällt dies unter Begriffe wie beispielsweise "*Bekanntnis von Unternehmen zur Charta der Vielfalt, zu Corporate Social Responsibility*". Die Forderungen sind also nicht neu. Sie werden nur unter anderen

Konzepten gefasst und heutzutage intensiver gefordert und gelebt. Große Konzerne bekennen sich dazu, setzen das Thema auf die Agenda, sind durch mittlerweile geltende Gesetze wie beispielsweise das Allgemeine Gleichbehandlungsgesetz (AGG), das 2006 in Kraft trat, dazu verpflichtet.

Diskriminierung aufgrund des Geschlechts ist auch heute in Deutschland immer noch weit verbreitet, insbesondere am Arbeitsplatz. Vor allem Frauen erleben demnach regelmäßig sexuelle Belästigung am Arbeitsplatz, Entgeltungleichheit, Benachteiligung beim beruflichen Aufstieg oder Diskriminierung aufgrund einer Schwangerschaft oder beim Wiedereinstieg nach der Elternzeit. Die internationale Job- und Recruiting-Plattform Glassdoor hat in ihrer in vier Ländern (USA, Großbritannien, Frankreich und Deutschland) durchgeführten Studie "Diversity & Inclusion Study 2019" herausgefunden, dass 37 Prozent der deutschen Befragten schon einmal selbst von Diskriminierung betroffen gewesen oder Zeuge davon gewesen sind. Die Benachteiligung aufgrund des Geschlechts wird dort von 24 Prozent der Befragten am häufigsten angegeben, gefolgt von Altersdiskriminierung (22 Prozent), Rassismus (21 Prozent) oder Benachteiligung aufgrund von sexueller Orientierung (15 Prozent) (Glassdoor 2019).

Laut Gender Equality Index (GEI) aus dem Jahr 2021 liegt Deutschland bezüglich der Gleichberechtigung in der Kategorie Arbeit in den Mitgliedstaaten der EU auf Platz 17, Schweden hingegen an erster Stelle. In der Kernkategorie "Arbeit" werden im Speziellen fünf Indikatoren untersucht und bewertet:

- die Erwerbsbeteiligung anhand der Beschäftigungsquote - Vollzeitäquivalent (FTE).
- die Dauer des Erwerbslebens
- die sektoralen Segregationsmuster anhand der anteiligen Beschäftigung in den Bereichen Bildung, Gesundheit und Sozialarbeit.
- die Flexibilität der Arbeitszeit anhand der Möglichkeiten, sich für persönliche oder familiäre Angelegenheiten freizunehmen
- die beruflichen Perspektiven anhand des Karriereperspektiven Index.

Der Gender Equality Index wird vom Europäischen Institut für Gleichstellungsfragen (European Institute for Gender Equality - EIGE) in unregelmäßigen Abständen für jedes Land der Europäischen Union erhoben (EIGE 2022).

Eine geschlechtergerechte Unternehmenskultur der Vielfalt muss im Unternehmensleitbild verankert sein. Sie wird nach innen und nach außen über Offenheit, Wertschätzung, Vertrauen, Solidarität und Kollegialität vermittelt. Eine Voraussetzung dafür ist das Bekenntnis zu gleichberechtigten Unternehmensstrukturen, die sich zur Geschlechtergleichstellung und zur Vereinbarkeit von Familie und Beruf bekennen, vorrangig für Frauen, da diese laut Bundesfamilienministerium (BMFSJ 2019) immer noch den größten Anteil der Care-Arbeit verrichten.

Aber auch alle anderen marginalisierten Gruppen im Unternehmen müssen für eine Kultur der Vielfalt im Unternehmen mitgenommen werden. Notwendig ist eine vollständige Integration aller Mitarbeiter*innen sowohl strukturell als auch in die

informellen Netzwerke, älterer und jüngerer Mitarbeiter*innen, LGBTIQ, sowie die Integration von Menschen mit Behinderungen.

Das Bekenntnis zu einer für Diversität offenen Betriebskultur muss auch Grundlage bei der Personalgewinnung und für die Personalarbeit als Ganzes sein. Geschlechtergerechte Arbeitsorganisation braucht diskriminierungsfreie Einstellungsverfahren, beispielsweise durch anonymisierte Bewerbungsverfahren, bei denen Namen und Geschlecht für Personalverantwortliche nicht erkennbar sind. Vorurteils- und diskriminierungsfreie Verfahren und Praktiken in der Personalpolitik bauen auf gemischte Teams, die Förderung von Frauen in der Führungsebene oder in bislang klassischen Männerdomänen, die Integration von Menschen aus verschiedenen Sprach- und Kulturräumen sowie unterschiedlichen Lebens- und Herkunftskontexten.

Es ist davon auszugehen, dass geschlechtergerechte Strukturen in der Arbeitswelt zu positiven Auswirkungen führen und Unternehmen stärken. Motivierte Arbeitskräfte, die ihre Leistungskraft in gesünderen, nachhaltigeren Strukturen entfalten, können dafür sorgen, dass sich Belegschaften stabilisieren, die Fluktuation reduziert wird und sich das Klima des Umgangs miteinander nachhaltig zum Positiven verändert (ifw Kiel 2019). Dies steigert die Produktivität, Innovation und Kreativität von Unternehmen und reduziert Kosten für Krankheitsvertretungen, vermindert Mobbing und führt zu einem stabilen und gesunden Arbeitsumfeld. So werden durch stereotypes Verhalten begünstigte Bedingungen eingedämmt, wie das Institut für Weltwirtschaft aus Kiel in einer Studie herausfand (ebd.). Derzufolge treffen Gruppen je nach Zusammensetzung unterschiedliche Entscheidungen und sobald ein Geschlecht überrepräsentiert ist, wird stereotypes Verhalten begünstigt. Wodurch reine Männerteams beispielsweise bei Entscheidungen zu viel Risiko eingehen und reine Frauengruppen weniger Chancen nutzen.

Die Forschung zeigt, dass Menschen persönlich profitieren, wenn sie an einem Ort arbeiten, an dem es keine Geschlechterdiskriminierung gibt. So wurde mit der Getting to Equal Research Serie gezeigt, wie der Aufbau einer Kultur der Gleichstellung sowohl für die Mitarbeitenden als auch für Unternehmen von Vorteil sein kann (Accenture 2020). Zahlreiche Untersuchungen zeigen auch, dass die finanzielle Performance von Unternehmen mit hohem Frauenanteil in Führungspositionen deutlich besser ist (Kotiranta et al. 2007).

Längerfristig verbessern nachhaltige und geschlechtergerechte Arbeitsbedingungen den Markenwert von Unternehmen, können die Akquise neuer Zielgruppen begünstigen und die Bindung bestehender Kund*innen erleichtern. Dies gilt insbesondere in Branchen, die Arbeitskräftemangel zu beklagen haben, wie es beispielsweise im Rahmen einer Studie zu Diversity in deutschen Unternehmen deutlich wurde: 97 Prozent der befragten Unternehmen, die die Charta der Vielfalt unterzeichnet haben, sehen mit Vielfalt konkrete Vorteile für das Unternehmen verbunden und für einen Großteil erhöht sich damit dessen Attraktivität für Arbeitnehmer*innen und Zielgruppen (Ernst & Young 2016).

Eine geschlechtergerechte Arbeitswelt kann einen Beitrag zu einer demokratischen, sozialen und freiheitlichen Gesellschaft leisten, in der verschiedenste Menschen ihren Platz finden. Dabei ist es besonders wichtig, die Potenziale von Frauen zu nutzen sowie Strukturen und Prozesse zu verändern, die Frauen behindern. Die Unternehmen und Organisationen, in denen Menschen arbeiten, können Standards setzen und eine gesellschaftliche Wende mitanschieben. Gleichwohl braucht es grundlegende gesellschaftliche und politische Veränderungen wie beispielsweise die Umverteilung von Care-Arbeit zwischen den Menschen oder eine Neubewertung von Arbeit und sowie die Wertigkeit von Tätigkeiten (ebd.).

Deutsches Sorgfaltspflichtengesetz

Um ihrer Verantwortung zum Schutz der Menschenrechte gerecht zu werden, setzt die Bundesregierung die Leitprinzipien für Wirtschaft und Menschenrechte der Vereinten Nationen mit dem Nationalen Aktionsplan für Wirtschaft und Menschenrechte von 2016 (Bundesregierung 2017; 2021; 2022) in der Bundesrepublik Deutschland mit einem Gesetz um. Das Gesetz über die unternehmerischen Sorgfaltspflichten zur Vermeidung von Menschenrechtsverletzungen in Lieferketten ist besser unter dem Namen Lieferkettengesetz oder auch Sorgfaltspflichtengesetz bekannt (BMAS 2022). Dort ist die Erwartung an Unternehmen formuliert, mit Bezug auf ihre Größe, Branche und Position in der Lieferkette in angemessener Weise die menschenrechtlichen Risiken in ihren Liefer- und Wertschöpfungsketten zu ermitteln, ihnen zu begegnen, darüber zu berichten und Beschwerdeverfahren zu ermöglichen.

Das Lieferkettengesetz tritt 2023 in Kraft und gilt dann zunächst für Unternehmen mit mehr als 3.000, ab 2024 mit mehr als 1.000 Angestellten. Es verpflichtet die Unternehmen, in ihren Lieferketten menschenrechtliche und umweltbezogene Sorgfaltspflichten in angemessener Weise zu beachten. Kleine und mittlere Unternehmen werden nicht direkt belastet. Allerdings können diese dann betroffen sein, wenn sie Teil der Lieferkette großer Unternehmen sind.

Unabhängig ob betroffen oder nicht: Es lohnt sich auch für kleinere Unternehmen, sich mit dem Gesetz adressierten Nachhaltigkeitsthemen auseinanderzusetzen, um das eigene Handeln entlang dieser Leitplanken zu überprüfen. Der Nachhaltigkeitsbezug ist unter anderem durch den Nationalen Aktionsplan Wirtschaft und Menschenrechte (NAP) gegeben, er gab einen wichtigen Impuls für das Gesetz. Der NAP wurde gemeinsam von Politik und Unternehmen verabschiedet, um zu einer sozial gerechteren Globalisierung beizutragen (Bundesregierung 2017). Ergebnisse einer 2020 im Rahmen des Nationalen Aktionsplans durchgeführten repräsentativen Untersuchungen zeigten jedoch, dass lediglich zwischen 13 und 17 Prozent der befragten Unternehmen die Anforderungen des Nationalen Aktionsplans erfüllen (VENRO 2021). Der gesetzgeberische Impuls war also erforderlich, um die Einhaltung der Menschenrechte zu fördern und damit auch zu einem fairen Wettbewerb zwischen konkurrierenden Unternehmen beizutragen.

Das Lieferkettengesetz rückt internationale Menschenrechtsabkommen und lieferkettentypische Risiken in den Blick: Dazu zählen bspw. das Verbot von Kinderarbeit, der Schutz vor Sklaverei und Zwangsarbeit, die Vorenthaltung eines gerechten Lohns, der Schutz vor widerrechtlichem Landentzug oder der Arbeitsschutz und damit zusammenhängende Gesundheitsgefahren. Es werden zudem internationale Umweltabkommen benannt. Sie adressieren die Problembereiche Quecksilber, persistente organische Schadstoffe und die grenzüberschreitende Verbringung gefährlicher Abfälle und ihre Entsorgung. Zu den jetzt gesetzlich geregelten Sorgfaltspflichten der Unternehmen gehören Aufgaben wie die Durchführung einer Risikoanalyse, die Verankerung von Präventionsmaßnahmen und das sofortige Ergreifen von Abhilfemaßnahmen bei festgestellten Rechtsverstößen. Die neuen Pflichten der Unternehmen sind nach den tatsächlichen Einflussmöglichkeiten abgestuft, je nachdem, ob es sich um den eigenen Geschäftsbereich, einen direkten Vertragspartner oder einen mittelbaren Zulieferer handelt. Bei Verstößen kann die zuständige Aufsichtsbehörde Bußgelder verhängen. Unternehmen können von öffentlichen Ausschreibungen ausgeschlossen werden.

Europäisches Lieferkettengesetz

Am 23. Februar 2022 hat die EU-Kommission ihren Vorschlag für ein Gesetz über Nachhaltigkeitspflichten von Unternehmen, die Corporate Sustainability Due Diligence Directive (CSDDD), vorgelegt. Das Gesetz soll Firmen zum sorgfältigen Umgang mit den sozialen und ökologischen Wirkungen in der gesamten Lieferkette, inklusive des eigenen Geschäftsbereichs, verpflichten. Das EU-Lieferkettengesetz geht deutlich über das ab Januar 2023 geltende deutsche Lieferkettengesetz (LkSG) hinaus. Der Entwurf für das europäische Lieferkettengesetz verpflichtet EU-Firmen zum sorgfältigen Umgang mit den sozialen und ökologischen Auswirkungen entlang ihrer gesamten Wertschöpfungskette, inklusive direkten und indirekten Lieferanten, eigenen Geschäftstätigkeiten, sowie Produkten und Dienstleistungen. Das Ziel ist die weltweite Einhaltung von geltenden Menschenrechtsstandards und des Umweltschutzes, um eine fairere und nachhaltigere globale Wirtschaft sowie eine verantwortungsvolle Unternehmensführung zu fördern (Europäische Kommission 2022).

Für Lieferverträge und Kooperationen könnten bereits in Eigeninitiative Kriterien zur nachhaltigen Gestaltung der Rohstoffe, Zwischenprodukte und Transportwege vereinbart werden und die Arbeitsbedingungen entlang der Wertschöpfungskette nach den o.g. Standards festgeschrieben werden. Anhaltspunkte sind zu finden in Zertifizierungen als "Fair gehandelte Produkte". Eine Orientierung bei der Auswahl von Lieferanten kann derweil unabhängige privatwirtschaftliche Plattformen bieten. Z.B. die Onlineplattform Ecovadis, die in der Studie des Handelsblatt-Research-Instituts erwähnt wird. Die Organisation arbeitet international mit Fachexperten und Nichtregierungsorganisationen zusammen und hat bislang etwa 90.000 Unternehmen bewertet. Sie bewertet Unternehmen nach 21 Nachhaltigkeitskriterien aus den Bereichen Umwelt, Arbeits- und Menschenrechte, Ethik und Nachhaltige Beschaffung. Für die Transparenz derartiger Zertifikate spielen digitale Technologien eine zentrale Rolle.

Auch über die Verfügbarkeit von Beurteilungen derartiger Organisationen hinaus können heutzutage digitale Medien eine reichhaltige Informationsressource sein, die Informationen über politische, wirtschaftliche und soziale Lagen in fernen Ländern zugänglich machen. Die Methodik basiert auf internationalen Standards für Nachhaltigkeit, z.B. der Global Reporting Initiative, dem United Nations Global Compact und der ISO 2600. Im EcoVadis - Bericht vom Oktober 2022 wird festgestellt, dass Unternehmen aller Größenordnungen weltweit ihre Nachhaltigkeitsleistungen in den letzten 5 Jahren verbessert haben. Interessant ist die Feststellung, dass „nur 11 % der Unternehmen in 2021 eine Lieferantenbewertung und 5 % eine interne Risikobewertung für Kinder- und Zwangsarbeit durchgeführt haben. Dies ist besonders besorgniserregend, da die Gesetze zur Sorgfaltspflicht im Bereich der Menschenrechte zunehmen, während die Internationale Arbeitsorganisation schätzt, dass die Zahl der Menschen, die Opfer von moderner Sklaverei sind, in den letzten fünf Jahren um 10 Millionen gestiegen ist.“ (Pinkawa 2022)

Quellenverzeichnis

- Accenture (2020): Getting to equal 2020 Culture Maker heben versteckte Potenziale Wenn sogenannte Culture Maker vorangehen, können Unternehmen ihr Wachstum verdoppeln. Online: https://www.accenture.com/_acnmedia/Thought-Leadership-Assets/PDF-3/Accenture-Getting-To-Equal-2020-Research-Report-DE.pdf#zoom=50
- Agenda 2030: siehe Vereinte Nationen 2015. Online: <https://www.un.org/depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf>
- BDA (o.J.): ARBEITSBEDINGUNGEN IN DEUTSCHLAND MIT SPITZENWERTEN. Online: https://arbeitgeber.de/wp-content/uploads/2021/01/bda-arbeitgeber-argumente-arbeitsbedingungen_in_deutschland_mit_spitzenwerten-2020_04.pdf
- Bertelsmann Stiftung (2021) Vor allem Alleinerziehende sind trotz Arbeit auf Sozialleistungen angewiesen. Online: <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/themen/aktuelle-meldungen/2021/dezember/vor-allein-alleinerziehende-sind-trotz-arbeit-auf-sozialleistungen-angewiesen>
- BMAS Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2020): Eckpunkte "Arbeitsschutzprogramm für die Fleischwirtschaft". Online: www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Pressemitteilungen/2020/eckpunkte-arbeitsschutzprogramm-fleischwirtschaft.pdf
- BMAS Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2022): Sorgfaltspflichtengesetz - Gesetz über die unternehmerischen Sorgfaltspflichten zur Vermeidung von Menschenrechtsverletzungen in Lieferketten. Online: <https://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze-und-Gesetzesvorhaben/gesetz-unternehmerische-sorgfaltspflichten-lieferketten.html>
- BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung (2017): Nachhaltigkeit im Personalmanagement. Online: nachhaltig-forschen.de/fileadmin/user_upload/FactSheets_LeNa_Personal.pdf
- BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung (2022): Digitalisierung und Nachhaltigkeit – was müssen alle Auszubildenden lernen? Online: <https://www.bmbf.de/bmbf/de/bildung/berufliche-bildung/rahmenbedingungen-und-gesetzliche-grundlagen/gestaltung-von-aus-und-fortbildungsordnungen/digitalisierung-und-nachhaltigkeit/digitalisierung-und-nachhaltigkeit>
- BMFSFJ Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (2019): Gender Care Gap - ein Indikator für die Gleichstellung. Online: <https://www.bmfsfj.de/bmfsfj/themen/gleichstellung/gender-care-gap/indikator-fuer-die-gleichstellung/gender-care-gap-ein-indikator-fuer-die-gleichstellung-137294>

