

Thomas Wüthrich  
Yves Rasche

# Nachhaltige Designprozesse

Grund  
Konze  
Entw  
Planu  
Ausfü  
Nutzu



PARK BOOKS

Thomas Wüthrich  
Yves Raschle

**Leitfaden für  
die gestalterische  
Praxis und Lehre**

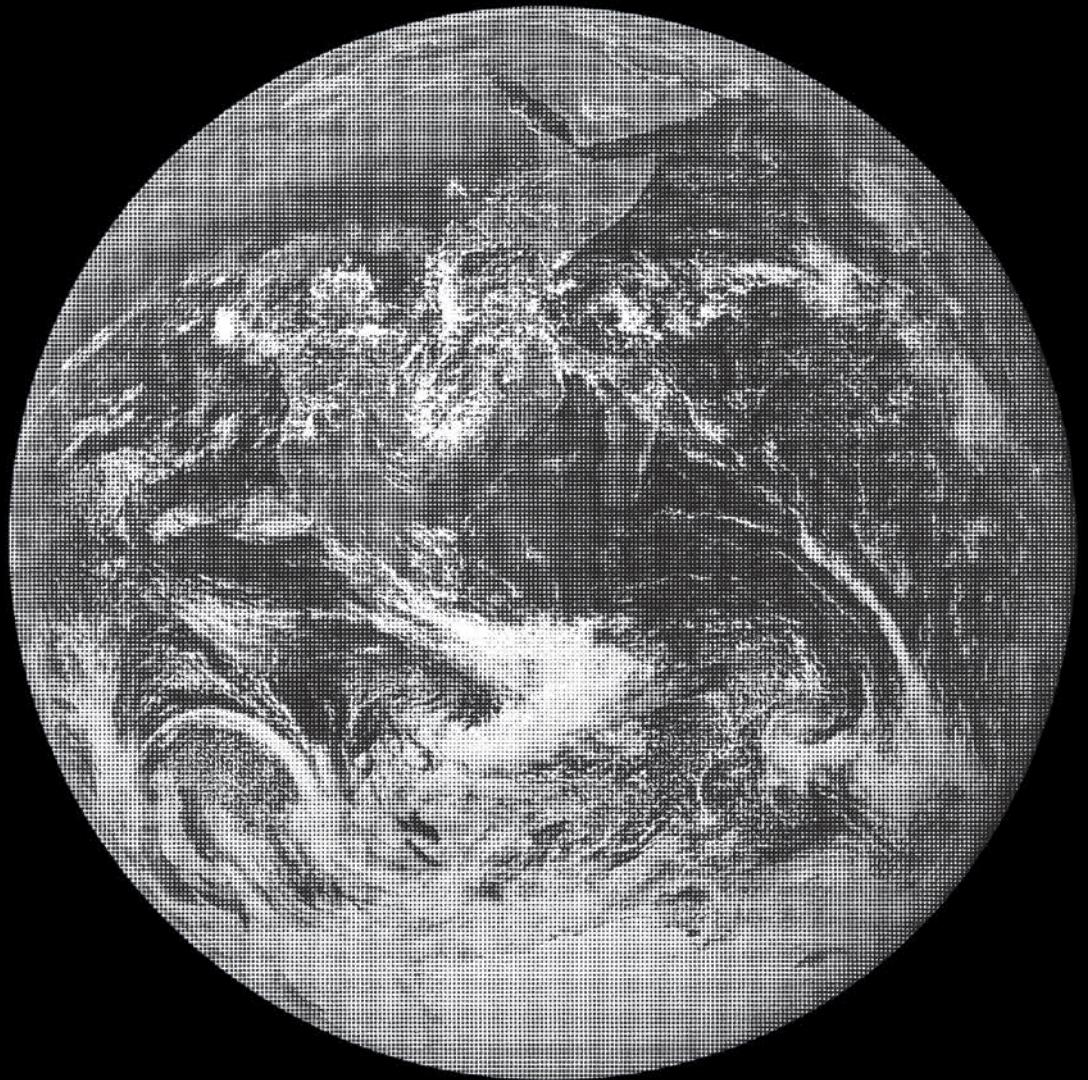
# **Nachhaltige Designprozesse**

**Mit der fachkundigen  
und geschätzten  
Unterstützung**

**Ozan Alaca**  
Industriedesigner  
**Kilian Baeriswyl**  
Fachstelle ökologische  
öffentliche Beschaffung  
**Lisa Besset**  
Modedesignerin  
**Dr. Verena Christen**  
Ökotoxikologin  
**Dr. Fredy Dinkel**  
Berater für Umwelt und  
Nachhaltigkeit, Dozent  
**Stéphanie Estoppey**  
Industriedesignerin  
**Dr. Thomas Gönnert**  
Biologe  
**Prof. Dr. sc. techn.  
Christoph Hugi**  
Spezialist für nachhaltiges  
Ressourcenmanagement  
**Miriam Kaufmann**  
Spezialistin für kreislauf-  
fähige Beschaffung  
**Dr. Laura Knöpfel**  
Advokatin, Lehrbeauftragte  
für Umweltrecht  
**Rainer Künzi**  
Buddhistischer  
Meditationslehrer  
**Samuel Perret**  
Industriedesigner und  
Nachhaltigkeitsgeneralist  
**Antonia Stalder**  
Spezialistin für kreislauf-  
fähige Beschaffung  
**Nina Stefanka**  
Filmmacherin  
**Prof. Hanspeter Wirth**  
Industriedesigner  
**Dr. phil. Vania Zschokke**  
Psychotherapeutin  
**Anna Zumthor**  
Dipl.-Psychologin FSP



PARK BOOKS



[1]

Die legendäre Aufnahme «Blue Marble» verdeutlicht die Einzigartigkeit und Verletzbarkeit des Planeten Erde. Das am 7. Dezember 1972 von der Apollo-17-Mission aufgenommene Foto hat dazu beigetragen, die Notwendigkeit für Umweltschutz ins kollektive Bewusstsein zu rufen.

**G****1****2****3****4****5****Motivation**

- 14 Nachhaltige Entwicklung  
16 Motivation und Potenzial  
17 Verantwortung im Entwurf  
19 Hindernisse für nachhaltiges Handeln  
22 ● Mit Resonanz gegen Dissonanz

**Unternehmenskultur**

- 25 Nachhaltige Unternehmensführung  
27 Der Arbeitsort als Ausgangspunkt  
29 ● Hinterfragen mit FUNKE  
30 ● Wissen fördern  
31 ● Untersuchung kultivieren  
33 ● Materialsammlung nachhaltig strukturieren  
36 ● Nachhaltigkeitsmassnahmen steuern

**Transparenz**

- 44 Nachhaltigkeitsberichterstattung  
47 Verantwortungsvolle Unternehmensführung – CSR  
50 Normen und Standardisierungen  
52 Greenwashing

**Technik**

- 70 Hightech  
74 Alternative Technologien  
75 Angepasste Technik  
76 Bionik  
77 Lowtech  
78 Open Source  
81 DIY – Selbermachen  
83 ● Technologien kombinieren

**Zusammenarbeit**

- 53 Internationale Vereinbarungen  
55 Nachhaltige Entwicklungsziele – SDG  
59 ● Stakeholder:innen kennen  
60 ● Spezialist:innen hinzuziehen  
61 Inklusion im Design

**Finanzen**

- 63 Nachhaltige Kostenplanung

**Strategie**

- 85 Nachhaltig entwerfen  
86 Kreislaufwirtschaft  
90 9R-Strategien  
93 Drei Leitstrategien der Nachhaltigkeit  
94 Suffizienz  
95 Effizienz  
96 Konsistenz  
97 ● Wiederverwendung als Entwurfsprinzip  
105 ● Partizipatives Design  
107 Reboundeffekt

**Material**

- 109 Ökosystemleistungen und Naturkapital  
110 Materialien im Überblick  
114 Natürliche Materialien und Innovationen  
123 Vom Naturerzeugnis zum Endprodukt  
126 Urbane Orte als Rohstofflager  
126 Wertschöpfungsketten  
128 ● Stoffkreisläufe einplanen

**Konstruktion**

- 130 Angemessene Komplexität  
132 Fügetechnik  
139 Materialreduktion durch Konstruktion  
140 Modularität und Kompatibilität  
145 ● Verhältnismäßigkeit gestalterischer Ambitionen  
146 Obsoleszenz von Produkten

**Vergleich**

- 154 Gütesiegel  
158 Umweltproduktdeklaration – EPD  
158 ● Ökobilanzen hinzuziehen

**Beschaffung**

- 163 Angebot und Ausschreibung  
168 ● Mieten statt kaufen  
170 ● Produkte als Dienstleistung nutzen

**Herstellung**

- 172 Energie  
173 Energiequellen  
176 Graue Energie  
176 Energiewende, Netto-Null und Klimaneutralität  
178 ● Energieverbrauch reduzieren  
179 Schadstoffe und Abfälle  
181 ● Auswirkungen von Stoffen kennen  
183 ● Zusatzstoffe beachten  
185 ● Wasserverbrauch reduzieren  
187 Soziale Verantwortung  
192 Globale und lokale Herstellung

**Kontrolle**

- 201 Formen der Nachweiserbringung  
202 Formen der Kontrolle  
204 Konsequenzen bei Zu widerhandlung

**Dokumentation**

- 206 Potenzial der Dokumentation  
207 ● Produkte und Materialien deklarieren  
209 Digitaler Produktpass – DPP

**Recht**

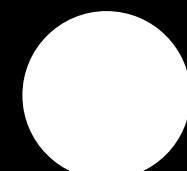
- 214 Umwelt- und Klimarecht

**Instandhaltung**

- 220 Langlebigkeit  
222 Wartung und Reparatur

**Verwertung**

- 225 Recycling  
229 Müllverbrennungsanlage und Deponie  
232 Dissipation von Stoffen  
235 Entropie



**Der vorliegende Leitfaden *Nachhaltige Designprozesse* dient als Arbeitshilfe für die gestalterische Praxis und Lehre. Er richtet sich an Personen, die im beruflichen Umfeld des Designs tätig sind, da sie massgeblich an der Konzeption und Herstellung von Gütern aller Art beteiligt sind und somit einen entscheidenden Einfluss auf eine nachhaltige Entwicklung nehmen. Angesprochen sind verschiedene Berufsfelder des Designs wie Produkt-, Industrie- oder Modedesign, Innenarchitektur oder Szenografie.** Die Arbeitsprozesse in diesen Branchen sind aufgrund ihrer Multidisziplinarität meist komplex, folglich ist die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten entsprechend herausfordernd. Zudem erschweren Kosten- und Zeitdruck, Gewohnheit oder mangelndes Hintergrundwissen die Integration nachhaltiger Kriterien und die Umsetzung entsprechender Lösungen im Berufsalltag.

Dieser Leitfaden soll die Berücksichtigung von ökologischen und sozialen Nachhaltigkeitskriterien in der projektbezogenen Arbeit erleichtern. Daher folgt er im Aufbau dem Ablauf üblicher Projektphasen in Designprozessen. Die Intention besteht darin, zum passenden Zeitpunkt gezielte Fragen zu stellen, um die Schlüsselmomente für eine nachhaltigere Projektbilanz besser zu erkennen. In kurzen, auf das Wesentliche reduzierten Beiträgen werden relevante Nachhaltigkeitsaspekte der Projektphasen, vom Grobkonzept über den Entwurf bis hin zur Ausführungs- und Nutzungsphase, beleuchtet.

Um Nachhaltigkeitsaspekte in die Praxis integrieren zu können, sind gewisse Grundkenntnisse erforderlich, wie etwa das Wissen um Stoffströme, das Denken in Kreisläufen oder das Verständnis von Wertschöpfungsketten. Viele Kapitel beginnen daher mit einer allgemeinen Grundlagenvermittlung. Wie der Transfer des theoretischen Wissens in die Praxis gelingt, ist jedoch individuell und muss kontextabhängig mit der bestehenden Arbeits- bzw. Unternehmenskultur abgestimmt werden.

Für den angestrebten Wandel zu einer nachhaltigeren Wirtschaftsweise existieren eine Vielzahl von Konzepten, Begriffen und Strategien. Bekannt sind beispielsweise das Konzept der Kreislaufwirtschaft, Effizienzstrategien, Suffizienzansätze oder Umweltzertifikate. Die Herausforderung in der Praxis besteht nun darin, diese verschiedenen Ansätze zur Anwendung zu bringen und zum geeigneten Zeitpunkt in die eigene Planungsarbeit zu integrieren.

An dieser Stelle setzt der Leitfaden *Nachhaltige Designprozesse* als Planungshilfe an. informative Teile werden mit konkreten Handlungsempfehlungen, das heisst einer möglichen Nachhaltigkeitsmassnahme, kombiniert, die sowohl im Inhaltsverzeichnis als auch in den jeweiligen Kapitelüberschriften mit einem Punkt gekennzeichnet sind. Im Vergleich zu stärker reglementierten Disziplinen wie der Architektur sind die Prozessstrukturen in der breiter gefächerten Designbranche weniger einheitlich. Vergleichbare Strukturen wie im Bauwesen, wo auf allgemein verbindliche

**Regelwerke wie den Normpositionen-Katalog (NPK) oder die Baukostenplanung (BKP) zurückgegriffen werden kann, existieren kaum. Entsprechend gross ist die Herausforderung, Nachhaltigkeitskriterien konsequent in Designprozesse zu implementieren. Dennoch weisen Projekte der verschiedenen Designdisziplinen ähnliche Abläufe auf, an denen sich das vorliegende Manual in seiner Gliederung orientiert. Die grosse Flughöhe der Textbeiträge ermöglicht die Anwendung der Nachhaltigkeitskriterien in einem breiten Spektrum gestalterischer Disziplinen. Sie können für den Entwurf und die Herstellung von Möbeln und Industrieprodukten ebenso verwendet werden wie für das Design von Kleidung oder die Gestaltung von Ausstellungen oder Innenräumen.**

**Die Kreativwirtschaft spielt eine wichtige Rolle bei der Transformation zu einer nachhaltigeren Wirtschaft, denn sie ist an grundlegenden Entscheidungen bei der Umsetzung von Projekten beteiligt. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn Design nicht als blosse Oberflächengestaltung, sondern als transformative Disziplin mit Einfluss auf viele Lebensbereiche und entlang der gesamten Wertschöpfungsketten verstanden wird.**

**Ideen und Konzepte materialisieren sich mit technischen Mitteln durch die Nutzung und Umwandlung von Ressourcen und Rohstoffen in konkrete Produkte. Die Herstellung von Produkten erfolgt häufig in globalisierten und somit stark fragmentierten Wertschöpfungsketten. Aufgrund ihrer Komplexität und Unübersichtlichkeit bleibt**