- BMZ Bundesministerium für Wirtschaftliche Entwicklung und Zusammenarbeit (2021): Das Lieferkettengesetz. Online: <https://www.bmz.de/de/entwicklungspolitik/lieferkettengesetz>
- BMZ Bundesministerium für Wirtschaftliche Entwicklung und Zusammenarbeit (2022): Gemeinsam gegen Kinderarbeit. Online: <https://www.bmz.de/de/themen/kinderarbeit>
- BMZ Bundesministerium für Wirtschaftliche Entwicklung und Zusammenarbeit (BMZ) (2022): Gemeinsam gegen Kinderarbeit. Online: <https://www.bmz.de/de/themen/kinderarbeit>
- Bundesregierung (2017): Online: Nationaler Aktionsplan Umsetzung der VN-Leitprinzipien für Wirtschaft und Menschenrechte. Online: <https://india.diplo.de/blob/2213082/a20dc627e64be2cbc6d2d4de8858e6af/nap-data.pdf>
- Bundesregierung (2017): Online: Nationaler Aktionsplan Umsetzung der VN-Leitprinzipien für Wirtschaft und Menschenrechte. Online: <https://india.diplo.de/blob/2213082/a20dc627e64be2cbc6d2d4de8858e6af/nap-data.pdf>
- Bundesregierung (2021): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie 2021. Online: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/archiv/nachhaltigkeitsstrategie-2021-1873560>
- Bundesregierung (2022): Grundsatzbeschluss 2022 zur Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie. Online: <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/992814/2146150/16d54e524cf79a6b8e690d2107226458/2022-11-30-dns-grundsatzbeschluss-data.pdf?download=1>
- Bundesregierung (2022): Grundsatzbeschluss 2022 zur Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie. Online: <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/992814/2146150/16d54e524cf79a6b8e690d2107226458/2022-11-30-dns-grundsatzbeschluss-data.pdf?download=1>
- destatis (2022): Gender Pay Gap. Online: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Qualitaet-Arbeit/Dimension-1/gender-pay-gap.html>
- destatis (o.J.): Internationale Arbeitsorganisation (ILO)-Arbeitsmarktstatistik. Online: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Erwerbstaetigkeit/Methoden/Erlaeuterungen/erlaeuterungen-arbeitsmarktstatistik-ilo.html>
- destatis Statistisches Bundesamt (2022): Gender Pay Gap. Online: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Qualitaet-Arbeit/Dimension-1/gender-pay-gap.html>
- Deutsche UNESCO-Kommission (DUK) 2021: Bildung für nachhaltige Entwicklung – Eine Roadmap. BNE / EDS 2030. Online: https://www.unesco.de/sites/default/files/2021-10/BNE_2030_Roadmap_DE_web-PDF_nicht-bf.pdf
- DGB (2022): Index Gute Arbeit – Jahresbericht 2022, Ergebnisse der Beschäftigtenbefragung. Online: <https://index-gute-arbeit.dgb.de/++co++b20b2d92-507f-11ed-b251-001a7a160123>
- DGB Deutscher Gewerkschaftsbund (2022): Index Gute Arbeit – Jahresbericht 2022, Ergebnisse der Beschäftigtenbefragung. Online: <https://index-gute-arbeit.dgb.de/++co++b20b2d92-507f-11ed-b251-001a7a160123>
- DGB Deutscher Gewerkschaftsbund (o.J.): Decent work – menschenwürdige Arbeit. Online: www.dgb.de/themen/++co++6157a9a0-2961-11df-48e5-001ec9b03e44
- EIGE European Institute for Gender Equality (2022): Gender Equality Index. Online: <https://eige.europa.eu/gender-equality-index/about>
- Ernst & Young GmbH (2016): Diversity in Deutschland, Studie anlässlich des 10-jährigen Bestehens der Charta der Vielfalt. Online: https://www.charta-der-vielfalt.de/fileadmin/user_upload/Studien_Publikationen_Charta/STUDI E_DIVERSITY_IN_DEUTSCHLAND_2016-11.pdf
- Eurofound (2021): Working conditions in the time of Covid-19: Implications for the future. Online: https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_publication/field_ef_document/ef22012en.pdf
- Europäische Kommission (2022): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Sorgfaltspflichten von Unternehmen im Hinblick auf Nachhaltigkeit und zur Änderung der Richtlinie (EU) 2019/1937. Online: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:bc4dcea4-9584-11ec-b4e4-01aa75ed71a1.0007.02/DOC_1&format=PDF

- Ferber Personalberatung (o.J.): Was Mitarbeiterführung mit Nachhaltigkeit zu tun hat ... Online: ferber-personalberatung.de/mitarbeiterfuhrung-nachhaltigkeit/
- Günther, Edeltraud; Ruter, Rudolf (Hrsg. 2015): Grundsätze nachhaltiger Unternehmensführung. Online: <https://beckassets.blob.core.windows.net/product/other/15238332/9783503163151.pdf>
- IFMW Institut für Management- und Wirtschaftsforschung (2020): Siegel-Studie "Top-Karrierechancen für Frauen". Online: <https://www.marktforschung.de/aktuelles/marktforschung/das-sind-die-top-arbeitgeber-fuer-frauen/>
- ILO Internationale Arbeitsorganisation (2021): UN startet Internationales Jahr zur Abschaffung der Kinderarbeit 2021. Online: https://www.ilo.org/berlin/presseinformationen/WCMS_766477/lang--de/index.htm
- ILO Internationale Arbeitsorganisation (o.J.): Erholung von der Krise: Ein globaler Beschäftigungspakt. Online; https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---relconf/documents/publication/wcms_820295.pdf
- ILO International Labour Organization (1958): Übereinkommen 111; Übereinkommen über die Diskriminierung in Beschäftigung und Beruf. Online: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---normes/documents/normativeinstrument/wcms_c111_de.htm
- Jakob, J. (2016): II.11. Gute und menschenwürdige Arbeit auch in Deutschland. Online: www.2030report.de/de/bericht/317/kapitel/ii11-gute-und-menschenwuerdige-arbeit-auch-deutschland
- Jakob, Johannes (2016): Bericht Deutschland und die UN-Nachhaltigkeitsagenda 2016. Noch lange nicht nachhaltig, II.11. Gute und menschenwürdige Arbeit auch in Deutschland. Online: www.2030report.de/de/bericht/317/kapitel/ii11-gute-und-menschenwuerdige-arbeit-auch-deutschland
- Kotiranta, A., Kovalainen, A., Rouvinen, P. (2007): Female Leadership and Firm Profitability. Online: https://www.eva.fi/wp-content/uploads/files/2133_Analyysi_no_003_eng_FemaleLeadership.pdf
- Öko-Institut (o.J.): Nachhaltige Unternehmensführung: Verantwortung für Gesellschaft und Umwelt. Online: www.oeko.de/forschung-beratung/themen/konsum-und-unternehmen/nachhaltige-unternehmen-sfuehrung-verantwortung-fuer-gesellschaft-und-umwelt
- Schulten, Thorsten; Specht, Johannes (2021): Ein Jahr Arbeitsschutzkontrollgesetz - Grundlegender Wandel in der Fleischindustrie? Online: www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/fleisch-2021/344835/ein-jahr-arbeitsschutzkontrollgesetz/
- Springer Gabler (o.J.): Gabler Wirtschaftslexikon: Definition Nachhaltiges Nachhaltigkeit im Personalmanagement. Online: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/nachhaltiges-personalmanagement-53887>
- statista (2021): Arbeitsunfälle in Deutschland. Online: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/6051/umfrage/gemeldete-arbeitsunfaelle-in-deutschland-seit-1986/>
- Thielmann, Axel; Wietschel, Martin; Funke, Simon; Grimm, Anna; Hettesheimer, Tim; Langkau, Sabine; Loibl, Antonia; Moll, Cornelius; Neef, Christoph; Plötz, Patrick; Sievers, Luisa; Espinoza, Luis Tercero; Edler, Jakob (2020): Batterien für Elektroautos: Faktencheck und Handlungsbedarf. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. Online: <https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/2020/Faktencheck-Batterien-fuer-E-Autos.pdf>
- VENRO Verband Entwicklungspolitik und Humanitäre Hilfe (2021): Vier Jahre Nationaler Aktionsplan Wirtschaft und Menschenrechte (NAP). Online: <https://venro.org/publikationen/detail/vier-jahre-nationaler-aktionsplan-wirtschaft-und-menschenrechte-nap>
- Vereinte Nationen (1948): Resolution der Generalversammlung 217 A (III). Allgemeine Erklärung der Menschenrechte. Online: <https://www.un.org/depts/german/menschenrechte/aemr.pdf>

- Vereinte Nationen (2015): Resolution der Generalversammlung „Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“. Online: <https://www.un.org/depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf>
- Welthungerhilfe (2020): Indien hält bei der Kinderarbeit den traurigen Spitzenplatz. Online: www.welthungerhilfe.de/welternaehrung/rubriken/wirtschaft-menschenrechte/indien-haelt-bei-kinderarbeit-den-traurigen-spitzenplatz
- Zeit Online (2023): Lohnunterschiede bei gleicher Arbeit rechtswidrig. Online: www.zeit.de/arbeit/2023-02/lohngleichheit-bundesarbeitsgericht-frauen-urteil-diskriminierung?
- Zoll (2022): Verpflegung und Unterkunft für Saisonarbeitskräfte. Online: https://www.zoll.de/DE/Fachthemen/Arbeit/Mindestarbeitsbedingungen/Mindestlohn-Mindestlohngesetz/Berechnung-Zahlung-Mindestlohns/Verpflegung-Unterkunft-Saisonarbeitskraefte/verpflegung-unterkunft-saisonarbeitskraefte_node.html

SDG 9 „Industrie, Innovation und Infrastruktur“

“Eine widerstandsfähige Infrastruktur aufbauen, inklusive und nachhaltige Industrialisierung fördern und Innovationen unterstützen”

In SDG 9 geht es um die Etablierung nachhaltiger und widerstandsfähiger Infrastrukturen und die Förderung einer inklusiven und nachhaltigen Industrialisierung. Industrien sollen nachhaltiger werden – mit einem effizienteren Ressourceneinsatz und unter vermehrter Nutzung sauberer und umweltverträglicher Technologien und Industrieprozesse. Exemplarisch sollen hier zwei Unterziele betrachtet werden: (destatis o.J.):

- Unterziel 9.4: Bis 2030 die Infrastruktur modernisieren und die Industrien nachrüsten, um sie nachhaltig zu machen, mit effizienteren Ressourceneinsatz und unter vermehrter Nutzung sauberer und umweltverträglicher Technologien und Industrieprozesse, wobei alle Länder Maßnahmen entsprechend ihren jeweiligen Kapazitäten ergreifen
- Unterziel 9.c: den Zugang zur Informations- und Kommunikationstechnologie erheblich erweitern ...

Kombinierter Verkehr

Die Effizienzsteigerungen im Nutzfahrzeugbereich, zum Beispiel durch technische Verbesserungen, werden derzeit durch das weiter ansteigende Verkehrsaufkommen kompensiert, wodurch die transportbedingten CO₂-Emissionen stagnieren. So entfielen im Jahr 1990 rund 163 Millionen Tonnen und im Jahr 2014 164 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente auf den Verkehrssektor (vgl. Statistisches Bundesamt 2017; DSLV 2015). Umweltschonende und damit zukunftsfähige Transport- und Logistiknetze sind jedoch – gerade für ein Land wie Deutschland, das hochgradig in die globalen Wirtschaftskreisläufe eingebunden und zudem durch seine zentrale Lage eines der wichtigsten Transitländer Europas ist – die Voraussetzung für ein nachhaltig erfolgreiches Wirtschaften.

Aber die Verantwortung zur Gestaltung umweltschonend ausgerichteter Transport- und Logistiknetze, liegt nicht nur in den Händen der Transport- und Logistikdienstleister. Vielmehr bilden weitsichtige politische Entscheidungsprozesse zum Aus- und Umbau des Straßen-, Schienen- und Wasserwegenetzes die Grundlage zukunftsorientierter Transport- und Logistiknetze. Dennoch können sich Transport- und Logistikdienstleister schon heute für die Durchführung von Logistikdienstleistungen in Form kombinierter Verkehre entscheiden.

Vorteile der kombinierten Verkehre

Der kombinierte Verkehr (abgekürzt KV) macht sich die jeweiligen Vorteile der unterschiedlichen Transportmittel zu Nutze und kombiniert diese im Sinne der Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit zu einer logistischen Transportkette. Der Begriff „kombinierter Verkehr“ wird auch synonym mit dem Begriff „intermodaler Verkehr“ verwendet. Während der intermodale Verkehr einen Gütertransport in derselben Transporteinheit (z. B. Container, Sattelanhänger oder kompletter LKW) auf zwei oder mehreren Verkehrsträgern beschreibt, stellt der kombinierte Verkehr eine Untergruppe des intermodalen Verkehrs dar, bei dem der Hauptlauf per Schiff oder Bahn und der Vor- und Nachlauf mit dem LKW zurückgelegt wird. Etwas konkreter handelt es sich laut der Vereinten Nationen beim kombinierten Verkehr um eine Verkehrsträgerkombination, bei der der *„überwiegende Teil der [...] zurückgelegten Strecke mit der Eisenbahn, dem Binnen- oder Seeschiff bewältigt und der Vor- und Nachlauf auf der Straße so kurz wie möglich gehalten wird“* (UN/ECE 2001: 18). In den verschiedenen Definitionen des kombinierten Verkehrs lassen sich laut der Studiengesellschaft für den Kombinierten Verkehr (SGKV) drei elementare Merkmale des kombinierten Verkehrs wiederfinden (vgl. SGKV 2018):

- 1) Güter in einer standardisierten Ladeinheit (Standard Loading Unit) auf einer intermodalen Transportkette,
- 2) mindestens ein Wechsel zwischen den Verkehrsträgern Straße, Schiene, Binnenwasserstraße oder See und
- 3) die systematische Erleichterung des Verkehrsträgerwechsels.

Nachhaltigkeit der kombinierten Verkehre

Betriebswirtschaftlich gesehen könnte man vermuten, dass jeder Verkehrsträgerwechsel, insbesondere auf kontinentalen Strecken, zusätzliche Kosten und Risiken mit sich bringt. Doch betrachtet man den Gütertransport nicht nur isoliert aus der betrieblichen Perspektive, so sind – aus gesamtgesellschaftlicher Perspektive – zahlreiche Vorteile des kombinierten Verkehrs zu erkennen. Die stärkere Berücksichtigung der Verkehrsträger Schiene und Wasserstraße kann den Güterverkehr auf der Straße entlasten und zusätzlich die transportbedingten Emissionen und Lärmbelastigungen reduzieren. Weiterhin schont der Einsatz des kombinierten Verkehrs nicht nur die Umwelt, sondern kann auch wirtschaftliche Vorteile mit sich bringen: Neben der generell günstigeren Kosten von Massentransportmitteln ermöglicht

beispielsweise die 44-Tonnen-Regelung, dass Fahrzeuge, die im Vor- und Nachlauf zu oder von einem nächstgelegenen Terminal eingesetzt werden, ein Gesamtgewicht von 44-Tonnen aufweisen dürfen. Zudem bestehen Ausnahmen in Bezug auf Fahrverbote an Wochenenden, Kfz-Steuererleichterungen sowie bei den Mautkosten (vgl. BMVI 2018).

Die Entscheidung für einen geeigneten Verkehrsträger bzw. eine Verkehrsträgerkombination basiert auf unterschiedlichen Kriterien wie beispielsweise der Kapazität des Transportmittels, der Sicherheitsfaktoren, der Kosten, der Länge der Transportstrecke, der Transportgeschwindigkeit und auch der Umweltverträglichkeit. Folgende übergeordnete Eigenschaften besitzen die Verkehrsträger (vgl. Arnold et al. 2008: 408ff.):

- 1) Der Verkehrsträger Straße bietet vor allem im Nahbereich (Last Mile) eine höhere Flexibilität als andere Verkehrsträger. Nachteilig sind jedoch die geringeren Transportvolumina, die zu einer erhöhten Umweltbelastung führen.
- 2) Der Verkehrsträger Schiene hingegen eignet sich besonders für große Transportvolumina mit einem hohen Gewicht. Die Transportdauer ist aufgrund des Vor- und Nachlaufs höher als beim Verkehrsträger Straße und kann dadurch zu Kostennachteilen führen, die jedoch in bestimmten Fällen durch Mengenvorteile ausgeglichen werden können.
- 3) Der Verkehrsträger Wasserstraße eignet sich ebenfalls für große Transportvolumina mit einem hohen Gewicht an und ist darüber hinaus sehr sicher und zuverlässig. Dem gegenüber stehen vergleichsweise lange Transportzeiten sowie hohe Kosten im Vor- und Nachlauf. Ein entscheidender Faktor sind hierbei die jeweiligen Hafeninfrastrukturen (z. B. die Verteilung der Häfen, ihre Kapazitäten und ihre Arbeitsabläufe), die einen großen Einfluss auf die Qualität und die Geschwindigkeit des Vor- und Nachlaufs haben.
- 4) Der Verkehrsträger Luft, der laut Definition nicht zum kombinierten Verkehr, jedoch zum intermodalen Verkehr zählt, zeichnet sich durch Schnelligkeit, Sicherheit und eine hohe Transporthäufigkeit aus. Im Vergleich zu den Verkehrsträgern Schiene und Wasserstraße ist das Transportvolumen jedoch gering. Durch die hohe Transportgeschwindigkeit und -sicherheit ergeben sich beim Verkehrsträger Luft niedrige Werte für Kapitalbindung, Verpackung und Versicherung. Demgegenüber stehen allerdings hohe Frachtkosten.