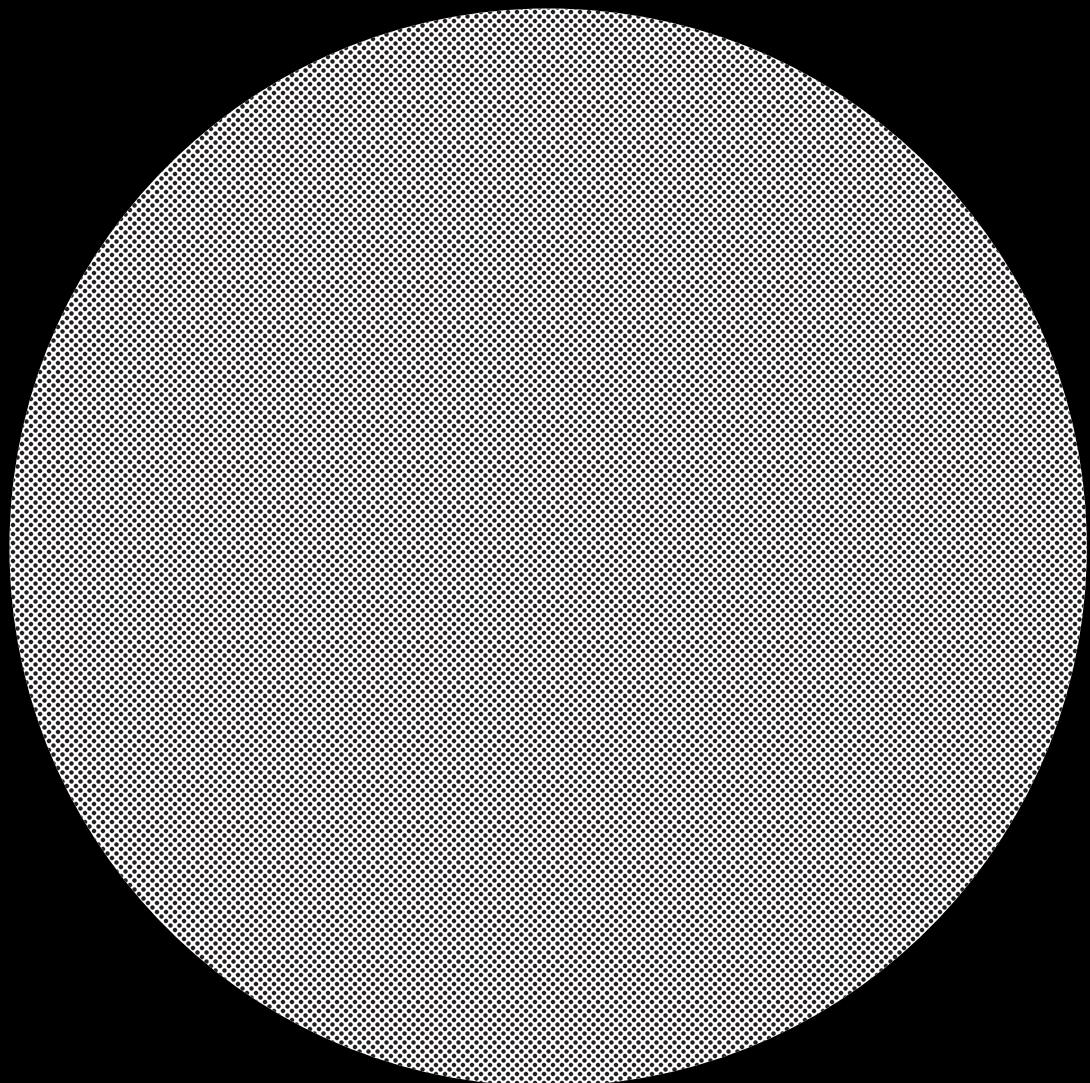
**ihrer nachhaltige Dimension oft vernachlässigt oder wird nur ansatzweise berücksichtigt. Die damit verbundene Verantwortung zu erkennen und diesen Prozess aktiv zu gestalten, ist der eigentliche Kern einer nachhaltigen Entwurfspraxis. Die Integration nachhaltiger Kriterien in den Designprozess bedeutet nicht, wie oft vermutet, dass dadurch kreative Momente erschwert werden oder sie nicht lustvoll sein können. Vielmehr können gerade Nachhaltigkeitsaspekte dem Design neue Impulse geben und so neue Produkte, Verfahren und Ästhetiken hervorbringen.**

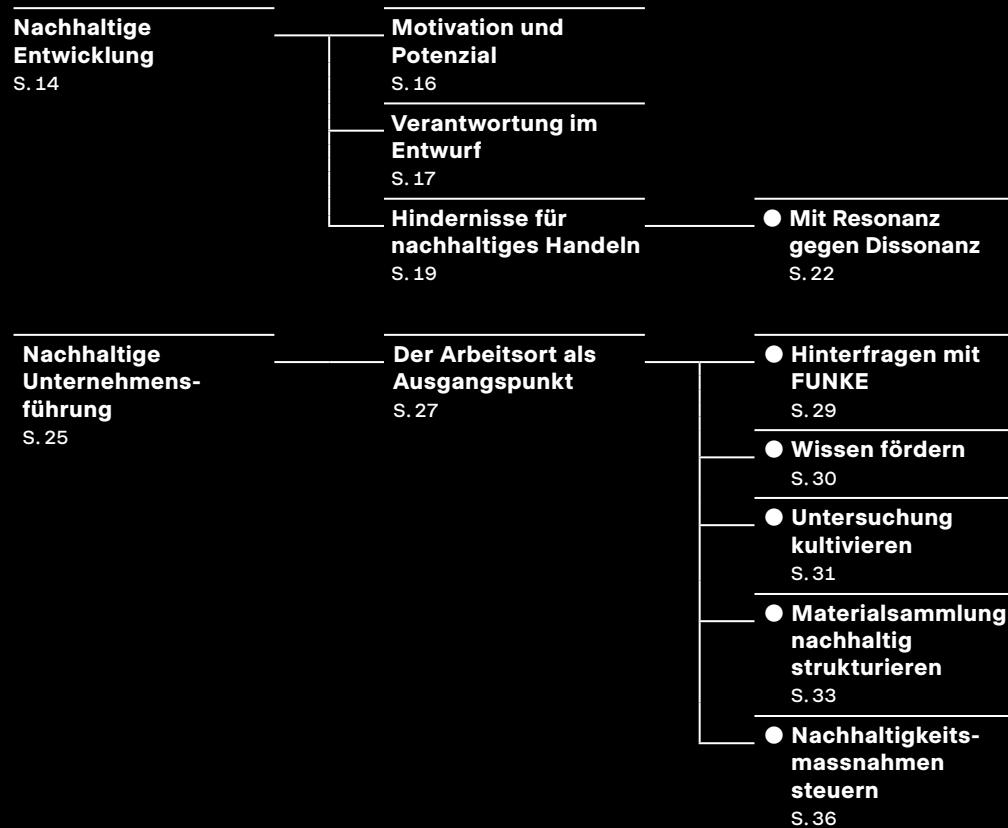
**Der vorliegende Leitfaden *Nachhaltige Designprozesse* hat zum Ziel, die enorme Komplexität und Vielschichtigkeit von Nachhaltigkeit in Entwurfsprozessen übersichtlich darzustellen und damit Handlungsräume für nachhaltiges Entwerfen aufzuzeigen.**

**Nachhaltigkeitsentscheidungen lassen sich selten eindeutig als richtig oder falsch beantworten. Perfekte Lösungen sind kaum möglich, denn wo etwas erschaffen wird, sind auch Umweltauswirkungen inkludiert. Sich dieser Auswirkungen bewusst zu werden, Vor- und Nachteile miteinander abzuwägen und Entscheidungen anhand nachhaltiger Kriterien zu treffen, ist ein zentrales Anliegen dieser Planungshilfe. Die behandelten Themen sollen allgemein verständlich sein, erheben aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Vielmehr soll dieser Leitfaden als Anregung und Orientierungshilfe dienen, um eigene Entwicklungsprozesse nachhaltig(er) gestalten zu können.**

# Grundlagen

G





**In diesem Kapitel wird die Notwendigkeit einer nachhaltigen Entwicklung der gegenwärtigen Wirtschaftsweise erörtert und die grundsätzliche Haltung zu Nachhaltigkeitsaspekten in der Kreativwirtschaft thematisiert. Dabei wird die Frage aufgeworfen, inwieweit Nachhaltigkeitskriterien persönlich oder im Unternehmenskontext bereits etabliert sind oder zukünftig etabliert werden können. Ziel ist es, persönliche und berufliche Praktiken nachhaltigen Handelns zu entwickeln, zu reflektieren oder gegebenenfalls anzupassen. Bevor also die Zusammenarbeit mit Auftraggebenden und Projektpartner:innen in den Fokus rückt und noch bevor ein Projekt oder Produkt entsteht, beschäftigen sich die folgenden Beiträge mit dem Fundament, auf dem Gestalter:innen ihre Ideen und Konzepte aufbauen.**

**Praktische Handlungsoptionen geben im Anschluss Anhaltspunkte für die Umsetzung, und mit FUNKE, der «Sofortmassnahme» zur Beurteilung nachhaltiger Kriterien, wurde eigens für diesen Leitfaden ein praxisnahes Instrument für den Berufsalltag entwickelt.**

# Motivation

## Nachhaltige Entwicklung

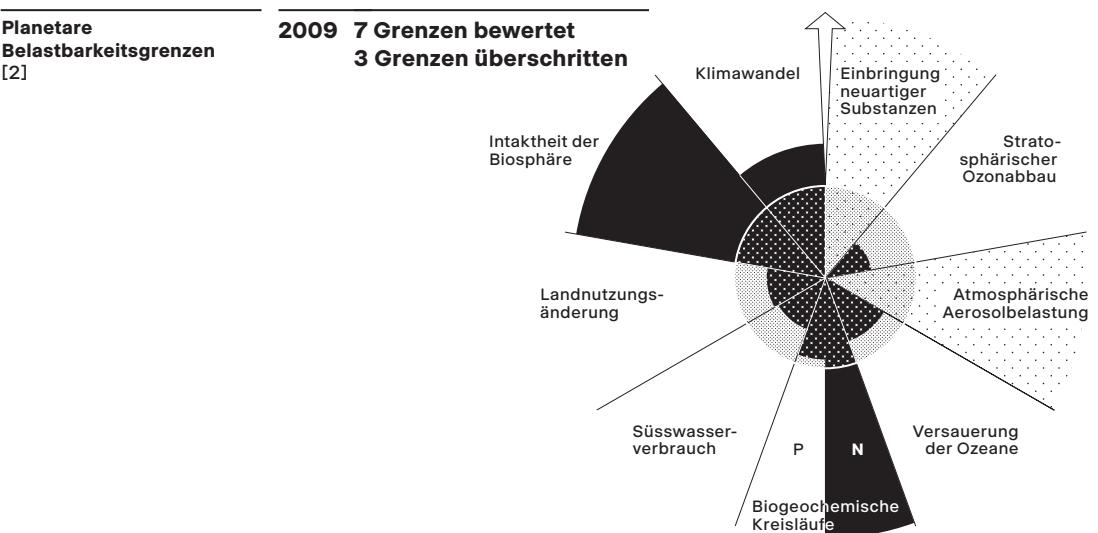
Die wirtschaftliche Entwicklung hat einem Teil der Menschheit einen noch nie dagewesenen Wohlstand gebracht. Die Kehrseite eines auf Expansion ausgerichteten Wirtschaftssystems mit linearer Produktionsweise ist jedoch der Raubbau an den Ressourcen, der gravierende ökologische und soziale Folgen mit sich bringt.

Der Ansatz der «planetaren Belastbarkeitsgrenzen» (Planetary Boundaries) veranschaulicht, wie menschliches Handeln die Ökosphäre gefährdet. Er bietet eine Übersicht über die einzelnen ökologischen Problemfelder und zeigt auf, ab wann natürliche Regenerationsprozesse – beispielsweise beim Klima oder der Biodiversität – nicht mehr greifen können. Bei einigen dieser Prozesse gibt es Kippelemente: Ein Überschreiten der Grenzen erhöht das Risiko grossflächiger, abrupter oder unumkehrbarer Umweltveränderungen im Erdsystem. Insgesamt wurden neun ökologische Systeme und Prozesse identifiziert, die für die Stabilität und Widerstandsfähigkeit des Gesamtsystems Erde von essenzieller Bedeutung sind. Zu diesen planetaren Belastbarkeitsgrenzen gehören biogeochimische Kreisläufe, der Klimawandel und der Süßwasserverbrauch. Werden diese Grenzen überschritten, verlässt die Menschheit den sicheren Handlungsräum für eine zukunftsfähige Entwicklung. Stand 2023 waren bereits sechs der neun planetarischen Grenzen erreicht.<sup>1</sup>

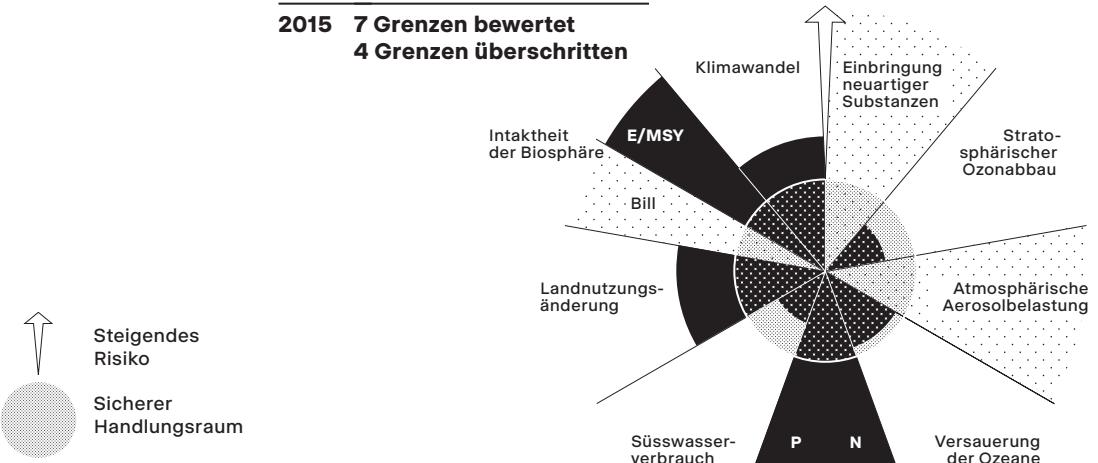
Um diese globalen Probleme in den Griff zu bekommen, ist ein Umdenken unumgänglich, wenn ein Transformationsprozess «by design», also bewusst gestaltet und nicht «by disaster», also dem Zufall überlassen werden soll.<sup>2</sup> Denn es wäre fatalistisch, trotz des Wissens um die absehbaren Folgen notwendige Schritte zu unterlassen. Ein neues Verhältnis des Menschen zur Natur ist daher angezeigt, wenn es um nachhaltiges Handeln geht. So umfassend der Begriff der Nachhaltigkeit

Planetare  
Belastbarkeitsgrenzen  
[2]

2009 7 Grenzen bewertet  
3 Grenzen überschritten

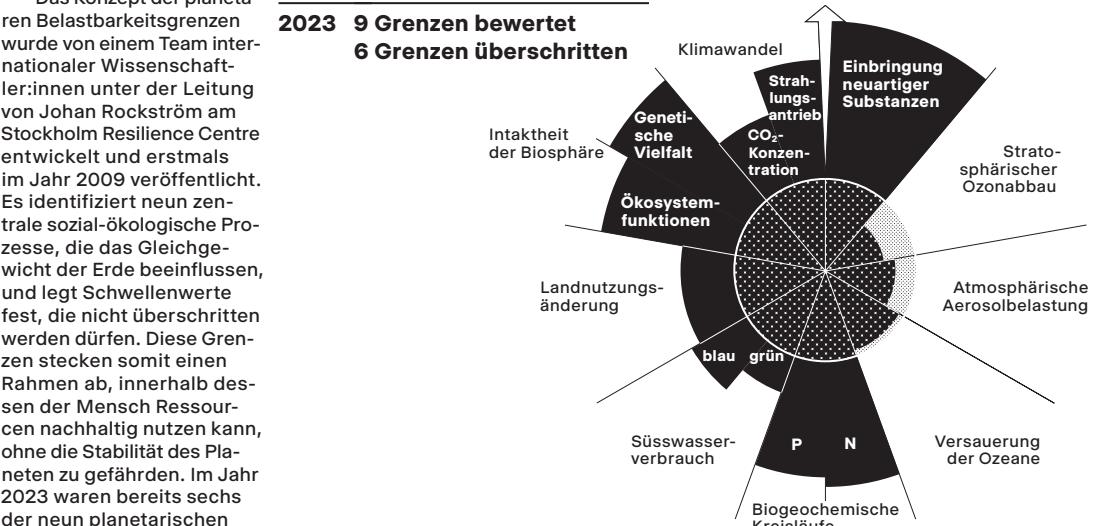


2015 7 Grenzen bewertet  
4 Grenzen überschritten



Das Konzept der planetaren Belastbarkeitsgrenzen wurde von einem Team internationaler Wissenschaftler:innen unter der Leitung von Johan Rockström am Stockholm Resilience Centre entwickelt und erstmals im Jahr 2009 veröffentlicht. Es identifiziert neun zentrale sozial-ökologische Prozesse, die das Gleichgewicht der Erde beeinflussen, und legt Schwellenwerte fest, die nicht überschritten werden dürfen. Diese Grenzen stecken somit einen Rahmen ab, innerhalb dessen der Mensch Ressourcen nachhaltig nutzen kann, ohne die Stabilität des Planeten zu gefährden. Im Jahr 2023 waren bereits sechs der neun planetarischen Grenzen erreicht.