Modernisierung durch Digitalisierung

Bei der Modernisierung der Infrastruktur der Wirtschaft ist die Digitalisierung von größter Bedeutung (Unterziel 9.4). Die Steuerung der Infrastrukturnetze, die Strom-, Gas- und Wasserversorgung, Bahnen und Flugzeuge (und zukünftig auch PKWs), die Produktion in Industrie und Gewerbe, das Gebäudemanagement und die Logistik - all dies sind Bereiche, die auf Digitalisierung angewiesen sind. In Politik und Forschung haben hierbei der Begriff Industrie 4.0 geprägt (BMWK o.J.): *“Industrie 4.0 bezeichnet die intelligente Vernetzung von Maschinen und Abläufen in der Industrie mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologie.”*

Auch wenn die Digitalisierung in Deutschland schon ein teilweise hohes Niveau erreicht hat, so sind die Defizite nicht zu leugnen (Unterziel 9.c). So fehlen in Gewerbezentren im ländlichen Raum oft Internetanschlüsse mit ausreichender Übertragungsgeschwindigkeit, Schulen verfügen für hunderte Schüler nur über Anschlüsse im höheren MBit-Bereich, auf vielen Bahnstrecken gibt es keinen Netzempfang und in der Corona-Zeit war das Fax ein unverzichtbares Mittel für die Bekämpfung einer nationalen Notlage.

In der Wirtschaft zeigt sich die digitale Transformation in den gestiegenen Anforderungen hinsichtlich Transparenz, Lieferfähigkeit und Liefertreue sowie dem Wunsch nach individualisierten Produkten oder Leistungen. Die Auswirkungen neuartiger Produkte und Dienstleistungen auf die Unternehmensorganisation können durch folgende drei Dimensionen beschrieben werden (vgl. Pousttchi 2017):

Leistungserstellung (Value Creation Model)

Hierbei steht die Effizienz von Unternehmensabläufen und vor allem das Optimierungspotenzial durch die neugewonnenen Möglichkeiten digitaler Technologien im Vordergrund. Bereits gegen Ende des 20. Jahrhunderts wurde festgestellt, dass der Einsatz digitaler Technologien in der Regel keine rein technische, sondern vor allem eine organisatorische Herausforderung darstellt. So lässt sich das vorhandene Optimierungspotenzial durch die Integration von IT-Elementen (z.B. Einführung von E-Mails als Kommunikationsmittel) allein nur sehr begrenzt abrufen. Eine komplette Ausschöpfung des Potenzials ist häufig nur dann möglich, wenn die Abläufe und die Struktur des Unternehmens und der Unternehmensumwelt neuen Leistungserstellungsprozessen angepasst werden. In der Transport- und Logistikbranche stellt beispielsweise das automatisierte Fahren eine Innovation dar, die zeigt, dass die Einführung digitaler Technologien häufig von der Unternehmensumwelt abhängig ist. So können automatisierte und teilautomatisierte Fahrfunktionen nur dann zuverlässig genutzt werden, wenn die gesammelten Informationen der Fahrerassistenzsysteme zu einem Gesamtsystem gebündelt werden können und so eine Kommunikation aller Fahrzeuge untereinander und mit der Infrastruktur selbst ermöglicht werden kann.

Leistungsangebot (Value Proposition Model)

Hierbei steht die Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen im Mittelpunkt, die ein Unternehmen aufgrund digitaler Technologien anbieten kann. Hierzu zählen auch Produkte und Dienstleistungen, die zwar nicht unbedingt neu sind, aber aufgrund der Möglichkeiten digitaler Technologien zu günstigeren Konditionen angeboten werden können. Die Transport- und Logistikbranche steht in diesem Kontext vor der Herausforderung, dass Kunden zunehmend individualisierte Produkte und Dienstleistungen einfordern, was zu einer gestiegenen Lieferung von Einzelteilen führt („Losgröße Eins“). Zudem wünschen Kunden zunehmend Same-Day-Delay-Dienstleistungen, die möglichst klimaneutral erfolgen sollten. Die

Planung und Bündelung derartiger Anforderungen erfordern zunehmend den Einsatz von Cloud Systemen und die Etablierung von so genannten Smart-City-Lösungen.

Kundeninteraktionsmodell (Customer Interaction Model)

Hierbei geht es um den Einfluss digitaler Technologien auf die Interaktion zwischen Kunden und Unternehmen. So sorgen in der Transport- und Logistikbranche beispielsweise Barcodescanner, GPS-ausgestattete Transportmittel und digital protokollierte Prozessketten dafür, dass Kunden jederzeit über eine Online-Abfrage den präzisen Status und Standort ihrer Frachtgüter erfahren können. Daneben erhöht sich auch der Fluss von Informationen vom (potenziellen) Kunden zum Unternehmen: Als Big-Data-Techniken bezeichnet man in diesem Zusammenhang die Möglichkeit, eine große Anzahl von Endkundendaten (z.B. zum Kaufverhalten) zu sammeln bzw. zu erwerben, auszuwerten und in die Angebotserstellung (z.B. in Form von personalisierter Werbung in sozialen Medien) einzubeziehen. Beide genannten Möglichkeiten der „Kommunikation“ zwischen Kunden und Unternehmen werden heutzutage bereits über sogenanntes „Tracking“ und „Tracing“ realisiert. Während „Tracking“ die Verfolgung der Ware in Echtzeit ermöglicht, bietet „Tracing“ eine retrospektive Betrachtung des Warenstroms und ermöglicht so die Identifizierung von Schwachstellen im Lieferprozess.

Die drei Dimensionen der digitalen Transformation verdeutlichen vor allem, welche ökonomischen Chancen und Risiken sich durch digitale Technologien ergeben. Die digitale Transformation hat jedoch auch konkrete Auswirkungen auf die Ausgestaltung von Arbeitsplätzen. Vor diesem Hintergrund ist eine Form digitaler Transformation gefragt, die nachhaltigeres Wirtschaften ermöglicht und fördert. Die Unternehmen sind also dazu herausgefordert, den Prozess der digitalen Transformation nachhaltigkeitsorientiert mitzugestalten.

Autonomes Fahren

Straßenverkehr

Autonomes Fahren im Straßenverkehr bietet folgende Chancen und Risiken:

Chancen:

1. Reduzierung von Verkehrsunfällen: Autonome Fahrzeuge haben das Potenzial, menschliche Fehler zu minimieren, die die Hauptursache für die meisten Verkehrsunfälle sind. Durch fortschrittliche Sensoren und Algorithmen können autonome Fahrzeuge potenziell sicherer fahren und so die Anzahl der Unfälle verringern.
2. Effizienterer Verkehrsfluss: Durch die Vernetzung autonomer Fahrzeuge können Verkehrsströme optimiert werden, was zu einem effizienten Verkehrsfluss und einer Reduzierung von Staus führen kann.

3. **Energieeinsparungen:** Autonome Fahrzeuge können durch eine optimierte Fahrweise und Verkehrslenkung den Kraftstoffverbrauch reduzieren und somit zur Verringerung der CO₂-Emissionen beitragen.
4. **Verbesserte Nutzung des Straßenraums:** Durch die Koordination von autonomen Fahrzeugen kann der Straßenraum effizienter genutzt werden, was zu einer Verringerung der benötigten Parkflächen führen könnte.

Risiken:

1. **Technische Herausforderungen:** Die Entwicklung autonomer Fahrzeugtechnologie erfordert hochkomplexe Systeme, die zuverlässig und sicher funktionieren müssen. Es gibt weiterhin technische Herausforderungen, insbesondere in Bezug auf die Bewältigung unvorhergesehener Situationen und die Gewährleistung der Cybersicherheit.
2. **Ethische Fragen:** Es entstehen schwierige ethische Fragen, wie zum Beispiel die Entscheidung, wie ein autonomes Fahrzeug in einer Unfallsituation handeln soll, bei der die KI über das menschliche Leben abwägen muss.
3. **Arbeitsplatzverluste:** Der Übergang zum autonomen Fahren könnte zu Arbeitsplatzverlusten führen, insbesondere für Berufskraftfahrer und andere mit dem Transportwesen verbundene Berufe.
4. **Akzeptanz in der Gesellschaft:** Die Akzeptanz autonomer Fahrzeuge in der Gesellschaft könnte eine Herausforderung darstellen. Viele Menschen haben Bedenken hinsichtlich der Sicherheit und Privatsphäre bei der Nutzung dieser Technologie.

Schiffsverkehr

Autonomes Fahren im Schiffsverkehr bietet folgende Chancen und Risiken:

Chancen:

1. **Effizienzsteigerung:** Autonome Schiffe können dazu beitragen, den Treibstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen zu reduzieren, indem sie optimierte Routenplanung und energieeffiziente Fahrmanöver nutzen.
2. **Verbesserte Sicherheit:** Durch die Vermeidung von menschlichen Fehlern können autonome Schiffe die Sicherheit im Schiffsverkehr erhöhen und das Risiko von Unfällen verringern.
3. **Steigerung der Kapazität:** Autonome Schiffe könnten dazu beitragen, die Kapazität der Schifffahrt zu erhöhen, indem sie in der Lage sind, rund um die Uhr zu fahren und effizientere Logistikabläufe zu ermöglichen.

Risiken:

1. Komplexe Umgebungen: Der Schiffsverkehr ist mit einer Vielzahl von Variablen und komplexen Umgebungen verbunden, wie zum Beispiel schlechtes Wetter, andere Schiffe und Küsteninfrastrukturen. Die Entwicklung autonomer Schiffssteuerungssysteme, die all diese Faktoren berücksichtigen können, ist eine Herausforderung.
2. Rechtliche und regulatorische Fragen: Es gibt noch keine klaren rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen für den autonomen Schiffsverkehr. Die Festlegung von Verantwortlichkeiten und Haftungsfragen im Falle von Unfällen oder Störungen ist eine wichtige Aufgabe.
3. Umweltauswirkungen: Obwohl autonome Schiffe potenziell zur Reduzierung von Treibstoffverbrauch und Emissionen beitragen können, müssen auch die möglichen Umweltauswirkungen der eingesetzten Technologie berücksichtigt werden, insbesondere im Hinblick auf Batterien oder alternative Energiequellen.

Autonomes Fahren im Bahnverkehr bietet folgende Chancen und Risiken:

Chancen:

1. Verbesserte Pünktlichkeit und Effizienz: Autonome Züge können präziser und effizienter betrieben werden, was zu einer Verbesserung der Pünktlichkeit und Reduzierung von Verspätungen führen kann.
2. Kapazitätssteigerung: Durch die Vernetzung autonomer Züge können Zugabstände optimiert und die Kapazität des Schienennetzes erhöht werden, ohne dass zusätzliche Infrastruktur benötigt wird.
3. Energieeinsparungen: Autonome Züge können einen effizienteren Energieverbrauch ermöglichen, indem sie eine optimierte Geschwindigkeitssteuerung und Bremsmanöver umsetzen.

Risiken:

1. Sicherheitsaspekte: Die Sicherheit autonomer Bahnsysteme ist von größter Bedeutung, insbesondere bei der Gewährleistung der Kollisionsvermeidung und des Schutzes vor Cyberangriffen.
2. Infrastrukturanpassungen: Die Implementierung autonomer Bahnsysteme erfordert möglicherweise Anpassungen an bestehender Infrastruktur, wie zum Beispiel die Installation von Sensoren und Kommunikationssystemen.
3. Akzeptanz und Arbeitsplatzverluste: Wie beim autonomen Straßenverkehr können auch hier Akzeptanzfragen und mögliche Arbeitsplatzverluste für Zugführer und andere Bahnangestellte auftreten.

Autonome Lagerlogistik

Eine autonome Lagerlogistik bietet verschiedene Chancen und Risiken für die Nachhaltigkeit:

Chancen:

1. **Effiziente Raumausnutzung:** Durch den Einsatz autonomer Systeme können Lagerflächen effizienter genutzt werden. Roboter oder autonome Fahrzeuge können den verfügbaren Platz optimal nutzen und die Stapelhöhen erhöhen, um den Platzbedarf zu reduzieren.
2. **Energieeinsparungen:** Autonome Lagerlogistiksysteme können dazu beitragen, den Energieverbrauch zu optimieren. Beispielsweise können autonome Roboter oder Fahrzeuge den kürzesten Weg zum Ziel finden und so den Energieverbrauch reduzieren. Zudem ermöglichen fortschrittliche Sensoren und Algorithmen eine effiziente Steuerung der Beleuchtung und Klimatisierung.
3. **Reduzierter Material- und Ressourcenverbrauch:** Durch den Einsatz von automatisierten Systemen in der Lagerlogistik kann der Material- und Ressourcenverbrauch optimiert werden. Eine präzisere Bestandsverwaltung und ein effizienter Warenumsatz können dazu beitragen, Überbestände zu vermeiden und den Bedarf an Verpackungsmaterialien zu reduzieren.
4. **Optimierung der Lieferkette:** Autonome Systeme ermöglichen eine bessere Planung und Koordination von Logistikprozessen. Durch die Integration von Daten in Echtzeit können Engpässe und ineffiziente Abläufe identifiziert und verbessert werden, was zu einer optimierten Lieferkette mit reduzierten Transport- und Lagerkosten führen kann.

Risiken:

1. **Arbeitsplatzverluste:** Die Automatisierung von Lagerlogistikprozessen kann zu Arbeitsplatzverlusten führen, insbesondere für Mitarbeiter, die zuvor manuelle Tätigkeiten ausgeführt haben. Dies kann soziale Auswirkungen haben und die Arbeitsmarktsituation beeinflussen.
2. **Technische Herausforderungen:** Die Implementierung autonomer Lagerlogistik erfordert komplexe technologische Systeme, die zuverlässig funktionieren müssen. Die Bewältigung unvorhergesehener Situationen und die Gewährleistung der Datensicherheit und Cybersicherheit stellen Herausforderungen dar.
3. **Hohe Anfangsinvestitionen:** Die Einführung autonomer Systeme in der Lagerlogistik erfordert oft hohe Anfangsinvestitionen für den Kauf und die Implementierung der Technologie. Dies kann für kleinere Unternehmen eine finanzielle Hürde darstellen und den Zugang zu nachhaltigen Lösungen erschweren.
4. **Abhängigkeit von Energiequellen:** Autonome Lagerlogistiksysteme erfordern eine zuverlässige Energiequelle, sei es elektrische Energie oder alternative Energiequellen. Es ist wichtig sicherzustellen, dass diese Energiequellen nachhaltig und umweltfreundlich sind, um die Gesamtbilanz der Nachhaltigkeit nicht zu beeinträchtigen.

Es ist wichtig, bei der Implementierung autonomer Lagerlogistiksysteme die Nachhaltigkeitsaspekte umfassend zu berücksichtigen und eine ausgewogene Betrachtung von ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten vorzunehmen. Durch innovative Technologien und ein ganzheitliches Nachhaltigkeitsmanagement können die Chancen genutzt und die Risiken minimiert werden.

Künstliche Intelligenz (KI) spielt eine bedeutende Rolle bei der Umsetzung autonomer Lagerlogistik und kann sowohl Chancen als auch Risiken mit sich bringen.

Chancen:

1. Optimierung von Prozessen: KI kann dazu beitragen, Lagerlogistikprozesse zu optimieren, indem sie Daten analysiert und Muster erkennt. Durch den Einsatz von Algorithmen und maschinellem Lernen kann KI beispielsweise die Bestandsplanung, die Routenoptimierung und die Lieferzeiten verbessern.
2. Echtzeitdatenanalyse: KI-Systeme können große Mengen an Daten in Echtzeit analysieren und verwerten. Dadurch können sie aktuelle Informationen über Bestände, Nachfrage, Lieferkettenengpässe und andere relevante Faktoren liefern, um fundierte Entscheidungen zu treffen und den Lagerbetrieb effizienter zu gestalten.
3. Vorhersage von Bedarfen: Durch die Analyse historischer Daten und die Anwendung von KI-Algorithmen können zukünftige Bedarfe und Nachfrage besser vorhergesagt werden. Dies ermöglicht eine optimierte Bestandsverwaltung und eine Reduzierung von Überbeständen sowie eine rechtzeitige Nachbestellung, um Engpässe zu vermeiden.
4. Automatisierung und Autonomie: KI-gesteuerte Systeme wie autonome Roboter oder Fahrzeuge können Lagerlogistikprozesse automatisieren und autonom ausführen. Dies führt zu einer Effizienzsteigerung, da sie kontinuierlich und präzise arbeiten können, ohne menschliche Eingriffe oder Pausen.

Risiken:

1. Datensicherheit und Privatsphäre: KI-basierte Lagerlogistiksysteme erfordern den Zugriff auf umfangreiche Daten, die sensibel sein können, wie zum Beispiel Lagerbestände oder Kundendaten. Es ist wichtig, geeignete Sicherheitsmaßnahmen zu implementieren, um die Vertraulichkeit und Integrität dieser Daten zu gewährleisten.
2. Abhängigkeit von KI-Systemen: Die Implementierung von KI-basierten Systemen kann dazu führen, dass Unternehmen stark von deren Funktionsfähigkeit und Verfügbarkeit abhängig sind. Im Falle eines Ausfalls oder einer Fehlfunktion der KI kann dies zu Betriebsunterbrechungen führen und die Lieferkette beeinträchtigen.
3. Ethik und Entscheidungsfindung: KI-Systeme treffen Entscheidungen basierend auf Algorithmen und vorhergesagten Mustern. Es besteht das Risiko, dass diese Entscheidungen auf unvollständigen oder voreingenommenen Daten basieren,

was zu ungerechten oder ethisch fragwürdigen Konsequenzen führen kann. Es ist wichtig, ethische Richtlinien und Kontrollmechanismen zu implementieren, um solche Risiken zu minimieren.