2023 9 Grenzen bewertet  
6 Grenzen überschritten



auch verwendet wird, im Kern geht es um einen bewussten und achtsamen Umgang des modernen Menschen mit seiner Umwelt. Eine ganzheitliche Betrachtung der Erde als geschlossenes Ökosystem macht deutlich, dass Nachhaltigkeit als Konzept existenziellen Charakter hat.<sup>3</sup>

Ursprünglich stammt Nachhaltigkeit als Prinzip aus der Forstwirtschaft, nach dem nicht mehr Holz gefällt werden darf als nachwächst.<sup>4</sup> Nachhaltig bedeutet im Wesentlichen «so gestaltet, dass es nicht schädlich und endgültig verbraucht, sondern auch in Zukunft noch nutzbar ist».<sup>5</sup> In diesem Leitfaden wird der Begriff Nachhaltigkeit daher in seiner ökologischen und sozialen Bedeutung als «umwelt- und sozialverträglich» verwendet.

### Motivation und Potenzial

Kreative Berufe haben das Potenzial, Werte, die von einer persönlichen Haltung, einem Engagement oder gar einer Überzeugung geprägt sind, in ihre Praxis einfließen zu lassen. So können über eine gestalterische Aufgabe soziale und ökologische Fragen unserer Zeit aufgegriffen, sichtbar gemacht, kritisch hinterfragt und in neue Entwicklungen überführt werden. Solange viele Aspekte der Nachhaltigkeitsdebatte auf Freiwilligkeit beruhen, das heißt nachhaltiges Verhalten oft nicht gesetzlich verpflichtend ist, hängen grosse Teile dieses Themenkomplexes von den persönlichen Wertvorstellungen und der Motivation einzelner Akteur:innen ab, die darüber entscheiden, wie sie umgesetzt werden sollen. Das Verständnis, aus dem heraus Designer:innen handeln und Nachhaltigkeitskriterien in Designprozesse implementieren, beruht einerseits auf dem Wissen um bestehende Nachhaltigkeitsaspekte. Es existieren beispielsweise zahlreiche Strategien<sup>7S.85</sup>, auf die zurückgegriffen werden kann. Das Spektrum der in diesem Leitfaden behandelten Nachhaltigkeitsaspekte reicht daher von Grundlagenwissen über spezifische Strategien bis hin zu praktischen Beispielen für die Umsetzung nachhaltiger Produkte und Projekte. Andererseits ist die persönliche Motivation ein wichtiger Treiber für die erfolgreiche Integration von Nachhaltigkeit in Arbeitsprozesse.

So umfassend das Thema Nachhaltigkeit ist, so vielfältig können auch die persönlichen Beweggründe sein, Prozesse nachhaltig gestalten zu wollen. Ethische Gründe können ebenso Motivation sein wie ein konkreter Auftrag zur Gestaltung eines nachhaltigen Produkts. Gerade in der Zusammenarbeit mit unterschiedlichen Stakeholder:innen<sup>7S.59</sup>, das heißt Anspruchsgruppen, ist die Klärung der Motive ein wichtiger Aspekt, um den Entwicklungsprozess so zu gestalten, dass Nachhaltigkeitsaspekte realistisch integriert werden und somit keine überzogenen Erwartungen entstehen oder der Aufwand bei der Umsetzung unterschätzt wird.

### Verantwortung im Entwurf

Welche Verantwortung tragen Gestalter:innen für ihre Entwürfe, Entwicklungen, Projekte und Produkte und für welche Ziele setzen sie ihre schöpferische Tätigkeit ein? Und wie kann die Disziplin Design einen langfristigen und verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen bewirken?

Die Art und Weise im Umgang mit Mitmenschen und Umwelt ist einer der wesentlichen Faktoren, die die Lebensbedingungen heutiger und vor allem zukünftiger Generationen bestimmen wird. Die Thematik einer ökologisch und sozial verantwortungsvollen Produktion, des Konsums und des Umgangs mit Gütern betrifft daher alle Stakeholder:innen<sup>7S.59</sup>, die direkt oder indirekt an einer unternehmerischen Tätigkeit beteiligt sind. Um dies zu etablieren, muss bereits bei der Entstehung eines Produkts oder Projektes angesetzt werden, denn bereits mit der Idee und dem Entwurf werden die Weichen für die gesamte Wertschöpfungskette<sup>7S.126</sup> gestellt. Darüber hinaus hängt die Frage nach der Verantwortlichkeit oftmals auch von sich ändernden rechtlichen Rahmenbedingungen<sup>7S.214</sup> und Vorgaben ab, die es zu verstehen und zu berücksichtigen gilt. Obwohl sich ethische Fragestellungen nicht auf wenige Punkte reduzieren lassen, werden im Folgenden dennoch einige wichtige Anhaltspunkte genannt, die exemplarisch mögliche Verantwortungsbereiche im Designkontext abstecken:

**Verantwortung durch Beteiligung** Jede Handlung ist Teil eines grösseren Prozesses, und an einem Prozess teilzuhaben, bedeutet automatisch, Verantwortung zu übernehmen. Es ist wichtig, sich bewusst darüber zu sein, dass Designentscheide immer auch Umweltauswirkungen haben, denn die Produktion von Gütern und Dienstleistungen ist oft mit Belastungen für die Umwelt, die Mitwelt und die Nachwelt verbunden. Einerseits sind daher entsprechende Grundkenntnisse erforderlich, die in diesem Leitfaden thematisiert werden. Andererseits sollte der Arbeitsprozess eines Projektes immer von einer umfassenden Informationsbeschaffung über nachhaltige Kriterien geleitet sein, denn Unwissenheit entbindet nicht von Verantwortung. Dabei spielt die Dimension eines Projektes keine Rolle, denn auch vermeintlich kleine Massnahmen haben in der Summe eine grosse Wirkung. Da Nachhaltigkeitsaspekte eines Projektes im Vorfeld oft schwer abzuschätzen sind, sollte zu Beginn einer Zusammenarbeit die Auftragssituation oder Geschäftsbeziehung auf soziale und ökologische Kriterien überprüft werden. In einer frühen Projektphase können die Einbeziehung und Expertise von Nichtregierungsorganisationen (NGOs)<sup>7S.60</sup>, die Analyse von Nachhaltigkeitsberichten<sup>7S.44</sup> oder das Engagement im Bereich Corporate

Social Responsibility (CSR)<sup>7S.46</sup> von Unternehmen oder Institutionen hilfreiche Hinweise liefern.

**Verantwortung durch Beanspruchung** Ein verantwortungsvoller Umgang mit Rohstoffen und Energieressourcen entscheidet darüber, inwieweit diese für die heutige Gesellschaft und künftige Generationen nutzbar bleiben. Alles, was auf der Erde zur Verfügung steht, basiert auf Ressourcen, die direkt aus der Umwelt entnommen oder durch aufwändige Industrieprozesse gewonnen werden.

Unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten kann der Entstehungsprozess eines Produkts nicht isoliert vom Rohstoff- und Ressourcenverbrauch betrachtet werden. Nur Stoffe aus Produkten, die wiederverwertet werden können, verbleiben im Stoffkreislauf und stehen erneut als Rohstoffe zur Verfügung. Inwieweit dieser Stofffluss möglich ist und wie viel Energie ein Produkt benötigt, hängt massgeblich von der Produktgestaltung ab. Bei der Entwicklung eines Produkts sollte die Anwendung nachhaltiger Massnahmen in verschiedenen Phasen berücksichtigt werden. Hierzu existieren insbesondere in der Entwurfsphase eine Vielzahl von Möglichkeiten, in der zentrale Aspekte der Kreislaufwirtschaft<sup>7S.86</sup> wie beispielsweise die Wiederverwendung (Re-Use)<sup>7S.97</sup> von Produkten und Komponenten oder suffiziente<sup>7S.94</sup>, effiziente<sup>7S.95</sup> und konsistente<sup>7S.96</sup> Entwurfsansätze festgelegt werden können. Im Zuge der Ausführungsplanung kann zudem die Verwendung von Gütesiegeln<sup>7S.154</sup> und Zertifikaten die Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien sicherstellen. Während der Produktion sind auch die adäquate Wahl der Energiequellen<sup>7S.173</sup> oder das Einhalten sozialverträglicher Arbeitsbedingungen<sup>7S.187</sup> weitere Faktoren im Zusammenhang verantwortungsvollen Handelns.

**Verantwortung durch Eigentum** Das heutige Wirtschaftsmodell funktioniert nach dem Prinzip, dass Produkte möglichst schnell vom Handel in den Besitz der Verbraucher:innen übergehen. Das bedeutet, dass die Nutzenden oft selbst für die Pflege, Wartung und Entsorgung des Produkts verantwortlich sind. In der Folge lasten gewisse Erwartungen zur Umsetzung von Nachhaltigkeitsforderungen auf deren Schultern.<sup>6</sup> Sie müssen die Verantwortung für Entscheidungen übernehmen, die oft an ganz anderen Stellen der Wertschöpfungskette getroffen wurden.<sup>7</sup> Wer jedoch im Entwicklungsprozess nachhaltige Entscheidungen trifft, sollte dies für den gesamten Lebenszyklus eines Produkts tun. Möglichkeiten hierfür bieten ein sich wandelndes Verständnis von Konsum und Eigentum sowie ein auf Langfristigkeit und Zirkularität ausgerichtetes Wirtschaftsmodell. Dieses kann

beispielsweise vorsehen, dass Güter und Dienstleistungen zunehmend nicht mehr gekauft, sondern gemietet<sup>7S.168</sup>, geliehen oder als Dienstleistung in Anspruch genommen werden. Gerade in der Ausführungsplanung, wo die Beschaffung in den Mittelpunkt rückt, ist «Product as a Service»<sup>7S.170</sup> ein alternatives Geschäftsmodell. Im Idealfall verbleibt dabei das Eigentum und damit die Verantwortung für ein Produkt bei der Hersteller:in. Auftraggebende sowie produzierende Unternehmen sind dann an robusten und langlebigen Produkten ebenso interessiert wie an der kontinuierlichen Wiederverwendbarkeit der Rohstoffe, die so stets in ihrem Eigentum bleiben.

**Verantwortung durch Information** Im Zuge der Digitalisierung haben Konsumierende grössere Möglichkeiten, Produkte auf ethische und ökologische Aspekte hin zu überprüfen. Für Endkund:innen ist es allerdings oft eine Herausforderung, die komplexen Hintergründe eines Produkts zu verstehen und zu erkennen, unter welchen Produktionsbedingungen ein Produkt hergestellt wurde – inwieweit es beispielsweise soziale Rahmenbedingungen einhält, aus kreislauffähigen Komponenten besteht, reparierbar<sup>7S.222</sup> ist oder mögliche Schwachstellen (werkstoffliche Obsoleszenz<sup>7S.146</sup>) verbirgt. Dadurch haben alle am Gestaltungsprozess beteiligten Instanzen einen Informationsvorsprung gegenüber den Konsument:innen. Ein verantwortungsvoller Umgang zwischen Gestaltenden, Produzierenden und den Nutzenden setzt eine entsprechende Kommunikation und den Austausch sowie eine transparente, verständliche und niederschwellige Bereitstellung von nützlichen Produktinformationen voraus. Gestalter:innen können insbesondere in der Ausführungsphase mit einer informativen Dokumentation<sup>7S.206</sup> zu erhöhter Transparenz der Produkt- oder Projektinformation beitragen. Je nach Projekt bietet sich auch der Eintrag in einen digitalen Produktpass<sup>7S.209</sup> an.

### Hindernisse für nachhaltiges Handeln

Täglich erscheinen zahlreiche Artikel über Umwelt- und Ressourcenprobleme; viele Ursachen und Folgen des Klimawandels sind wissenschaftlich belegt und allgemein bekannt. Dennoch gelingt es Staaten, Gesellschaften und Individuen nur unzureichend, diese Erkenntnisse in konkrete Handlungen zu überführen. «Menschliche Handlungen werden von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst, darunter soziale, kulturelle und persönliche Normen, wobei fehlendes Wissen, mangelnde Bereitschaft zur Übernahme von Verantwortung und die häufig mit nachhaltigem Handeln verbundenen hohen Kosten

die Hauptursache für nicht nachhaltiges Handeln sind.»<sup>8</sup> Im Folgenden werden einige Mechanismen im Rahmen von Arbeitsprozessen aufgeführt, die sich als Hindernisse für ein nachhaltiges Handeln erweisen können:

**Uneinheitliche rechtliche Standards** In der globalisierten Wirtschaft werden Waren zwar international gehandelt, aber oft unter sehr unterschiedlichen ökologischen und sozialen Produktionsbedingungen<sup>78,187</sup> hergestellt. Zwar existieren in vielen Ländern gesetzliche Mindeststandards, aber diese reichen aus Nachhaltigkeitssicht oft nicht aus. Unternehmen geraten in einen Zielkonflikt, da nachhaltige Arbeitsprozesse häufig eine Überschreitung dieser Standards erfordern, was mit zusätzlichen ökonomischen Belastungen verbunden sein kann. Grundsätzlich sollten weltweit einheitliche Regeln gelten, um Wettbewerbsverzerrungen zu vermeiden und weder Produktionsstandort oder Unternehmen zu benachteiligen. Nachhaltigkeitsaspekte sind jedoch generell zu berücksichtigen, auch wenn sie über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgehen.

**Kostendruck** Nachhaltige Produkte sind in der Regel teurer als konventionelle, da sie in der Materialauswahl eingeschränkt sind, oft aus teureren Rohstoffen hergestellt werden, teilweise aufwändigere Produktionsprozesse erfordern und in vielen Fällen durch faire Arbeitsbedingungen höhere Produktionskosten entstehen. Der Kostenaspekt muss daher frühzeitig in der Produktentwicklung berücksichtigt werden, um nachhaltige ökologische Ansätze auch aus finanzieller Sicht marktfähig zu machen. Als Gestalter:in ist es hilfreich, diese Aspekte aktiv zu thematisieren, sodass Kommunikation, Verkaufsstandorte und Kundensegmente im Entwicklungsprozess optimal auf das Produkt abgestimmt werden können.

**Unzureichende Wissensbeschaffung** Gestalter:innen müssen die prozessualen Zusammenhänge, in die sie involviert sind, verstehen und die relevanten Rahmenbedingungen kennen. Wer sich beispielsweise nicht mit den sozialen und ökologischen Auswirkungen des Abbaus, der Gewinnung und der Weiterverarbeitung von Rohstoffen auseinandersetzt, ist sich möglicher Konsequenzen nicht bewusst. Eine vertiefte Auseinandersetzung kann durch die Expertise von Nichtregierungsorganisationen (NGOs)<sup>78,60</sup>, die Analyse von Nachhaltigkeitsberichten<sup>78,44</sup> oder das Engagement im Bereich Corporate Social Responsibility (CSR)<sup>78,46</sup> von Unternehmen und Institutionen erfolgen.