4. **Fachkräftemangel:** Die Implementierung von KI-basierten Systemen erfordert spezialisierte Fachkräfte, die in der Lage sind, die Technologie zu entwickeln, zu implementieren und zu warten. Es besteht die Herausforderung, ausreichend qualifiziertes Personal mit Kenntnissen in KI und Lagerlogistik zu gewinnen und zu halten.

Lieferdienste

Lieferdienste können verschiedene Nachhaltigkeitsprobleme mit sich bringen:

1. **Verkehr und Emissionen:** Lieferdienste führen zu zusätzlichem Verkehr auf den Straßen, insbesondere in städtischen Gebieten. Dies kann zu erhöhten Verkehrsstaus und einer Zunahme der CO₂-Emissionen führen, insbesondere wenn herkömmliche Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren verwendet werden.
2. **Luftverschmutzung:** Lieferfahrzeuge, insbesondere ältere Modelle, können zur Luftverschmutzung beitragen, indem sie schädliche Abgase und Partikel ausstoßen. Dies hat negative Auswirkungen auf die Luftqualität und die Gesundheit der Menschen, insbesondere in stark befahrenen Gebieten.
3. **Ressourcenverbrauch:** Lieferdienste erfordern eine Vielzahl von Ressourcen, darunter Fahrzeuge, Verpackungen, Treibstoff und Energie für den Betrieb der Lieferketten. Der hohe Verbrauch dieser Ressourcen kann zu Umweltauswirkungen wie Energieverschwendung und Abfallproduktion führen.
4. **Verpackungsmaterialien:** Um Produkte beim Transport zu schützen, werden oft große Mengen an Verpackungsmaterialien wie Kartons, Kunststofffolien und Polstermaterialien verwendet. Diese Verpackungen können einen erheblichen Beitrag zur Abfallproduktion und zum Kunststoffmüllproblem leisten.
5. **Letzte Meile:** Die letzte Meile der Lieferung, also der Transport vom Verteilzentrum zum endgültigen Bestimmungsort, kann besonders ineffizient sein. Oft sind die Lieferungen aufgrund geringer Dichte oder unvorhersehbarer Zustellbedingungen nicht gut gebündelt, was zu zusätzlichen Fahrten und Energieverbrauch führt.
6. **Arbeitsbedingungen:** In einigen Fällen können Lieferdienste zu problematischen Arbeitsbedingungen führen, insbesondere wenn die Beschäftigten unter hohem Druck stehen, um schnell und effizient zu liefern. Dies kann zu Überlastung, schlechten Arbeitsbedingungen und prekären Beschäftigungsverhältnissen führen.

Es ist wichtig anzumerken, dass nicht alle Lieferdienste die gleichen Nachhaltigkeitsprobleme haben. Einige Unternehmen setzen bereits auf umweltfreundlichere Lieferoptionen wie den Einsatz von Elektrofahrzeugen, die

Bündelung von Lieferungen und die Optimierung von Routen, um die Auswirkungen auf die Umwelt zu reduzieren. Dennoch bleibt die Nachhaltigkeit von Lieferdiensten eine Herausforderung, die durch Innovationen, Zusammenarbeit und eine ganzheitliche Betrachtung der Lieferketten angegangen werden sollte.

Lastenräder

Wie oben bereits ausgeführt, wird das Auto nicht selten für Strecken genutzt, auf denen das Fahrrad die schnellere, gesündere und nachhaltigere Alternative darstellt. Dies gilt bis zu einem gewissen Grad auch für den innerstädtischen Warenverkehr, der “zu ca. 75 % von Pkw oder leichten Nutzfahrzeugen unter 3,5 t durchgeführt” wird. (Gruber & Rudolph, 2021). Hier können Lastenfahrräder für Entlastung und Emissionseinsparungen im Verkehrssektor sorgen. Laut dem Europäischen Radfahrerverband (ECF) könnten über die Hälfte der Fahrten, die mit einem motorisierten Fahrzeug zurückgelegt wurden, durch Lastenräder ausgeführt werden. Dies gilt vor allem für Ladungen bis zu 250 Kilogramm und einer Entfernung von bis zu 7 Kilometern (Netz, o.J.). Sogar bis zu einer Distanz von 20 Kilometern hat das Lastenrad gegenüber dem PKW fast keinen Geschwindigkeitsnachteil (Gruber & Rudolph, 2021). Unternehmen, die Waren per Rad ausliefern, können mit einer Reduzierung ihrer Kosten rechnen. Gleichzeitig wird ein Beitrag zu lebenswerteren Städten geleistet, denn es wird zu einer Reduzierung des motorisierten Verkehrs beigetragen. Das führt zu einer geringeren Lärmbelastung und geringerer Luftverschmutzung (Netz, o.J.), Vgl. dazu auch das Kapitel zu SDG 11. Ein Hindernisfaktor für die Nutzung von Lastenrädern zur Warenauslieferung ist Niederschlag, Kälte dagegen scheint keine große Rolle zu spielen. Darüber hinaus sind sie eher für kurze Strecken attraktiv. Anreizpunkte statt des Autos ein Lastenrad zu nutzen, stellen eine gute Radinfrastruktur und Parkraumknappheit dar (Gruber & Rudolph, 2021). Gewerblich genutzte Elektro-Lastenräder werden durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle noch bis 2024 bezuschusst (BAFA, o. J.).

Rebound-Effekte als Herausforderung der Digitalisierung

Häufig stellt das Streben nach mehr Effizienz eine wesentliche Motivation zur Entwicklung neuer Technologien dar, was auf den ersten Blick nach einem sinnvollen Ziel klingt. Damit einher gehen jedoch auch Nachteile, die zu einem Spannungsverhältnis zwischen digitalen Technologien und nachhaltigem Wirtschaften führen können.

Dieses Spannungsverhältnis wird unter dem *Stichwort Rebound-Effekt diskutiert*. Hierbei handelt es sich um eine „Effizienzsteigerung, die zuerst Energie und Ressourcen einspart, aber damit die Möglichkeit schafft, dass die Nachfrage steigt und wiederum mehr Energie- und Ressourcennachfrage stattfindet. Heraus kommt eine Art Nullsummenspiel. Im besten Fall wird noch ein bisschen etwas eingespart, im schlechtesten geht das Ganze durch die Decke und es wird sogar mehr nachgefragt als vorher“ (Santarius 2018: 12). Ein Beispiel für den Rebound-Effekt in der Transport- und Logistikbranche ist der Einsatz energieeffizienter Fahrzeuge. Angenommen, ein

Unternehmen entscheidet sich, seine Flotte von ineffizienten LKW auf energieeffiziente Modelle umzustellen. Dies kann zu einer Verringerung des Kraftstoffverbrauchs pro Kilometer führen. Der Rebound-Effekt tritt dann auf, wenn die Kosteneinsparungen aufgrund des geringeren Kraftstoffverbrauchs dazu führen, dass das Unternehmen die Einsparungen teilweise oder vollständig durch zusätzliche Transportaktivitäten oder eine Erweiterung des Geschäftsumfangs kompensiert. Das Unternehmen könnte beispielsweise beschließen, mehr Aufträge anzunehmen, längere Strecken zu befahren oder häufiger Lieferungen anzubieten. Obwohl die energieeffizienten Fahrzeuge pro Kilometer weniger Kraftstoff verbrauchen, kann der Gesamtverbrauch aufgrund der zusätzlichen Transportaktivitäten dennoch steigen. Dieser Effekt kann dazu führen, dass die potenziellen Energieeinsparungen durch die verbesserte Fahrzeugeffizienz teilweise zunichtegemacht werden. Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht würde ein Reboundeffekt auftreten, wenn sich aufgrund gesunkener Kraftstoffausgaben weitere Strecken lohnen und insgesamt mehr transportiert wird, z.B. anstelle stärkerer regionaler Wirtschaftskreisläufe.

Der Rebound-Effekt verdeutlicht, dass technologische Verbesserungen allein nicht ausreichen, um den Energieverbrauch und die Umweltauswirkungen in der Transport- und Logistikbranche signifikant zu reduzieren. Es bedarf zusätzlicher Maßnahmen wie beispielsweise Verkehrslenkung, Logistikoptimierung oder Verhaltensänderungen, um den Gesamtenergieverbrauch effektiv zu senken.

Der digitale Branchenverband Bitkom stellt jedoch sieben Anwendungsbereiche heraus, in denen durch Digitalisierung die Energieeffizienz gesteigert und der Ressourceneinsatz reduziert werden kann. Genannt werden Fertigung (Industrie und produzierendes Gewerbe), Mobilität, Energie, Gebäude, Arbeit & Business, Landwirtschaft, Gesundheit. So können in der Fertigung durch die Simulation von physischen Produkten und Prozessen (digitaler Zwilling) Ressourcen eingespart werden, oder im Bereich Mobilität durch intelligente Verkehrssteuerung und Optimierung, intelligente Logistik und vernetzter Individualverkehr THG-Emissionen reduziert werden. Durch die Nutzung digitaler Kollaborationsplattformen und digitaler Services lassen sich gefahrene Kilometer reduzieren und der Energieverbrauch in Büroräumen senken. Der Energieverbrauch von Gebäuden lässt sich durch datenbasierte Überwachung und Automatisierung aller energiebezogenen Prozesse (z. B. Heizung, Kühlung und Beleuchtung) deutlich senken (Bitkom 2021).

Quellenverzeichnis

- Arnold, D., Kuhn, A., Furmans, K., Isermann, H., Tempelmeier, H. (2008): Handbuch Logistik. 3. neu bearb. Aufl. Berlin und Heidelberg.
- bitkom (2021): Klimaeffekte der Digitalisierung Studie zur Abschätzung des Beitrags digitaler Technologien zum Klimaschutz. Online: https://www.bitkom.org/sites/main/files/2021-10/20211010_bitkom_studie_klimaeffekte_der_digitalisierung.pdf
- BMVI Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2018): Kombiniertes Verkehr – Die Zukunft ist Intermodal. Online:

https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/flyer-kombinierter-verkehr.pdf?__blob=publicationFile

- BMWK Bundesministerium für Wirtschaft und Klima (o.J.): Digitale Transformation in der Industrie <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/industrie-40.html>
- Deutscher Bundestag (2022): Drucksache. Energieverbrauch der IKT-Infrastrukturen in Deutschland. Online: <https://www.bundestag.de/presse/hib/kurzmeldungen-914208>
- DSLV Deutscher Spedition- und Logistikverband e. V. (2015): Zahlen · Daten · Fakten aus Spedition und Logistik. Bonn.
- Poustchi, K. (2017): Digitale Transformation. Online: <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/lexikon/technologien-methoden/Informatik--Grundlagen/digitalisierung/digitale-transformation>
- Santarius, T. (2018): Digitalisierung: Chancen und Risiken für die Nachhaltigkeit? Interview. In: Balogh, E., Jachs, J., Hinterberger, F. (Hrsg.): Schöne digitale Welt. Ein Bericht an den Club of Rome. Online: <http://schoenedigitalewelt.clubofrome.at/wp-content/uploads/2018/04/SDW-eBook-FINAL.pdf>
- SGKV Studiengesellschaft für den Kombinierten Verkehr e.V. (2018): Der kombinierte Verkehr. Online: www.sgkv.de
- Statistisches Bundesamt (2017): Statistisches Jahrbuch 2017. Kapitel 25 - Transport und Verkehr.
- Vereinte Nationen (UN/ ECE) (2001): Terminologie des kombinierten Verkehrs. New York und Genf.

SDG 12: “Nachhaltige/r Konsum und Produktion”

“Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherstellen”

SDG 12 bezieht sich sowohl auf den individuellen Konsum (notwendige Veränderung unserer Lebensstile) als auch auf die Umgestaltung der Wertschöpfungsmuster, die unserer Produktion zugrunde liegen. Die wichtigsten Unterziele sind:

- 12.2 Bis 2030 die nachhaltige Bewirtschaftung und effiziente Nutzung der natürlichen Ressourcen erreichen
- 12.4 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
- 12.5 Bis 2030 das Abfallaufkommen durch Vermeidung, Verminderung, Wiederverwertung und Wiederverwendung deutlich verringern
- 12.8 Bis 2030 sicherstellen, dass die Menschen überall über einschlägige Informationen und das Bewusstsein für nachhaltige Entwicklung und eine Lebensweise in Harmonie mit der Natur verfügen

Voraussetzung für die Umsetzung dieses Anspruches ist eine entsprechende Bildung und darauf basierende Kompetenzentwicklung der handelnden Personen, im privaten wie auch im beruflichen Kontext. Nachhaltiges Handeln bezieht sich auf alle Aspekte, die dazu führen, dass sowohl innerhalb des Ausbildungsbetriebes, als auch bei Kundinnen und Kunden oder Lieferant*innen Arbeits- und Organisationsmittel so eingesetzt werden, dass sie unter Berücksichtigung der vorhandenen Ressourcen und der

Budgetvorgaben wirtschaftlich und nicht klimaschädlich eingesetzt werden, wie es der Rahmenlehrplan (KMK Kultusministerkonferenz 2016) vorgibt.

Im Kontext von SDG 12 sind in der Produktion dabei zunächst Kreislaufwirtschaft und nachhaltige Lieferketten ebenso angesprochen wie die Vermeidung beziehungsweise der ressourcenschonende Umgang mit den eingesetzten Materialien und Rohstoffen, wie auch eine verantwortungsbewusste Entsorgung von Reststoffen (Abfällen). Aus Sicht eines Unternehmens werden im engeren Sinne als Ressourcen Betriebsstoffe, Werkstoffe, Kapital, Personal, Know-how und Zeit angesehen.

In globaler Sicht weiter gefasst sind Ressourcen Bestandteile der Natur. Hierzu zählen erneuerbare und nicht erneuerbare Primärrohstoffe, physischer Raum (Fläche), Umweltmedien (Wasser, Boden, Luft), strömende Ressourcen (z. B. Erdwärme, Wind-, Gezeiten- und Sonnenenergie) sowie die Biodiversität. Es ist hierbei unwesentlich, ob die Ressourcen als Quellen für die Herstellung von Produkten oder als Senken zur Aufnahme von Emissionen (Wasser, Boden, Luft) dienen.

Ressourcenverbrauch

Gegenwärtig steigen sowohl der Ressourcenverbrauch als auch das globale Abfallaufkommen unvermindert an. Die Gewinnung und Verarbeitung von Ressourcen führen dabei zu hohen Treibhausgasemissionen sowie zu enormen Umweltbelastungen und Biodiversitätsverlusten (siehe auch Abschnitt 2). Laut Schätzungen des International Resource Panels der Vereinten Nationen gehen etwa 50 % der globalen Treibhausgasemissionen direkt oder indirekt auf die Gewinnung und Verarbeitung von fossilen Rohstoffen, Biomasse, Erzen und Mineralien zurück.

Jedes Produkt wird aus stofflichen Ressourcen hergestellt und hierfür werden Energieressourcen benötigt. Auf jede und jeden entfällt ein Rohstoffkonsum von rund 16 t pro Jahr (UBA 2018: S. 41). Der größte Teil mit rund 7 t stammt aus dem Hoch- und Tiefbau: für unsere Wohnungen und Straßen, aber auch für öffentliche Gebäude, Industrie, Gewerbe, Hotel und Sportanlagen. Die fossilen Energieträger Öl, Kohle und Gas betragen mehr als 4,5 t pro Kopf zur Erzeugung von Strom, Wärme und Warmwasser. Auf Biomasse – vor allem für die Ernährung – entfallen 3,4 t. Der Pro-Kopf-Verbrauch von metallischen Rohstoffen beträgt immerhin noch 1 t pro Kopf. Die vier Typen der Rohstoffe werden vor allem von Industrie und Gewerbe, dem Staat und von privaten Haushalten nachgefragt (98 %). Der Konsum umfasst hier in 2014 rund 800 Mio. t, davon entfielen auf die privaten Haushalte 76 % bzw. mehr als 600 Mio. t. Etwas mehr als ein Drittel verbraucht das Wohnen (Neubau und Sanierung, Gas und Strom, Wohnungseinrichtung) bzw. Ernährung (je rund 190 Mio. t). An dritter Stelle steht der Freizeitkonsum mit 19 % bzw. rund 115 Mio. t, hierunter fallen auch die Errichtung von privaten Freizeiteinrichtungen (Sporthallen, Hotelanlagen), aber auch Sportschuhe, Mountain-Bikes, Spielekonsolen und Handys. Auch wenn Kleidung nur 3 % des Ressourcen Konsums ausmacht, sind dies immerhin 18 Mio. t bzw. 220 kg pro Kopf und Jahr. In diesem Wert sind aber auch alle Produktionsmittel eingerechnet, denn

Baumwolle muss angebaut, geerntet, verarbeitet und transportiert werden. Hierzu braucht man Energie, Wasser und vieles mehr. Der Ressourcen-Rucksack eines T-Shirts ist somit viel größer als das eigentliche Gewicht (ca. 150 g).

Zusammenfassend kann man feststellen: Unser Ressourcenverbrauch ist zu hoch. Die Ressourcen der Erde sind begrenzt und wir haben nur eine Erde. Deshalb ist es dringend geboten, den Ressourcenverbrauch auf ein zukunftsverträgliches Ausmaß zu reduzieren und das Wirtschaftswachstum mit der Begrenztheit der Ressourcen in Einklang zu bringen. Das erfordert eine Abkehr vom derzeit dominierenden linearen, hin zu einem zirkulären Wirtschaftssystem. Auch Deutschland muss sich dieser Herausforderung stellen und den entsprechenden Transformationsprozess durchlaufen (Global Resources Outlook 2019).

Ziel der Transformation weg von der linearen Produktionsweise hin zu einer Kreislaufwirtschaft ist es, durch Innovation, Technologie und die Betrachtung des gesamten Systems die Basis für eine zirkuläre Wirtschaftsweise bereitzustellen. Das erfordert die Entwicklung neuer und die Verbesserung bestehender Technologien, Systeme und Prozesse. Im Fokus stehen dabei die Beschaffung und Nutzung recycelbarer, unbedenklicher und möglichst biobasierter Materialien, sämtliche Aspekte des Designs (Materialauswahl, Zerlegbarkeit, Reparierbarkeit, Re-Use) sowie die ressourceneffiziente und emissionsarme Herstellung wiederverwendbarer Produkte (Circular Futures o.J.).

Bedeutung von Kreislaufwirtschaft

Bei der Transformation von einer linearen Wirtschaft hin zu einer zirkulär organisierten Kreislaufwirtschaft spielt die Infrastruktur der Abfallwirtschaft eine entscheidende Rolle. Das zentrale Ziel einer zirkulär organisierten Kreislaufwirtschaft ist es möglichst viele Anfälle zu vermeiden, indem Altprodukte wieder- oder weiterverwendet, repariert oder aufgearbeitet werden. Um diese Art der Abfallvermeidung zu realisieren kommt den Entsorgungsbetrieben eine zentrale Rolle zu, indem sie z.B. wiederverwendbare Altprodukte aus der gängigen Abfallbehandlung wie der thermischen Verwertung ausschleusen und als Gebrauchsgüter anbieten.

Allerdings ist auch in einer kreislaforientierten Gesellschaft die Entstehung von Reststoffen und Abfall nicht in Gänze vermeidbar. Kreislauffähiges Wirtschaften zielt dabei darauf ab, mittels Recycling unvermeidbarer Abfälle anfallende Reststoffe optimal zu nutzen und Abfallströme ressourceneffizient zu Sekundärrohstoffen aufzubereiten und anschließend in den Produktionskreislauf zurückzuführen. Dabei versteht man unter Recycling die Rückführung von Produktions- und Konsumabfällen in den Wirtschaftskreislauf. Voraussetzung dafür ist jedoch eine Infrastruktur, die über Prozesse und Verfahren verfügt, die in der Lage ist, verschiedenste Materialien sortenrein zu trennen und in unterschiedliche Fraktionen aufzuteilen. Besonders digitale Technologien bergen durch intelligente Datenanalyse, Robotik, Sensorik und Automatisierung großes Potenzial, hochwertige Fraktionen zu gewinnen. Mit ihrer Hilfe

lassen sich potenzieller Sekundärrohstoffe effektiv und effizient erkennen, abtrennen und fraktionieren (siehe auch SDG 9).

Bei fast neun von zehn Unternehmen hat die Abfallvermeidung höchste Priorität. Fast zwei Drittel achten bei der Materialauswahl auf Umweltfreundlichkeit, nutzen erneuerbare Energien oder geben an, ihre Produkte und Dienstleistungen so ressourcenschonend wie möglich herzustellen oder zu erbringen. Erst 48 Prozent haben ein energieeffizientes Gebäudemanagement und 38 Prozent gestalten Dienstreisen klimagerecht, zum Beispiel mit einer Bevorzugung von Bahnreisen oder einem CO₂-Ausgleich.

Der Anteil an Unternehmen mit einer Nachhaltigkeitsstrategie, die die genannten Maßnahmen umsetzen, ist in jedem einzelnen Punkt deutlich höher als der von Firmen ohne Nachhaltigkeitsstrategie. So achten zum Beispiel 94 Prozent der Unternehmen mit Strategie auf die Vermeidung von Müll – ohne Strategie sind es 81 Prozent. (TÜV Sustainability Studie, 2022).

Ressourceneffizienz als Kriterium für die Beschaffung

Mit Blick auf die planetaren Belastungsgrenzen ist es wichtig, Produkte so lange und so effizient wie möglich zu nutzen. Und dies bedeutet, schon bei der Beschaffung auf Ressourceneffizienz zu achten. Im Folgenden sollen einige wichtige Aspekte für eine verbesserte Ressourceneffizienz erläutert werden.

Lebensdauer von Konsumprodukten

Ein Weg, die Emissionen aus der Herstellung von Produkten zu verringern, ist die Nutzungsdauer. Diese ist jedoch sehr unterschiedlich je nach Produkttyp wie die folgenden drei Beispiele für Konsumprodukte zeigen:

- **Langlebige Konsumprodukte:** Mobiliar und Haushaltsgeräte haben eine eher lange Lebensdauer, insbesondere das Mobiliar. Bei schonender Behandlung wird das Mobiliar nur dann ausgetauscht, wenn es zu Neueinrichtungen oder einer Änderung der Lebensumstände kommt. Mobiliar ist generell langlebig, da es zumeist massiv ist und die Bauteile geschraubt oder geklebt werden (und bei Defekten erneut verbunden werden können). Die Abschreibungsdauer von Büromöbeln liegt bei 13 Jahren und von hochwertigen Teppichen bei 15 Jahren (BMF o.J.).
- **Hochwertige Haushaltsgeräte:** Die Lebensdauer von Haushaltsgeräten ist unterschiedlich. Man kann nicht erwarten, dass ein Produkt für 200 Euro die gleiche Qualität hat wie ein Produkt von 1.000 Euro. Die Abschreibungsdauer von gewerblich genutzten Haushaltsgeräten liegt zwischen 7 und 10 Jahren (ebd.). Auch wenn insbesondere Spül- und Waschmaschinen eine komplexe Elektronik, bewegliche Teile und Dichtungen haben, werden sie zumeist so lange genutzt, wie sie störungsfrei funktionieren, da ein Austausch nicht zu einem viel besseren

- Produkt führt. Ausnahmen ist die Energieeffizienz und die Wassersparsamkeit, die sich bei Modellen, die viel älter sind als 10 Jahre, erheblich unterscheiden.
- Informationselektronik: Die Nutzungsdauer von Geräten der Informationselektronik ist deutlich kürzer. Der Grund hierfür ist die schnelle Entwicklung der IT, deren Leistung sich alle zwei oder drei Jahre verdoppelt. Das Öko-Institut nimmt eine durchschnittliche Lebensdauer von 5 Jahren aufgrund einer breiten Befragung an (ebd. 2020), die Abschreibungsdauer wurde vom BMF auf 3 Jahre festgelegt (BMF o.J.). Smartphones unterliegen noch weitaus schnelleren Produktzyklen, nahezu jeder Hersteller bietet einmal im Jahr eine neue Auflage an, mit dem Versprechen, ein noch besseres und noch schnelleres Produkt hergestellt zu haben. Das Öko-Institut geht von einer Lebensdauer von 2,5 Jahren aus, die Abschreibungsdauer des BMF liegt bei 5 Jahren (ebd.). Für Fernsehgeräte nimmt das Öko-Institut eine Lebensdauer von 6 Jahren an, das BMF hat die Abschreibungsdauer auf 7 Jahre angesetzt (ebd.).
 - Fahrzeuge: Die wichtigsten Fahrzeuge der Logistik sind Schiffe, LKW und kleine Transporter.
 - Schiffe haben eine lange Lebensdauer von bis zu 40 Jahren (DLF 2021). Bei Hapag Lloyd sind die Schiffe im Mittel nur 21 Jahre als (statista 2022). Da große Schiffe durchaus mehr als 100 Mio. Euro kosten (Welt 2019) hat auch ein Schiff nach 20 Jahren noch einen erheblichen Wert und wird üblicherweise weiterverkauft. Dies kann mehrfach geschehen, solange, bis wirklich nur noch der Materialwert übrig ist und es abgewrackt wird. Diese Handelspraxis kann ein Kaufmann kaum beeinflussen - zu gross ist die wirtschaftliche Auswirkung. Aber es ist möglich, bei Ordnern darauf zu achten, welche Qualität die jeweilige Reederei unter ihrer Flagge führt.
 - Diesel- LKW haben eine Lebensdauer von 20 bis 25 Jahren (Elektroauto.news 2023). Die Laufleistung lag 2017 bei ca. 37.000 km pro Jahr - also fast einmal um die Erde herum (all-electronics 2018) Das durchschnittliche Alter von LKWs in Deutschland beträgt rund 8 Jahre. Eine maximale Lebensdauer wird durch eine gute Wartung erreicht. Zudem müssen auch LKW durch den TÜV, weshalb Fahrzeuge, die in Deutschland zugelassen sind, eigentlich immer verkehrssicher sind. Ein Risiko besteht aber durch internationale Transporte. Hier kommt es bei den Ordnern darauf an, dass der beauftragte Transportunternehmer auch den Nachweis über die Verkehrssicherheit seiner Fahrzeug erbringt. Kleine Transporter haben eine durchschnittliche Laufleistung von rund 19.300 km (<3,5 t), bis 6 t ist die Laufleistung ca. 18.000 km, größere Transporter von 37.000 km/a (über 6 t, all-electronics). Auch hier gilt, dass der Nachweis über die Sicherheit die TÜV-Bescheinigung ist.

Jedes der oben genannten Produkte hat einen unterschiedlichen ökologischen Rucksack. Hierunter versteht man die Umweltauswirkungen, die mit der Herstellung und der

Nutzung des Produktes verbunden sind. Der Rucksack kann sich auf die Nutzung von Wasser (z.B. Lebensmittel), Fläche (Lebensmittel, Bekleidung, Mobiliar aus Holz) oder Treibhausgase (alle Produkte) beziehen. Zumeist wird der letztere zum Vergleich herangezogen. Für die Größe des Rucksacks sind folgende Aspekte von Bedeutung:

- Ressourcennutzung in der Nutzungsphase (Großgeräte): Haushaltsgeräte benötigen Strom um zu funktionieren oder Wasser (Spül- oder Waschmaschinen). Der THG-Wert von Wasser ist zwar sehr gering (es werden nur Pumpen und Filter benötigt), weshalb der Strom zur Nutzung im Verhältnis zu den Emissionen aus den Herstellungsprozessen gesehen werden muss. Das Umweltbundesamt hat ermittelt, dass etwa 80% der gesamten Umweltbelastung einer Waschmaschine während des Gebrauchs entstehen (UBA 2016). Die Emissionen aus der Herstellung der Materialien (sehr viel Metall), die Produktion, der Transport und die Entsorgung fallen nicht ins Gewicht. Auch wenn es kaum Ökobilanzen zu Industrieanlagen (von Prozessen der Stahlherstellung oder der Zementindustrie abgesehen) gibt, so ist dies ein deutlicher Hinweis, dass es bei produzierenden Anlagen vor allem auf die Energie zum Betrieb der Anlagen ankommt.
- Ressourcennutzung in der Nutzungsphase (IT-Geräte): Bei den IT-Geräten ist die Sachlage jedoch anders. Sie zeichnen sich inzwischen durch einen sehr geringen Stromverbrauch bei hoher Leistung aus. Für den CO₂-Rechner des Umweltbundesamtes hat das Öko-Institut ein THG-Potential von 100 kg CO₂-Äq für ein Smartphone abgeschätzt (Öko-Institut 2020:13). Unter der Annahme einer Leistungsaufnahme von 31 Watt pro Tag und einer Nutzungsdauer von 2,5 Jahren verbraucht ein Smartphone nur ca. 30 kWh. bei einem Strommix von 0,4 kg CO₂-Äq/kWh führt dies zu Emissionen deutlich unter 12 kg CO₂-Äq – ein Achtel der Emissionen der Herstellung. Die Herstellung eines Laptops ist mit etwas mehr als 300 kg CO₂-Äq emissionsintensiver. Das Öko-Institut schätzt eine durchschnittliche Nutzungsdauer von 2 Stunden (keine gewerbliche Nutzung), 13 Watt Leistungsaufnahme und 5 Jahre Lebensdauer. Dies führt zu einem Stromverbrauch von 50 kWh und zu THG-Emissionen von 20 kg CO₂-Äq.
- Ressourcennutzung in der Nutzungsphase bei Fahrzeugen: Siehe hierzu das Kapitel SDG 7 - Mobilität und Logistik.

Nutzungsverlängerung am Beispiel von IT-Geräten

Die obigen Beispiele zeigen anschaulich, dass bei IT-Geräten die wesentlichen Emissionen durch die Herstellung entstehen und nicht durch die Nutzung. Dies wurde auch durch das Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes „Zeitlich optimierter Ersatz eines Notebooks unter ökologischen Gesichtspunkten“ bestätigt, dass aus Sicht des Umwelt- und Klimaschutzes eine möglichst lange Nutzungsdauer unstrittig ist. Hierbei wurde untersucht, ob es aus Sicht des Klimaschutzes sinnvoll ist, ein noch funktionierendes Notebook durch ein energieeffizienteres Notebook zu ersetzen. Dabei ergab sich, dass bei einer Energieeinsparung von etwa 10% in der Nutzung gegenüber

einem alten Gerät, das neue Gerät über 80 Jahre lang genutzt werden müsste, bis sich der Herstellungsaufwand amortisiert hat (Prakash, S. et al. 2012).

Praksh und das UBA kommen auch zum Ergebnis, dass sich das Treibhauspotenzial in einem Zeitraum von zehn Jahren um ca. 390 kg CO₂-Äq (~28%) pro Computerarbeitsplatz verringert, wenn Notebooks länger genutzt werden oder dass ein Computerarbeitsplatz mit Mini-PC sowohl ökologisch als auch ökonomisch als beste Variante zu betrachten ist. Dieser hat durch energiesparsamere Komponenten geringere Lebenszykluskosten als ein Arbeitsplatz mit Desktop-PC, und er verbraucht in der Nutzung weniger Strom und verursacht somit geringere Stromkosten.

Da, wie weiter oben erwähnt, die größte Umweltbelastung bei der Gewinnung der Rohstoffe und in der Herstellungsphase der IKT-Produkte entsteht, trägt eine lange Nutzungsdauer dieser Geräte zu einer Verringerung der Umweltbelastung durch die Geräte bei und hilft, natürliche Ressourcen zu schonen. Ebenso wie defekte Geräte zu reparieren, statt diese wegzuworfen, sofern dies technisch möglich ist. Bereits im Beschaffungsprozess sollte darauf geachtet werden, dass die Geräte aufrüstbar und reparierbar sind. Ein weiterer wichtiger Punkt sind funktionale und fachliche Anforderungen, die den gesamten vorgesehenen Nutzungszeitraum berücksichtigen (ebd. 2021).

Ressourceneffizienz durch Digitalisierung von Prozessen am Beispiel des Papierverbrauchs

Noch immer werden in Unternehmen viele Prozesse über Papier abgewickelt: Ob Materialscheine, Stundenzettel oder Rechnungen – viele betriebliche Abläufe benötigen Papier zur Bearbeitung. Dabei können Unternehmen durch den Umstieg von Papier auf digitale Dokumente ihre Geschäftsprozesse sehr viel schneller und effizienter gestalten. Das spart Zeit und Geld – und schont auch noch die Umwelt. Ein Beispiel aus Hamburg zeigt, welche Effekte dadurch erzielt werden können. Die Hamburger Verwaltung hat 2021 ihren Papierverbrauch weiter gesenkt. Insgesamt seien im vergangenen Jahr 300 701 250 Blatt Papier verbraucht worden, teilte die für den Einkauf zuständige Finanzbehörde am 19.4.2022 mit. Das seien rund neun Prozent weniger als im Jahr zuvor. Bereits 2020 hatte die Stadt ihren Papierbedarf im Vergleich zu 2019 um gut 25 Millionen Blatt reduziert (Hauffe; 2022)

Gerade die Transport- und Logistikbranche ist beispielsweise mit Blick auf Frachtpapiere eine Branche, die noch stark papierbezogen arbeitet. Anstelle von Kopien und Ausdrucken können jedoch alle Prozesse digital erfolgen. Diese Digitalisierung ist mit Sicherheit ressourcenschonend, sofern eine institutionelle IT-Ausstattung vorhanden ist, auf die das papierlose Büro “aufgesetzt” werden kann. Kritischer hingegen ist der Sachverhalt, wenn die IT für das papierlose Büro erst angeschafft bzw. wenn eine große Anzahl von Nutzern mit IT ausgestattet werden muss. Hierzu eine beispielhafte Modellierung:

- Das Modell ist ein vierzügiger Bildungsgang Transport und Logistik in einer Berufsschule, bei dem jeder Schüler und jede Schülerin pro Berufsschulwoche 30 Blatt Papier für Aufgaben, Klausuren oder Informationen erhält. Pro Jahr sind dies 800.000 Blatt Papier, die zu 3.500 kg THG-Emissionen führen (Berechnung mit Initiative Pro Recycling Papier o.J.).
- Für das papierlose Arbeiten brauchen die Schüler und Schülerinnen ein Tablet. Die Leistungsaufnahme beträgt 4 Watt (Öko-Institut 2020). Nimmt man an, dass sie dies täglich 2 Stunden im Unterricht und 2 Stunden zu Hause für schulische Aufgaben nutzen, so liegt der Energieverbrauch bei 2,4 kWh (sofern man nur 150 Schultage rechnet).
- Der Gesamtstromverbrauch für die Schule beläuft sich bei 32 Klassen mit 800 Schülern und Schülerinnen auf 1.920 kWh pro Jahr. Dies führt zu Emissionen von 700 kg CO₂-Äq (Statista 2021, Stromfaktor 370 g CO₂-Äq/kWh).
- Nach Berechnungen des Öko-Instituts (ebd. 2021) belaufen sich die Emissionen durch die Herstellung eines Tablets auf ca. 190 kg CO₂-Äq/Tablet (iPad-Air 2). Das Tablet hält länger und wird durch Apple immer wieder mit neuer Software versorgt. Unter der Annahme, dass jeder Schüler und jede Schülerin nur ein Tablet erhält, ergeben sich Emissionen für die Herstellung von ca. 24 kg CO₂-Äq pro Jahr.
- Eine Ausstattung der Schule mit 800 Tablets führt somit zu indirekten Emissionen von 19.200 kg CO₂-Äq.
- Die Gesamtemissionen aus Nutzung und Herstellung beliefen sich dann pro Jahr auf ca. 21.000 kg CO₂-Äq.
- Eingespart werden a. 3.500 kg CO₂-Äq

Digitalisierung der Prozesse muss also nicht unbedingt zur Ressourcenschonung führen, die Nachhaltigkeitsbilanz ist von vielen unterschiedlichen Faktoren abhängig.