**Zeitdruck** In der heutigen, von Effizienz<sup>78,95</sup> geprägten Arbeitswelt herrscht oft grosser Zeitdruck, der zu schnellen Entscheidungen drängt. Angesichts des hohen

Handlungs- und Zeitdrucks werden routinierte Abläufe vorschnell aktiviert. Das bewusste Berücksichtigen von Nachhaltigkeitskriterien bedingt jedoch ein Umdenken und damit eine vorübergehende Entschleunigung und Unterbrechung gewohnter Handlungsabläufe. In Phasen mit weniger Zeitdruck fällt es leichter, Reaktionsmuster zu hinterfragen und einen Wertewandel zu fördern.

**Gewohnheit und Konditionierung** Häufig wiederholte Handlungen werden zur Routine, vermitteln Sicherheit und werden schliesslich unbewusst Teil des eigenen Handelns. Entscheidungen, die Ausdruck von Konditionierung und automatisierten Abläufen sind, werden oft unreflektiert getroffen. Um diese unbewussten Mechanismen zu durchbrechen, muss der Planungsprozess regelmässig hinterfragt werden. Eine bewusste, achtsame Haltung ist notwendig und hilft, Automatismen zu vermeiden.

[3]  
Das Wissen um die Dringlichkeit nachhaltigen Verhaltens allein führt nicht notwendigerweise zu einem veränderten Handeln. Ein Hindernis auf individueller Ebene ist die kognitive Dissonanz, die entsteht, wenn Überzeugungen und Entscheidungen nicht übereinstimmen.



**Kognitive Dissonanz** Auf der persönlichen Ebene kommt als wesentlicher Aspekt die sogenannte kognitive Dissonanz hinzu, wenn die eigenen Werte, Überzeugungen und Gefühle nicht mit dem eigenen Handeln übereinstimmen. Dieser Begriff geht auf den Sozialpsychologen Leon Festinger<sup>9</sup> zurück und bezeichnet einen Spannungszustand, der entsteht, wenn eigene Ideale, tatsächliche Entscheidungen und daraus resultierende Handlungen nicht deckungsgleich sind. Jener innere Widerspruch äussert sich als psychisches Unbehagen und kann sowohl Individuen als auch Gruppen betreffen. Abwehrmechanismen, wie Verleugnung, Selbstrechtfertigung oder Rationalisierung des eigenen Handelns, dienen der Spannungsregulation und führen zu vorübergehender psychischer Entlastung. Allerdings lässt sich der Spannungszustand der

kognitiven Dissonanz nur dauerhaft überwinden oder reduzieren, wenn Werte bewusst ausgerichtet und in entsprechendes Handeln überführt werden.

### Mit Resonanz gegen Dissonanz

Moderne Gesellschaften zeichnen sich durch eine stetige Beschleunigung ihrer Arbeitsprozesse aus. Dies führt zu einem zunehmenden Handlungsdruck und kontinuierlichen Anpassungsanforderungen für die Menschen. Der Soziologe Hartmut Rosa verwendet zur Definition der modernen Gesellschaft den Begriff der «dynamischen Stabilisierung» und beschreibt dies folgendermassen: «[...] eine Gesellschaft [ist] dann modern [...], wenn sie sich nur (noch) dynamisch zu stabilisieren vermag, wenn sie also systematisch auf Wachstum, Innovationsverdichtung und Beschleunigung angewiesen ist, um ihre Struktur zu erhalten und zu reproduzieren.»<sup>10</sup> Wie bereits im vorangegangenen Kapitel dargestellt, bedeutet diese beschleunigte Dynamik eine Herausforderung für nachhaltiges Handeln und damit auch für nachhaltige Designprozesse. Das heisst, dass Produkte und Designleistungen, die unter Zeit-, Kosten- und Innovationsdruck entwickelt werden, Nachhaltigkeitsaspekte tendenziell vernachlässigen. So wird beispielsweise die Überzeugung, sich für den Klimaschutz einzusetzen, häufig dem hohen Handlungsdruck geopfert. Auf individueller und gesellschaftlicher Ebene führen diese Beschleunigungsdynamiken zu einem Gefühl der Entfremdung, zu einer Dissonanz zwischen den vertretenen Werten und davon abweichendem Handeln.

Wissen allein reicht also nicht aus, um angesichts der drängenden Umweltkrisen entsprechendes Handeln zu initiieren. Wie aber kann diese gesellschaftliche Problematik gerade im Hinblick auf Nachhaltigkeitsprozesse angegangen werden? Statt einfache Lösungen oder Handlungsanweisungen anzubieten, formuliert Hartmut Rosa mit seinem Konzept der «Resonanz» eine neue Form des Weltbezugs, die Selbstwirksamkeit und Verbundenheit in den Mittelpunkt gesellschaftlichen Handelns stellt. Dies bedeutet, «dass Subjekte sich zutrauen, Herausforderungen zu meistern, kontrolliert auf die Umwelt Einfluss zu nehmen und damit planvoll etwas bewirken zu können.»<sup>11</sup>

Mit dem aus der Physik entlehnten Begriff der Resonanz (lateinisch *resonare* – «widerhallen»), dem «Mitschwingen eines Systems», meint Rosa eine (Welt-)Beziehung zwischen Menschen, in der sich alle gegenseitig beeinflussen und ihre eigenen Gedanken und Gefühle, aber auch ihre Bezüge zu Dingen und Tätigkeiten einfließen lassen. «Resonanz ist eine durch Affizierung und Emotion, intrinsisches Interesse und Selbstwirksamkeitserwartung gebildete Form der Weltbeziehung, in

der sich Subjekt und Welt gegenseitig berühren und zugleich transformieren.»<sup>12</sup> Es entsteht eine spezifische Haltung, mit der sich das Individuum bewusst auf seine Mitmenschen, die Dinge, die Natur oder Arbeitsprozesse einlässt und damit in eine aktive Wechselbeziehung tritt. Die Art und Weise, wie die Welt erfahren und angeeignet wird, ist demnach entscheidend, um eine gelingende Weltbeziehung herstellen zu können und damit das Gefühl der Selbstentfremdung zu reduzieren sowie die kognitive Dissonanz aufzulösen.<sup>13</sup> Umgekehrt sind menschliche Beziehungen durch das Bedürfnis nach Resonanz geprägt und stellen eine existentielle Voraussetzung für ein gelingendes Leben dar.<sup>14</sup> Diese Form des «In-der-Welt-Seins» erfordert eine Zeitgestaltung die sich der linearen, produktivitäts- und gewinnorientierten Zeitlogik entzieht. Im Zustand der Resonanz steht das moderne Individuum jedoch vor dem Problem der «Desynchronisation»: Die Frequenz der natürlichen Interaktionsfähigkeit des Menschen ist langsamer als die seiner beschleunigten Umwelt, die mit hoher Kadenz auf ihn einwirkt. Das Einlassen auf die umgebenden Menschen und Dinge, das Hören und Wahrnehmen, kann jedoch nicht beschleunigt werden. Für Rosa ist aber nicht die Entschleunigung die Lösung, sondern eine veränderte Weltbeziehung, die sich durch Resonanz auszeichnet. Zentral ist dabei der Gedanke, dass die Qualität des menschlichen Lebens nicht einfach an der Anzahl der Möglichkeiten und Ressourcen gemessen werden kann, sondern an der Qualität der Weltbeziehung, die das Leben prägt.<sup>15</sup> Eine resonante Haltung unterbricht daher bewusst den Handlungsdruck, um gewohnte und festgefahrene Muster aufzulösen, damit statt Routine und Kontrolle ein Einlassen auf das Gegenüber, seien es Menschen, Natur oder Dinge, möglich wird. Ein Beispiel: «Ein Meeting, in das ich mit einer festen Agenda hinein gehe und indem ich alle meine Ziele umsetzen kann, ist nicht unbedingt eine Resonanzerfahrung. Ein Meeting, in das ich meine Vorstellung einbringen kann, die meine Kolleginnen und Kollegen dann aufgreifen, bei dem sich dann aber auch Diskussion und Vorschläge ergeben, die etwas in mir auslösen, mit dem ich nicht gerechnet habe und das nicht <programmierbar> war, stellt viel eher ein Beispiel für eine Resonanzerfahrung dar.»<sup>16</sup>