Obsoleszenz

Auch wenn Computer und Smartphones tendenziell kleiner und leichter geworden sind, wird die Herstellung kleinerer Technologien noch ressourcenintensiver. Hinzu kommt, dass Elektro- und Elektronikgeräte früher ausgetauscht werden, wenn Nachfolgemodelle mit kleinen funktionalen Verbesserungen auf den Markt kommen. Tendenzuell werden auffällig viele Geräte wegen eines Defekts ersetzt, noch bevor eine optimale Lebens- oder Nutzungsdauer erreicht ist (BMUV 2016).

Besonders bei IKT-Produkten kommt durch eine hohe Innovationsgeschwindigkeit eine verkürzte Nutzungsdauer zum Tragen, so dass Notebooks teilweise nur drei Jahre genutzt werden, bevor wieder ein neues Gerät angeschafft wird. Diese Auswirkungen werden unter dem Begriff der Obsoleszenz zusammengefasst, wobei die psychologische Obsoleszenz (der Neukauf von Produkten aufgrund von Innovationen), technische Obsoleszenz (in Bezug auf eine mögliche Reparierbarkeit) und die geplante Obsoleszenz (technische Auslegung von Produkten auf eine bestimmte Lebensdauer) unterschieden werden.

Neben Strategien zur Erreichung einer gesicherten Mindestlebensdauer und Verlängerung der Produktlebensdauer seitens der Politik und der Hersteller, wie beispielsweise Reparierfähigkeit und Möglichkeiten, Ersatzteile einzubauen, werden auch Mindestanforderungen an die Software gestellt. Die Anforderung ist, dass durch Updates oder neue Treiber keine neuen Geräte angeschafft werden müssen oder die Fehleranfälligkeit minimiert ist. Wenn neue Software eingeführt wird, die die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Hardware übersteigt, kann dies zum Ende der Nutzungsphase von Geräten führen. Dies gilt auch, wenn Sicherheitspatches nicht mehr zur Verfügung gestellt werden oder wenn Support-Verträge für Software ablaufen (Betriebssystem). In diesem Zusammenhang wird auch von modularer Software gesprochen, also die Wiederverwendbarkeit von Software für Geräte nachfolgender Generationen (BMUV 2016).

Corporate Social Responsibility (CSR)

Die Idee von CSR basiert auf der sozialen Komponente unternehmerischer Verantwortung, doch gehen die aktuellen Definitionen von CSR inzwischen von einem viel breiteren Verantwortungsbegriff aus: Verantwortung soll nicht nur gegenüber den Mitarbeitern, den Aktionären und Geldgebern übernommen werden, sondern auch gegenüber der Gesellschaft. Dies äußert sich in der Forderung an die Entscheidungsträger der Wirtschaft, auf gesellschaftliche Belange Rücksicht zu nehmen. CSR kann demnach verstanden werden als Verantwortung eines Unternehmens für die Auswirkungen seiner Aktivitäten auf die Gesellschaft und die Umwelt. Zwei konkrete Forderungen stehen dabei im Vordergrund: Zum einen sollten Unternehmen alle Handlungen vermeiden, die die Gefahr in sich tragen, die Gesellschaft zu schädigen. Oder anders herum formuliert: Es gehört zu den Aufgaben der Wirtschaft, die Gesellschaft zu schützen. Zum anderen soll die Wirtschaft dem gesamtgesellschaftlichen Gemeinwohl dienen. Unternehmen sind also angehalten, nicht nur negative Auswirkungen ihres Handelns zu vermeiden, sondern vielmehr einen positiven Beitrag zum gesellschaftlichen Wohlergehen zu leisten. (vgl. Loew & Rohde 2013: 6ff.)

Die Europäische Kommission bezeichnet CSR als „die Verantwortung von Unternehmen für ihre Auswirkungen auf die Gesellschaft“ (Europäische Kommission 2011: 7). Weitergehend wird festgelegt:

„Nur wenn die geltenden Rechtsvorschriften und die zwischen den Sozialpartnern bestehenden Tarifverträge eingehalten werden, kann diese Verantwortung wahrgenommen werden. Damit die Unternehmen ihrer sozialen Verantwortung in vollem Umfang gerecht werden, sollten sie auf ein Verfahren zurückgreifen können, mit dem soziale, ökologische, ethische, Menschenrechts- und Verbraucher Belange in enger Zusammenarbeit mit den Stakeholdern in die Betriebsführung und in ihre Kernstrategie integriert werden“ (ebd.).

Ein „neues“ Verantwortungsbewusstsein der Unternehmen fordert auch einen Perspektivwechsel auf weiterer Ebene: Unternehmenspolitische Entscheidungen werden

nicht mehr einzig aus der Shareholder Perspektive, sondern aus der Stakeholder Perspektive betrachtet und abgewogen. Die beiden Perspektiven lassen sich folgendermaßen beschreiben (vgl. Stierl & Lüth 2015: 8ff.):

- *Shareholder Perspektive:* Nach traditioneller Ansicht konzentrieren sich unternehmenspolitische Entscheidungen vor allem auf die Interessen der Eigenkapitalgeber, also der Anteilseigner (Englisch: Shareholder) eines Unternehmens. Nach diesem sogenannten Shareholder Ansatz hat die Unternehmensleitung im Sinne der Anteilseigner so zu handeln, dass der Unternehmenswert langfristig maximiert und eine hohe Eigenkapitalrendite erzielt wird. Kritiker lehnen diese Fokussierung auf den Unternehmenswert jedoch mit der Begründung ab, die Anteilseigner eines Unternehmens seien bei weitem nicht dessen einzige Anspruchsgruppe. Bei unternehmerischen Entscheidungen sollten auch potenzielle Auswirkungen, beispielsweise auf Mitarbeiter, Kunden, Öffentlichkeit und die Umwelt, berücksichtigt werden.
- *Stakeholder Perspektive:* Der sogenannte Stakeholder Ansatz richtet den Blick nicht mehr nur auf die Interessen der Shareholder, sondern auf alle Anspruchsgruppen, die aus dem engeren Umfeld des Unternehmens kommen: Mitarbeiter, Lieferanten, Kunden – Menschen also, die direkt von den Handlungen der Organisation betroffen sind, die sogenannten Stakeholder. Allerdings gibt es keine einheitliche Vorstellung davon, wer genau überhaupt als Stakeholder in Betracht zu ziehen ist. So werden ihnen häufig auch Gruppen aus dem weiteren Umfeld zugeordnet, also die Öffentlichkeit (Parteien, Verbände, Kommunen, Kirchen oder Medien), nichtstaatliche Organisationen (NGOs) oder einzelne Bürger, die indirekte Auswirkungen der Unternehmenstätigkeit wahrnehmen. Im weiten Verständnis wird sogar die Natur (als Rohstofflieferant und Aufnahmemedium für Abfall) als Stakeholder begriffen. Staat, Natur und Öffentlichkeit sind sogenannte nichtmarktliche Anspruchsgruppen.

Relevanz des Ansatzes

Die Relevanz des Stakeholderansatzes im Rahmen des CSR-Konzeptes wird in der oben aufgeführten CSR-Definition der EU-Kommission deutlich, in der explizit auf die enge Zusammenarbeit mit den Stakeholdern eingegangen wird. Es sind die Stakeholder, die Unternehmen auf relevante Themen, von denen sie betroffen sind, aufmerksam machen. Sie stellen somit die Verbindung des Unternehmens zur und seine Einbettung in die Gesellschaft dar und wirken durch einen wechselseitigen Austausch auf die Unternehmenskultur und die Werte des Unternehmens ein.

Damit relevante CSR-Maßnahmen den Stakeholdern aus ihrer Sicht einen Mehrwert bieten, müssen diese zunächst Kenntnis davon erlangen, dass und in welcher Form diese CSR-Maßnahmen von Unternehmen durchgeführt werden. Innerhalb dieses Kommunikationsprozesses treten schnell Widersprüche auf, die aus Sicht der Stakeholder zu einem schwerwiegenden Glaubwürdigkeitsverlust gegenüber dem

Unternehmen führen können. Zu diesem Glaubwürdigkeits- und Imageverlust kommt es vorwiegend dann, wenn es wiederholt zu Diskrepanzen zwischen den Selbstverpflichtungen, denen sich ein Unternehmen verschrieben hat und dem wahrgenommenen Handeln durch die Stakeholder, kommt. Darüber hinaus nehmen die Stakeholder häufig einen Widerspruch wahr, wenn das Unternehmen uneigennütige Motive als Beweggründe für sein CSR-Engagement angibt. Nicht selten sind Maßnahmen, bei denen eine Überschneidung zwischen Nachhaltigkeit und Kostenreduzierungen besteht, wie z. B. Verminderung von Transportanzahl und -strecken, Reduzierung des Energieverbrauchs im Lager sowie Verminderung von Verpackungsmaterial, häufiger von Unternehmen angewendet werden als Maßnahmen, bei denen dies nicht der Fall ist. Hierdurch steht dann der Grundkonflikt zwischen Gewinn und Moral auch im Zentrum der Kommunikation einer verantwortungsvollen Unternehmensführung, da die Stakeholder durch ihre allgemeinen Erwartungen und individuellen Erfahrungen zunächst davon ausgehen, dass ein Unternehmen seine Aktivitäten nur auf die Realisierung ökonomischer Ziele ausrichtet. (vgl. Jaromilek 2014)

Dass es zu dieser negativen öffentlichen Wahrnehmung von CSR-Engagements der Unternehmen kommt, liegt oft daran, dass die Unternehmen vornehmlich nur die Symptome der Nachhaltigkeit behandeln und nicht zu den eigentlichen Ursachen vordringen. Dies führt dann letztendlich nur zu geringen Verbesserungen des Ressourcenverbrauchs oder der Umweltverträglichkeit. Das eigentliche Ziel der CSR wird verfehlt. Es kann sich sogar eine gegenteilige Entwicklung für das Unternehmen abzeichnen, wenn das Thema der Nachhaltigkeit beispielsweise nur an externe Spezialisten verlagert wird und es letztendlich nur zu einer äußeren CSR-Kommunikation kommt. Kapazität und Kompetenz eines Unternehmens zur innovativen Lösung der zugrundeliegenden Probleme bleiben somit langfristig auf der Strecke – die betrieblichen Strukturen erfahren keine Veränderung. In diesem Kontext wird dann auch von Greenwashing gesprochen. (vgl. Jaromilek 2014)

Greenwashing

Greenwashing verweist auf den ökologischen Schwerpunkt der CSR- und Nachhaltigkeitsdebatte und umschreibt die Handlung „sich ein grünes Mäntelchen umzuhängen“. Das Farbenspiel geht weiter, wenn etwa Automobilhersteller ihre umweltfreundlichen PKWs mit Farbe Blau in Verbindung bringen. Durch Greenwashing-Vorwürfe kann es zu einer Ablehnung des Unternehmens kommen. Grundsätzlich drücken Greenwashing-Vorwürfe ein Misstrauen gegenüber dem Unternehmen aus, welches in der Regel auf einer schlechten Erfahrung aus der Vergangenheit aufbaut. Verliert die Öffentlichkeit generell das Vertrauen in das verantwortliche Handeln des Unternehmens, kann dies schlussendlich zu rückläufigen Verkaufszahlen tatsächlich nachhaltiger Produkte und Dienstleistungen und einer verstärkten Regulierung führen. (vgl. Stierl & Lüth 2015: 26ff.)

Bei der Entwicklung von CSR-Maßnahmen ist deshalb zu beachten, dass Verantwortung für Mensch und Natur nicht nur auf Unternehmens- und Produkt- bzw. Dienstleistungsebene übernommen wird. Der Blick muss weiter, vom Unternehmensstandort über die Wertschöpfungskette bis hin zur Gesellschaft gerichtet werden. Hierbei gilt es, sowohl das globale Nord-Süd Gefälle als auch die zukünftigen Generationen im Blick zu haben. Um diese Anforderungen gesellschaftlicher Verantwortung langfristig erfolgreich angehen zu können, ist CSR und Nachhaltigkeit als Lernprozess sowohl innerhalb eines Unternehmens als auch in Unternehmensnetzwerken zu verstehen.

EU-Berichtspflicht zum verantwortungsvollen Wirtschaften

Die EU-Richtlinie 2014/95/EU wurde am 22. Oktober 2014 erlassen und wird auch häufig als „CSR-Richtlinie“ bezeichnet (vgl. Rat für nachhaltige Entwicklung 2017). Sie verpflichtet Unternehmen einer bestimmten Größenordnung (siehe unten) zu einem jährlichen Bericht über bestimmte Nachhaltigkeitsthemen.

Der Bericht fordert insbesondere eine Erklärung zu den nichtfinanziellen Aspekten der unternehmerischen Tätigkeiten. Von den Unternehmen wird nun verlangt, zu den folgenden Themen Stellung zu beziehen (vgl. Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2014):

- a) Umweltbelange: Hierunter fallen beispielsweise der Umgang mit Ressourcen, die Nutzung von erneuerbaren Energien, die verursachte Luftverschmutzung oder die ergriffenen Maßnahmen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt.
- b) Arbeitnehmerbelange: Hier werden unter anderem Angaben zu den vorliegenden Arbeitsbedingungen, der Achtung der Rechte von ArbeitnehmerInnen, der Durchführung von Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit sowie zur Kooperation mit Arbeitnehmervertretungen erwartet.
- c) Sozialbelange: Es soll dargestellt werden, inwiefern sich das Unternehmen im Dialog mit Kommunen, Regionen und Anwohnern engagiert.
- d) Menschenrechte: Hier gilt es darzustellen, ob und wie genau sich ein Unternehmen gegen die Verletzung von Menschenrechten einsetzt.
- e) Kampf gegen Korruption: Das Unternehmen soll darlegen, welche (Präventions-) Maßnahmen zur Bekämpfung von Bestechung ergriffen werden und welche Prozesse, Systeme und Organisationen unterstützt und gefördert werden.

Börsennotierte Unternehmen müssen darüber hinaus ihr Diversitätskonzept bei der Besetzung von Verwaltungs-, Leitungs- und Aufsichtsorganen darstellen, verbunden mit einer Beschreibung der Umsetzung des Konzepts sowie der erzielten Ergebnisse (vgl. Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2014).

Die CSR-Richtlinie und die mit ihr verbundene Berichtspflicht gelten für kapitalmarktorientierte Gesellschaften, Kreditinstitute und Versicherungsunternehmen, die mindestens 500 Arbeitnehmer beschäftigen und zusätzlich eine Bilanzsumme von 20

Mio. Euro oder Umsatzerlöse in Höhe von 40 Millionen Euro erwirtschaften. Abweichend von der EU-Richtlinie nimmt der deutsche Gesetzesentwurf auch haftungsbeschränkte Personengesellschaften und Genossenschaften in die Pflicht. Findet die Offenlegung der nichtfinanziellen Informationen auf Konzernebene statt, entfällt für etwaige Tochtergesellschaften die Berichtspflicht. (vgl. Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2014)

Vor dem Hintergrund, dass in vielen Branchen ein erheblicher Teil der Wertschöpfung gar nicht mehr in den Hallen der Hersteller selbst stattfindet, sondern stattdessen von Zulieferern bzw. Dienstleistern erbracht wird, ist es durchaus vorstellbar, dass große Hersteller Teile ihrer Offenlegungspflicht an die jeweils zuständigen Produktions- und Dienstleistungsbetriebe weitergeben, was in so einem Fall praktisch eine Erweiterung der Richtlinie auf kleine und mittelständische Unternehmen bedeuten kann. Damit wären auch kleine und mittelständische Unternehmen betroffen.

Nachhaltigkeits- und Gütesiegel

Im Ausbildungsbetrieb kann auf unterschiedlichen Ebenen angesetzt werden, um die negativen ökologischen Auswirkungen zu reduzieren. Hierzu zählen die Konstruktion und Produktion von Erzeugnissen mit langer Lebensdauer und Dekonstruierbarkeit, die Nutzung alternativer Energiequellen wie auch der Einsatz nachwachsender Rohstoffe.

Als Orientierung für nachhaltiges Wirtschaften können Gütezeichen und Siegel dienen. Maßnahmen zur Verbesserung der Verbraucherinformationen (z.B. ökologische Vorteile von langlebigen Produkten) und Erhöhung der Informationspflichten der Hersteller (z.B. eindeutige Deklaration von Verschleißteilen) sind weitere wichtige Instrumente, um die Kaufentscheidung zu Gunsten von langlebigen Produkten zu beeinflussen (BMUV 2016).

Nachfolgend sind einige relevante Siegel und Normen aufgeführt:

- VDA COSAX: Dies steht für Corporate Sustainability Assessment Exchange, ist der Name des geplanten standardisierten Prüf- und Austauschmechanismus zur Evaluierung von Nachhaltigkeitsanforderungen und Gesellschaftsverantwortung in der automobilen Lieferkette. Vorbild ist das TISAX®-Verfahren, der von der Automobilindustrie definierte Standard für Informationssicherheit. Ethische, soziale und ökologische Aspekte sollen bei COSAX gleichberechtigt nebeneinander stehen - dazu zählen die Bereiche Unternehmensethik, Umweltstandards, Arbeitsbedingungen und Menschenrechte, Löhne und Sozialleistungen sowie Arbeits- und Gesundheitsschutz.
- SMETA, das Audit für Nachhaltigkeit in der Lieferkette nach SEDEX: "SEDEX ist die Abkürzung für Supplier Ethical Data Exchange". Das Audit dient dazu, die Arbeitsbedingungen und die Umweltleistungen in einem Unternehmen zu verbessern. Zudem wird die Lieferkette untersucht und es werden Möglichkeiten zur Verbesserung aufgezeigt (Sedex o.J.).

- Die DIN ISO 26000 „Leitfaden zur gesellschaftlichen Verantwortung von Organisationen“: Der Leitfaden ist eine Einführung für alle Arten von Organisation, um die Institutionen mit der Struktur DIN ISO 26000 vertraut zu machen. Hierbei geht es um eine gesellschaftliche Verantwortung, die Unternehmen übernehmen müssen (BMUV o.J.).
- ISO 14001 (Quentic o.J.a): Die weltweit angewendete und akzeptierte ISO 14001 legt als Standard die Anforderungen an ein UMS fest. Sie wurde 1996 von der internationalen Organisation für Normen veröffentlicht und ist Teil einer Normenfamilie, die zahlreiche weitere Normen zu verschiedenen Bereichen des Umweltmanagements beinhaltet. Hierzu zählt u.a. das Energiemanagementsystem nach ISO 50001.
- Ein Energiemanagementsystem nach ISO 50001 kann unabhängig von der Größe oder Branche in allen Unternehmen eingeführt werden (Quentic o.J.b). Damit soll die energiebezogene Leistung kontinuierlich verbessert werden. Mit der Einführung eines Energiemanagementsystems im Unternehmen werden alle energierelevanten Abläufe und Vorgänge analysiert und optimiert. Auf diese Weise führen Sie eine Systematik ein, um die Energieströme transparenter zu machen. Darauf basierend können nun konstant Energieeinsparpotenziale ermittelt werden und diese – wenn möglich bzw. betriebswirtschaftlich sinnvoll – umgesetzt werden.
- Blauer Engel (ebd. o.J.): Der Blaue Engel hat eine Vielzahl von Produkten zertifiziert. Ein Beispiel sind biologisch abbaubare Schmierstoffe und Hydraulikflüssigkeiten (DE-UZ 178). Das Umweltzeichen für biologisch abbaubare Schmierstoffe und Hydraulikflüssigkeiten gibt dem Anwender die Möglichkeit, diejenigen Produkte auszuwählen, die z. B. überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen (pflanzliche oder tierische Öle) bestehen und die sich insbesondere durch eine gute biologische Abbaubarkeit auszeichnen.
- Umweltsiegel der europäischen Union EMAS I, II, III und IV Eco-Management and Audit Scheme, kurz EMAS, ist ein internationales und anspruchsvolles System für nachhaltiges Umweltmanagement. EMAS wird als Gütesiegel der Europäischen Union geführt und ist auch bekannt als EU-Öko-Audit oder Öko-Audit (EMAS o.J.).
- ISO 14025 - DIN EN ISO 14025 (häufig kurz: ISO 14025, vgl. ISO o.J.) „Umweltkennzeichnungen und Deklarationen – Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren“ ist die Basis für Umweltkennzeichnungen nach Typ III. Die ISO 14025 regelt unter anderem, wie Typ III-Umweltdeklarationen und Typ III-Umweltdeklaration Programme erstellt werden und legt für deren Erstellung insbesondere die Anwendung der DIN EN ISO 14040-Normenreihe fest. So sollen Vergleiche zwischen Produkten gleicher Funktion – auf Grundlage quantifizierter Umweltinformationen aus dem Lebensweg eines Produktes ermöglicht werden.

- Safety and Health Excellence Recognitions: Im Rahmen seines Engagements für höchste Sicherheits- und Gesundheitsstandards zeichnet worldsteel jedes Jahr im Oktober einige seiner Mitgliedsunternehmen aus, die nachweislich die Sicherheit und den Gesundheitsschutz für alle in der Stahlindustrie Beschäftigten verbessert haben (worldsteel o.J.). Die ausgezeichneten Unternehmen fallen in vier Kategorien: Sicherheitskultur und -führung, Arbeitssicherheitsmanagement, Gesundheitsmanagement am Arbeitsplatz und Prozesssicherheit Management.

Zur Recherche nach Siegeln führt Konsument*innen empfiehlt sich die Webseite „Siegelklarheit“, eine Initiative der deutschen Bundesregierung, die eine Orientierung zu einer Vielzahl von Gütezeichen gibt (Siegelklarheit o.J.). Auf der Webseite kann nach Gütesiegeln für Computer-Hardware und für Mobiltelefone gesucht und recherchiert werden, welche Phasen des Produktlebensweges vom Siegel abgedeckt werden, wobei Rohstoffproduktion, Herstellung, Transportwege, Nutzungsphase und End-of-Life unterschieden werden.

Verpackungen

Die Vermeidung oder die Einsparung von Verpackungen ist ein viel diskutiertes und auch bereits umgesetztes Thema. Allerdings wird die Wirksamkeit dramatisch überschätzt. Eine repräsentative Befragung von Kearney (2019) hat gezeigt, dass 56% der Bundesbürger*innen Plastiktüten einsparen wollen. Über das Jahr hinweg spart dies ca. 3 kg THG-Emissionen pro Kopf ein. Würden die Bürger*innen auf Fleischgerichte hingegen verzichten (13% der Bürger*innen wollen das tun), so würden sie 450 kg THG-Äq einsparen.

Verpackungen sind unvermeidbar, da sie unter anderem der Hygiene dienen. Deshalb werden sehr viele verschiedene Materialien eingesetzt: Polyethylenfolie („Frischhaltefolien“), Aluminiumfolie und Aluminiumschalen, Papier- und Styroporboxen, Pack- und Käsepapier u.v.m. Die ökologischen Vor- und Nachteile unterscheiden sich stark und es ist nicht einfach zu entscheiden, was die umweltfreundlichste Verpackung ist (Innoredux o.J., co₂online o.J., Die Umweltberatung o.J.), da manche Materialien gut recycelt werden können (Aluschalen, Styroporboxen), andere wiederum nicht (mit Lebensmitteln verunreinigte PE-Folien). Auch die Nutzung von erneuerbaren Verpackungsmaterialien (gewonnen aus Zucker, Cellulose, Stärke) bedeutet nicht unbedingt, dass diese eine nachhaltigere Verpackung darstellen (ökolandbau o.J.). Polyethylen kann z.B. pflanzlich als Bio-PE gewonnen werden (ifeu 2012). Bio-PE ist wesentlich klimafreundlicher als fossiles PE, dafür hat Bio-PE ein höheres Versauerungspotential und führt mehr zur Eutrophierung von Gewässer (durch die Düngung der Pflanzen). Zudem ist der Flächenbedarf um ein Vielfaches höher und Flächen sind weltweit ein knappes Gut. Dieses Beispiel zeigt, dass jede Handlung auch negative Auswirkungen hat und man sich vielfach nur zwischen zwei unterschiedlich wirksamen Folgen entscheiden kann. Als einfache Handlungsregel kann man folgendes annehmen, dass:

- Mehrwegsysteme, bei denen auch tatsächlich hohe Umlaufzahlen erreicht werden (z.B. Standardflasche der Brunnengenossenschaft), am umweltfreundlichsten sind.
- Mehrwegsysteme, bei denen lange Transporte anfallen (spezielle Bierflaschen aus anderen europäischen Ländern oder nationale Bierflaschen mit einer Brauerei-Prägung), weniger umweltfreundlich sind.
- Einweg-Glassysteme (Gurken- und Marmeladengläser) vermieden werden sollten, weil das Glasrecycling mit Gas bei hohen Temperaturen durchgeführt wird.
- Dosen schwierig zu bewerten sind - es kommt immer auf den Einzelfall an. Metall Dosen werden in höchstem Maße recycelt: Die Recyclingquote von Weißblechdosen liegt bei ca. 90% in 2019 (Thyssenkrupp 2020). Andererseits schneiden Tetrapack-Verpackungen in der THG-Bilanz ab: Passierte Tomaten in der Dose haben einen THG-Wert von 1,8 kg CO₂-Äq/kg; im Tetrapack liegt er bei 1,6 kg CO₂-Äq/kg (ifeu 2020).
- Große Einweggebinde, wie in der Lebensmittelindustrie üblich (z.B. 10 kg-Sauerkraut- Eimer), vermutlich der klimafreundlichste Weg sind, da große Kunststoffgebinde sehr leicht zu recyceln sind.
- Bei Verpackungen mit Papier grundsätzlich auf Recyclingpapier gesetzt werden sollte (UBA 2020).
- Dunkel eingefärbter Kunststoff kann häufig nicht sortiert werden und landet beim Restmüll.
- Verschiedene Produkte haben Doppelverpackungen - z.B. eine dünne Plastikfolie für ein Müsli, gepackt in einen Karton. Dies macht durchaus Sinn wenn es sich um Cornflakes handelt, aber ein Vollkornmüsli "zerbricht" nicht, wenn es in einer PE-Folie verkauft wird. Konsument*innen können dies leicht beeinflussen, wenn sie auf derartige Doppelverpackungen verzichten und alternative Produkte kaufen. Zudem muss keine "Luft" in einem LKW transportiert werden und kompakte Verpackungen mindern die THG-Emissionen des Transports.

Paletten

Bei der Verwendung von Paletten in der Transport- und Logistikbranche gibt es einige Nachhaltigkeitsprobleme, die im Folgenden erläutert werden:

1. Ressourcenverbrauch: Die Produktion von Paletten erfordert den Einsatz von Ressourcen wie Holz, Kunststoff oder Metall. Insbesondere bei Holzpaletten kann die Abholzung von Wäldern und die damit verbundenen ökologischen Auswirkungen ein Problem darstellen, wenn keine nachhaltigen Forstwirtschaftspraktiken angewendet werden.
2. Einwegpaletten: Einwegpaletten werden oft für einmalige Transporte verwendet und danach entsorgt. Dies führt zu einem erhöhten Abfallaufkommen und zur Beanspruchung von Deponien oder Verbrennungsanlagen. Die Produktion neuer

- Paletten für jeden Transport verursacht zudem einen kontinuierlichen Ressourcenverbrauch.
3. **Transportkosten und Emissionen:** Paletten nehmen Platz ein und erhöhen das Gewicht der transportierten Fracht. Dadurch kann der Bedarf an Transportfahrzeugen steigen, was wiederum zu höheren Transportkosten und einem erhöhten Treibstoffverbrauch führt. Dies hat negative Auswirkungen auf die Umwelt durch zusätzliche Emissionen von Treibhausgasen und Luftschadstoffen.
 4. **Entsorgung und Recycling:** Selbst bei wiederverwendbaren Paletten besteht die Herausforderung darin, ein effizientes Rückgabesystem zu etablieren, um sicherzustellen, dass die Paletten nach ihrer Verwendung wieder eingesammelt und recycelt oder repariert werden. Ein Mangel an Rücknahmesystemen kann zu unnötiger Verschwendung und erhöhtem Ressourcenverbrauch führen.
 5. **Chemische Behandlungen:** Einige Paletten werden mit chemischen Substanzen behandelt, um sie vor Schädlingen oder Fäulnis zu schützen. Diese Behandlungen können schädliche Auswirkungen auf die Umwelt haben, insbesondere wenn die Paletten unsachgemäß entsorgt oder recycelt werden.

Um diese Nachhaltigkeitsprobleme anzugehen, können Unternehmen alternative Ansätze wie die Verwendung von Mehrwegpaletten, die Förderung des Palettentauschs zwischen Unternehmen, den Einsatz recycelter Materialien oder den Einsatz von Paletten aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern in Betracht ziehen. Darüber hinaus kann eine verbesserte Rücknahme- und Recyclinginfrastruktur den nachhaltigen Umgang mit Paletten fördern.

Container

Bei der Verwendung von Containern in der Transport- und Logistikbranche ergeben sich verschiedene Nachhaltigkeitsprobleme. Hier sind einige Beispiele:

1. **Ressourcenverbrauch:** Die Produktion von Containern erfordert den Einsatz von Materialien wie Stahl oder Aluminium. Die Gewinnung dieser Rohstoffe und die Herstellung der Container können mit hohem Energieverbrauch und Umweltauswirkungen verbunden sein. Insbesondere bei Aluminium kann die Gewinnung des Metalls mit erheblichem Wasserverbrauch und Treibhausgasemissionen einhergehen.
2. **Emissionen und Klimawandel:** Containertransporte über große Entfernungen verursachen erhebliche CO₂-Emissionen. Der Einsatz von Containerschiffen, Lastwagen oder Flugzeugen zur Beförderung der Container kann zu hohen Treibhausgasemissionen führen und den Klimawandel verstärken.
3. **Abfallmanagement:** Wenn Container beschädigt oder am Ende ihrer Lebensdauer angelangt sind, kann ihre Entsorgung zu einer Herausforderung werden. In einigen Fällen werden Container einfach entsorgt oder verschrottet, was zu

Abfallaufkommen und Umweltbelastung führt. Ein effektives Recycling- oder Wiederverwendungsprogramm ist wichtig, um den Ressourcenverbrauch zu minimieren und Abfall zu reduzieren.

4. Schadstoffemissionen: Container können mit verschiedenen Schadstoffen belastet sein, wie zum Beispiel Rückständen von Chemikalien oder Gefahrgut. Eine unsachgemäße Behandlung oder Entsorgung dieser Container kann zu Umweltverschmutzung und Gesundheitsgefahren führen. Daher ist eine angemessene Reinigung und Handhabung von Containern von großer Bedeutung.
5. Verlust und Diebstahl: Containerschiffe können bei schlechtem Wetter oder durch andere Umstände Container verlieren. Diese verlorenen Container stellen nicht nur einen direkten finanziellen Verlust dar, sondern können auch zu Umweltproblemen führen, wenn sie ins Meer gelangen und die Meeresökosysteme schädigen.

Um diese Nachhaltigkeitsprobleme anzugehen, können verschiedene Maßnahmen ergriffen werden. Beispielsweise können Recyclingprogramme für ausgediente Container etabliert und die Überwachung der Containerverluste verstärkt werden, um Umweltschäden zu minimieren. Zudem ist die Entwicklung und Förderung leichter und umweltfreundlicher Materialien für Container eine Möglichkeit, den Ressourcenverbrauch zu reduzieren.

Quellenverzeichnis

- all-electronics (2018): Transporter, Busse und LKWs – Leistungshalbleiter im Großfahrzeug. Online: <https://www.all-electronics.de/elektronik-entwicklung/lkws-leistungshalbleiter-372.html>
- BAFA - Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (o. J.): E-Lastenfahrräder. *Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle*. Online: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/E-Lastenfahrrad/e-lastenfahrrad_node.html
- BMF Bundesfinanzministerium (o.J.): AfA- Tabelle für die allgemein verwendbaren Anlagegüter. Online: https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/Ergaenzende-AfA-Tabellen/AfA-Tabelle_AV.html
- BMUV Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2016): Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen „Obsoleszenz“: Online: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_11_2016_einfluss_der_nutzungsdauer_von_produkten_obsoleszenz.pdf
- BMUV Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (o.J.): Die DIN ISO 26000 „Leitfaden zur gesellschaftlichen Verantwortung von Organisationen“. Online: <https://www.bmas.de/DE/Service/Publikationen/Broschueren/a395-csr-din-26000.html>
- BMWK Österreichisches Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2022): FTI-Initiative Kreislaufwirtschaft - Österreich auf dem Weg zu einer nachhaltigen und zirkulären Gesellschaft. Online: <https://fdoc.ffg.at/s/vdb/public/node/content/8nKEL-hcRnqkwYOL8MHgXg/1.0?a=true>
- Circular Futures (o.J): - Plattform Kreislaufwirtschaft Österreich: SDGs & Kreislaufwirtschaft. Online: <https://www.circularfutures.at/themen/kreislaufwirtschaftspolitik/sdgs-and-kreislaufwirtschaft/>

- co2online (o.J.): Welche Lebensmittel werden mit dem Flugzeug transportiert? Online: www.co2online.de/service/klima-orakel/beitrag/welche-lebensmittel-werden-mit-flugzeug-transportiert-12519/
- Die Umweltberatung (o.J.): Welche Getränkeverpackung ist umweltfreundlich? Online: <https://www.umweltberatung.at/download/?id=getrankeverpackung-1105-umweltberatung.pdf>
- DIN ISO 26000: Leitfaden zur gesellschaftlichen Verantwortung von Organisationen. Online: <https://www.bmas.de/DE/Service/Publikationen/a395-csr-din-26000.html>
- DLF Deutschlandfunk / Carolin Henkenberens (2021): Größenwahn mit Folgen. Online: <https://www.deutschlandfunk.de/containerschiffahrt-groessenwahn-mit-folgen-100.html>
- Elektroauto.news (2023): LKW-Hersteller müssen das Risiko der Elektrifizierung tragen. Online: <https://www.elektroauto-news.net/news/lkw-hersteller-risiko-elektrifizierung-tragen>
- EMAS (o.J.): EMAS - Zukunft mit System. Online: <https://www.emas.de/>
- Europäische Kommission (2011): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den 42 Ausschuss der Regionen. Eine neue EU-Strategie (2011-14) für die soziale Verantwortung der Unternehmen (CSR). KOM (2011) 681 endgültig. Brüssel.
- Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2014): RICHTLINIE 2014/95/EU. Straßburg.
- Global Resources Outlook (2019): UN-Ressourcenrat (International Resource Panel): Online: [https://resourcepanel.org/rGlobal-E-waste-Statistics-Partnership-\(global-waste.org\)reports/global-resources-outlook](https://resourcepanel.org/rGlobal-E-waste-Statistics-Partnership-(global-waste.org)reports/global-resources-outlook)
- Gruber, Johannes & Rudolph, Christian (2021): Ich entlaste Städte. Das Lastenrad-Testangebot für gewerbliche und öffentliche Nutzer. Schlussbericht. Berlin: DLR - Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt. Online: https://elib.dlr.de/144453/1/Schlussbericht_Ich-entlaste-Staedte.pdf
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0550.pdf>
- ifeu Institut für Energie- und Umweltforschung (2012): Untersuchung der Umweltwirkungen von Verpackungen aus biologisch abbaubaren Kunststoffen. UBA-Texte 52/2012. Online: www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_31-2022_evaluati_on_der_erfassung_und_verwertung_ausgewaehlter_abfallstroeme_zur_fortentwicklung_der_kreislaufwirtschaft.pdf
- ifeu Institut für Energie- und Umweltforschung (2020): Ökologische Fußabdrücke von Lebensmitteln und Gerichten in Deutschland. Online: www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Reinhardt-Gaertner-Wagner-2020-Oekologische-Fu%C3%9Fabdr uecke-von-Lebensmitteln-und-Gerichten-in-Deutschland-ifeu-2020.pdf
- Initiative Pro Recycling Papier (o.J.): Papierrechner. Online: <https://www.papiernetz.de/informationen/nachhaltigkeitsrechner>
- Innoredux (o.J.): Online: <https://www.ifeu.de/projekt/innoredux/>
- ISO (o.J.): ISO-14025:2006 Umweltzeichen und -deklarationen. Online: <https://www.iso.org/standard/38131.html>
- Jaromilek, S. (2014): CSR-Kommunikation: Zielsetzungen und Erscheinungsformen. In: Zerfaß, A., Piwinger, M. (Hrsg.) (2014): Handbuch Unternehmenskommunikation. Strategie - Management - Wertschöpfung. 2. Auflage. Wiesbaden. S. 1269-1284.
- Kearney (2019): Was hilft wirklich – Persönliche Klimaschutzmaßnahmen und ihre Wirkung. Repräsentative Befragung von erwachsenen Deutschen. Online: www.de.kearney.com/documents/1117166/5477168/CO2+Aufklärung.pdf/d5fba425-3aec-6a4e-fb2d-9b537c7dd20b?t=1583241728000
- KMK Kultusministerkonferenz (2016): Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung. Online: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2015/2015_06_00-Ori entierungsrahmen-Globale-Entwicklung.pdf
- Loew, T., Rohde, F. (2013): CSR und Nachhaltigkeitsmanagement. Definitionen, Ansätze und organisatorische Umsetzung im Unternehmen. Berlin: Institute for Sustainability. Online:

- https://www.sustainability.de/wp-content/uploads/2021/06/Loew_Rohde_2013_CSR-und-Nachhaltigkeitsmanagement.pdf
- Netz, Hartmut (o.J.): Lastesel der Moderne NABU – Naturschutzbund Deutschland e.V. Online: <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/oekologisch-leben/alltagsprodukte/20776.html>
 - Öko-Institut (2020): Der Digitale Fußabdruck. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/elektrogeraete/waschmaschine-waschtrockner#unsere-tipps>
<https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Digitaler-CO2-Fussabdruck.pdf>
 - Prakash, S., Liu, R., Schiscke, K., Stobbe, L. (2012): Zeitlich optimierter Ersatz eines Notebooks unter ökologischen Gesichtspunkten, Öko-Institut in Zusammenarbeit mit Fraunhofer IZM, im Auftrag des Umweltbundesamtes. Online: www.umweltbundesamt.de/publikationen/zeitlich-optimierterersatz-eines-notebooks-unter
 - Quentic (o.J.a): Schritt für Schritt zur ISO 14001 Zertifizierung. Online: <https://www.quentic.de/whitepaper/iso-14001/>
 - Quentic (o.J.b): Whitepaper ISO 50001. Online: <https://www.quentic.de/whitepaper/iso-50001/>
 - Rat für nachhaltige Entwicklung (2017): Bundestag verabschiedet Gesetz zur CSR-Berichtspflicht. Online: <https://www.nachhaltigkeitsrat.de/aktuelles/bundestag-verabschiedet-gesetz-zur-csr-berichtspflicht/>
 - Scharp, M.(2022): Berufsbildung 2.0. Vortrag an der Bäckerinnung Sachsen-Anhalt.
 - Sedex (o.J.): SMETA, das weltweit führende Audit. Online: <https://www.sedex.com/solutions/smeta-audit/>
 - Siegelklarheit (o.J.): Gezielt informieren. Bewusst einkaufen. Nachhaltig handeln. Online: <https://www.siegelklarheit.de/>
 - Statista (2021): CO₂-Emissionsfaktoren für Strom. Online: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/38897/umfrage/co2-emissionsfaktor-fuer-den-strommix-in-deutschland-seit-1990/>
 - statista (2022): Nutzungsdauer Schiffe und Container von Hapag-Lloyd. Online: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/325459/umfrage/nutzungsdauer-schiffe-container-von-hapag-lloyd/>
 - statista (2023): Durchschnittliches Alter der Lastkraftwagen in Deutschland von 2012 bis 2022. Online: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/154528/umfrage/durchschnittliches-alter-der-lkw-in-deutschland/>
 - Stierl, M., Lüth, A. (2015): Corporate Social Responsibility und Marketing. Eine Einführung in das transformative Marketing in Theorie und Praxis. Wiesbaden.
 - ThyssenKrupp (2020): Recycling in Endlosschleife: So grün ist die Lebensmitteldose. Online: www.thyssenkrupp.com/de/stories/recycling-in-endlosschleife-so-gruen-ist-die-lebensmitteldose
 - TÜV Sustainability Studie 2022 <https://www.tuev-verband.de/studien/sustainability-studie-2022>
 - UBA Umweltbundesamt (2016): Waschmaschine und Waschtrockner. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/energieverbrauchskennzeichnung/waschmaschinen-waschtrockner>
 - UBA Umweltbundesamt (2018): Die Nutzung natürlicher Ressourcen. Online: www.umweltbundesamt.de/publikationen/die-nutzung-natuerlicher-ressourcen-bericht-fuer
 - UBA Umweltbundesamt (2020): Recyclingpapier ist gut für die Umwelt. Online: www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/haushalt-wohnen/papier-recyclingpapier
 - Welt (2019): Das weltgrößte Containerschiff kommt. Online: <https://www.welt.de/wirtschaft/article119108356/Das-weltgroesste-Containerschiff-kommt.html>
 - Blauer Engel (o.J.): Das deutsche Umweltzeichen. Online: <https://www.blauer-engel.de/de>
 - worldsteel (o.J.): Anerkennung für herausragende Leistungen im Bereich Sicherheit und Gesundheit 2022. Online: <https://worldsteel.org/safety-and-health-excellence-recognition/>

SDG 13: “Maßnahmen zum Klimaschutz”

“Umgehend Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen ergreifen”

Der Klimawandel ist längst keine Bedrohung einer fernen Zukunft mehr, sondern in weiten Teilen der Welt bereits deutlich spürbar. Nicht nur die Länder des globalen Südens sind von extremen Wetterereignissen wie Dürren oder Überschwemmungen betroffen. Auch in den Industrienationen, die vor allem für die Klimaerwärmung verantwortlich sind, zeigen sich erste Folgen. Das SDG 13 widmet sich einerseits der Bekämpfung des Klimawandels. Dieser wird realistisch betrachtet nicht mehr aufzuhalten sein. Eine Erwärmung der Erde noch in diesem Jahrhundert um 2,7 °C scheint wahrscheinlich (UN 2021). Deshalb zielt SDG 13 auch auf die Klimaanpassung und auf die Reduzierung der Klimaauswirkungen ab. Ebenso fordert es Aufklärung und Sensibilisierung (destatis 2022).

Für die Wirtschaft sind hierbei vor allem diese Unterziele relevant:

- 13.1 Die Widerstandskraft und die Anpassungsfähigkeit gegenüber klimabedingten Gefahren und Naturkatastrophen in allen Ländern stärken.
- 13.3 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

Die Schnittmengen des SDG 13 mit der Standardberufsbildposition liegen vor allem in der Reduzierung der direkten und indirekten Emissionen (Belastung der Umwelt) sowie der nachhaltigen Nutzung von Energie (BIBB 2021:6f.):

- *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*
- *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*

Treibhausgase und Klimawandel

Das 2015 im Klimaabkommen von Paris festgeschriebenes Ziel ist es, den weltweiten Temperaturanstieg auf deutlich unter 2 Grad Celsius, möglichst auf 1,5 Grad Celsius im

Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter zu beschränken (BMZ 2022). Erschwingliche und ausbaufähige Lösungen dafür sind bereits jetzt verfügbar. Immer mehr Menschen greifen auf erneuerbare Energien zurück. Staatliche Maßnahmen reduzieren die Emissionen von Treibhausgasen und stärken die Anpassung an den Klimawandel. Der Klimawandel ist jedoch eine globale Herausforderung, der keine nationalen Grenzen kennt. Für die Lösung dieses globalen Problems ist daher eine Koordination auf internationaler Ebene unverzichtbar (UNRIC 2022).

Verursacht wird der Klimawandel durch die Emission von verschiedenen Gasen, den sogenannten Treibhausgasen. Ihnen gemeinsam ist ihre Undurchlässigkeit für die (Infrarot-)Wärmestrahlung der Erde, was zur Erderwärmung führt. Die verschiedenen Treibhausgase tragen unterschiedlich stark zum Klimawandel bei und bleiben zudem unterschiedlich lange in der Atmosphäre. Das IPCC (International Panel for Climate Change) definiert deshalb das Global Warming Potential (GWP, die erwärmende Wirkung für den Klimawandel) eines Stoffes in hundert Jahren im Vergleich zu Kohlendioxid CO₂ wie folgt (vgl. My Climate o.J.):

- Kohlendioxid CO₂: 1 (Bezugswert)
- Methan CH₄: 28
- Stickstoffdioxid N₂O: 265
- FCKW (verboten) > 12.000

CO₂-Fußabdruck

Eine gute Möglichkeit für die Sensibilisierung über Treibhausgasemissionen ist die Bestimmung des eigenen CO₂-Fußabdrucks. Unternehmen können über die SCOPE-Klassifizierungen ihren "Fußabdruck" bestimmen (Allianz-Stiftung). Im Folgenden soll der individuelle CO₂-Fußabdruck besprochen werden.

Ein Bundesbürger oder eine Bundesbürgerin verursachte im Jahr 2020 im Durchschnitt 11,2 t CO₂-Äq (UBA 2021). Dieser Wert lässt sich auch als CO₂-Fußabdruck oder auch "Carbon Footprint" bezeichnen. Darunter versteht man das "Erfassen klimawirksamer Treibhausgase und das Zusammenstellen dieser in einer Treibhausgasbilanz" (Bayerisches Landesamt für Umwelt o.J.). Ein CO₂-Fußabdruck lässt sich nicht nur für Personen oder privaten Haushalten, sondern auch für Länder oder Regionen, Produkte, Dienstleistungen, Veranstaltungen, für einzelne Unternehmen (sog. Corporate Carbon Footprint) oder ganze Branchen bestimmen.

Im oben genannten CO₂-Fußabdruck in Deutschland entfielen 24 Prozent dieser durchschnittlichen Pro-Kopf-Treibhausgasemissionen von 11,2 t CO₂-Äq auf den Bereich Wohnen und Strom, 19 Prozent auf die Mobilität, 15 Prozent auf Ernährung. 34 Prozent auf die Kategorie "Sonstiger Konsum", zu der auch die Herstellung von Büromaterialien, Computer und Drucker, Möbel, Textilien und anderen Gütern sowie Materialien für Dienstleistungen zählt (UBA 2021).

Eine einheitliche Berechnung und Deklaration von Energieverbräuchen und Treibhausgasemissionen bei Transportdienstleistungen legt seit März 2013 die DIN EN 16258 fest. Bei der Berechnung wird unterschieden zwischen direkter und indirekter Emission. So erzeugt jeder Transport von Gütern oder Personen direkte Treibhausgase. Das Ausmaß der Emission hängt dabei vom Fahrzeugtyp, vom Ladungsgewicht, der Transportentfernung und dem Kraftstoffverbrauch ab. Hingegen werden die indirekten Emissionen zum Beispiel bereits bei der Herstellung von Strom und Kraftstoffen erzeugt. Denn diese Prozesse benötigen ebenfalls Energie und setzen damit Treibhausgase frei. Vor diesem Hintergrund wird bei der Betrachtung der Emissionen von Logistikdienstleistungen zwischen folgenden drei Prozessabschnitten unterschieden (vgl. DSLV 2013):

1. Well to Tank (Quelle bis Tank): Alle indirekten Emissionen der Kraftstoffbereitstellung.
2. Tank to Wheel (Tank bis Lenkrad): Alle direkten Emissionen des Fahrzeugbetriebs.
3. Well to Wheel: Summe aus direkten und indirekten Emissionen.

Wie jede europäische Norm (EN) oder Deutsche Industrie Norm (DIN) ist die DIN EN 16258 nicht rechtsverbindlich.

Individueller CO₂-Fußabdruck

Seinen eigenen, individuellen CO₂-Fußabdruck – die Menge an CO₂-Äquivalenten, die man in einem Jahr verursacht – kann man relativ leicht und recht genau ermitteln. Einen entsprechenden CO₂-Rechner, in den sich die eigenen Parameter beispielsweise in den Bereichen Wohnen, Mobilität und Ernährung eingeben lassen, bietet das Umweltbundesamt (UBA o.J.: [CO₂-Rechner](#)).

Ebenso lassen sich mit einer solchen Bilanzierung schnell die sog. “Big Points” eines nachhaltigen Konsums veranschaulichen, also diejenigen Maßnahmen aus den größten Emissions-Bereichen Mobilität, Wohnen und Ernährung, die schon für sich eine sehr große Umweltrelevanz aufweisen. Solche entscheidenden Stellschrauben sind im Hinblick auf den persönlichen CO₂-Äq-Ausstoß zum Beispiel

- bei der Mobilität: Zahl der Fernreisen, zurückgelegte Autokilometer und durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch des Autos
- beim Heizenergieverbrauch: Größe der Wohnfläche und Dämmstandard

Der CO₂-Rechner zeigt schnell, welche großen Auswirkungen Abweichungen vom Durchschnitt in die eine oder andere Richtung haben, z.B. wenn eine Person in ein Passivhaus zieht. Der CO₂-Ausstoß berechnet sich beim Thema “Wohnen” aus den Emissionen für den Wohnraum sowie aus der Verbrennung von fossilen Energieträgern (z.B. Öl oder Gas) unter Berücksichtigung vorgelagerter Prozesse. Die Vermeidung berechnet sich aus Energie aus erneuerbaren Quellen und Energieeffizienz (ebd.). So liegen laut UBA große Potentiale im persönlichen CO₂-Ausstoß zum Beispiel bei

- Zahl der Fernreisen, zurückgelegte Autokilometer und Kraftstoffverbrauch des Autos im Bereich Mobilität
- Größe der Wohnfläche und Dämmstandard in Bezug auf den Heizenergieverbrauch (UBA 2021: Konsummuster)

Quellenverzeichnis

- Allianz-Stiftung (o.J.): Was sind Scopes (Geltungsbereiche) bei der Berechnung der unternehmensbezogenen Treibhausgasemissionen? Online <https://allianz-entwicklung-klima.de/toolbox/was-sind-scopes-geltungsbereiche-bei-der-berechnung-der-unternehmensbezogenen-treibhausgasemissionen/>
- Bayerisches Landesamt für Umwelt (o.J.): Carbon Footprint. Online: www.umweltpakt.bayern.de/energie_klima/fachwissen/279/carbon-footprint
- BIBB Bundesinstitut für Berufsbildung (2021): Erläuterungen zu den modernisierten Standardberufsbildpositionen Auszug aus der Broschüre: VIER SIND DIE ZUKUNFT. DIGITALISIERUNG. NACHHALTIGKEIT. RECHT. SICHERHEIT. Die modernisierten Standardberufsbildpositionen anerkannter Ausbildungsberufe (Ausbildung Gestalten). Online: www.bibb.de/dokumente/pdf/HA_Erlaeuterungen-der-integrativ-zu-vermittelnden-Fertigkeiten-Kenntnisse-und-Faehigkeiten.pdf
- BMZ Bundesministerium für Wirtschaftliche Entwicklung und Zusammenarbeit (2022): Zusammenarbeit mit Ländern in Afrika, berufliche Bildung fördern. Online: www.bmz.de/de/laender/zusammenarbeit-mit-laendern-in-afrika/berufliche-bildung-18136
- DSLV Deutscher Speditions- und Logistikverband e.V. (Hrsg.) (2013): Berechnung von Treibhausgasemissionen in Spedition und Logistik gemäß DIN EN 16258. Begriffe, Methoden, Beispiele. 2. aktualisierte Auflage. Bonn.
- My Climate (o.J.): Was sind CO₂-Äquivalente? Online: www.myclimate.org/de/website/fEq/detail/was-sind-co2-aequivalente/
- Öko-Institut (2020): Der CO₂-Fußabdruck unseres digitalen Lebensstils. Online: blog.oeko.de/digitaler-co2-fussabdruck/
- UBA Umweltbundesamt (2021): Konsum und Umwelt: Zentrale Handlungsfelder. Online, Bedarfsfelder: www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/konsum-umwelt-zentrale-handlungsfelder#bedarfsfelder_und_Konsummuster
- UBA Umweltbundesamt (o.J.): CO₂-Rechner des Umweltbundesamtes. Online: uba.co2-rechner.de/
- UNRIC (o.J.): Regionales Informationszentrum der Vereinten Nationen: SDG 13 Maßnahmen zum Klimaschutz. Online: unric.org/de/17ziele/sdg-13/
- Vereinte Nationen – Framework Convention on Climate Change (2021): Nationally determined contributions under the Paris Agreement. Online: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021_08_adv_1.pdf?download
-

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)“