Wie aber ein resonanter Weltbezug persönlich gelingen kann, ist eine individuelle Frage, für die es naturgemäß weder eine Formel noch ein eindeutiges Erfolgsrezept gibt. Es existieren jedoch zahlreiche Strategien, die in der Arbeitswelt eingeführt wurden, um dem Problem von Dissonanz und Überlastung zu begegnen. Dazu gehören geeignete Kommunikationsmethoden wie zum Beispiel das Konzept der Gewaltfreien Kommunikation (GFK)<sup>17</sup>, Achtsamkeitstrainings wie das MBSR-Programm (Mindfulness Based Stress Reduction)<sup>18</sup> und Meditationsformen aus der buddhistischen Praxis<sup>19</sup> oder dem Yoga<sup>20</sup>.

Die Kultivierung von Achtsamkeit ist als leicht anwendbare Methode nicht nur ein wirksames Mittel zur Stressbewältigung, sondern vertieft nachweislich Ruhe und Entspannung und stärkt das Selbstvertrauen. Bei der Anwendung solcher Konzepte in der Arbeitswelt ist jedoch Vorsicht geboten, damit die Methode nicht instrumentalisiert und dadurch selbst Opfer ihres eigenen Erfolges wird – etwa wenn statt bewusster Wahrnehmung oder resonanter Beziehungen vor allem Selbstoptimierung und Stressresistenz in einem kompetitiven Umfeld im Fokus stehen, wodurch die Persönlichkeitsarbeit ihrerseits zur Beschleunigung beiträgt.<sup>21</sup> Grundsätzlich kann aber davon ausgegangen werden, dass persönliche Motivation<sup>78,14</sup> und ein Arbeitsumfeld, das dem Thema Nachhaltigkeit Relevanz, Raum und Zeit einräumt, zum Gelingen nachhaltiger Designprozesse beitragen.

## Unternehmenskultur

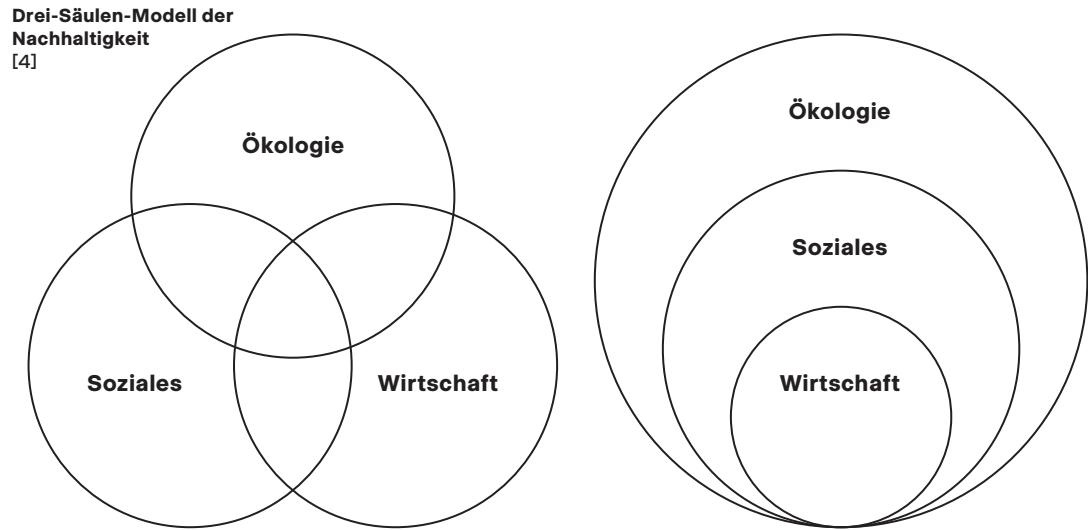
### Nachhaltige Unternehmensführung

Eine Unternehmenskultur formt sich durch die Werte, Normen, Entscheidungen und Handlungsweisen, die das Unternehmen als Organisation vertritt. Sie umfasst alle Verantwortungsebenen, vom Management über die Mitarbeitenden bis hin zu externen beteiligten Personengruppen. Dabei ist eine nachhaltige Unternehmensführung Teil der Unternehmenskultur. Sie verfolgt die Integration sozialer und ökologischer Belange in das unternehmerische Handeln, sowohl nach innen als auch nach aussen. Der Begriff der nachhaltigen Unternehmensführung umfasst also eine ganzheitliche unternehmerische Tätigkeit unter Berücksichtigung nachhaltiger Aspekte im und durch das Unternehmen. Gebräuchliche Bezeichnungen dafür sind auch «Corporate Sustainability», «Responsible Business Conduct» oder «Corporate Responsibility». Die Corporate Social Responsibility (CSR)<sup>78,46</sup> bildet dabei einen Teilbereich der nachhaltigen Unternehmensführung mit Fokus auf sozialen Aspekten.

Nachhaltige Unternehmensführung gilt mittlerweile als wichtiger Bestandteil der Unternehmensstrategie. Handelt ein Unternehmen nicht nachhaltig, kann dies zu erheblichen Reputationsschäden führen.<sup>22</sup> Unternehmerische Nachhaltigkeit umfasst im gängigen Verständnis die Berücksichtigung und Ausgewogenheit ökonomischer, ökologischer und sozialer Aspekte. Dieses Verständnis wird häufig als Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit oder Triple-Bottom-Line-Ansatz bezeichnet. Das 1994 von John Elkington eingeführte Konzept geht von der Vorstellung aus, dass sich diese drei Aspekte gegenseitig bedingen und in Wechselwirkung treten, damit eine nachhaltige Entwicklung in Unternehmen und Institutionen langfristig tragfähig ist.<sup>23</sup> Ökonomische Nachhaltigkeit bedeutet für ein Unternehmen wirtschaftlicher Erfolg, während ökologische Nachhaltigkeit den ökologischen Fussabdruck eines Unternehmens

beschreibt und soziale Nachhaltigkeit das Wohlergehen der Mitarbeitenden im Fokus hat. Die drei Dimensionen werden als gleichwertig angesehen und können gegeneinander abgewogen und situativ priorisiert werden.

Anders verhält es sich mit dem Konzept des «Vorrangmodells». Hier setzt die ökologische Dimension die Grenzen des Handelns, da eine intakte Umwelt als Grundvoraussetzung für soziale und wirtschaftliche Stabilität angesehen wird. Die beiden unterschiedlichen Ansätze werden auch als «schwache» und «starke» Nachhaltigkeit bezeichnet.<sup>24</sup>



Ökonomie, Ökologie und Soziales lassen sich in die üblichen Handlungsfelder einer unternehmerischen Tätigkeit gliedern: Werte, Management, Beschaffung, Produktion, Marketing und Personal. Jedes dieser Handlungsfelder hat das Potenzial, die Nachhaltigkeit eines Unternehmens oder einer Institution in allen drei Aspekten zu stärken, wobei die Schwerpunkte je nach Tätigkeitsfeld unterschiedlich gesetzt werden. So muss ein produzierendes Unternehmen den Handlungsfeldern «Beschaffung» oder «Produktion» mehr Aufmerksamkeit widmen als beispielsweise ein reines Dienstleistungsunternehmen. Unabhängig von der Branche stehen jedoch die Handlungsfelder «Werte» und «Management» im Vordergrund, wobei Führungskräfte die Vorbildfunktion eines glaubwürdig und authentisch nachhaltig agierenden Unternehmens wahrnehmen.

Entlang der genannten Handlungsfelder kann ein Unternehmen oder eine Institution die Massnahmen und Zielsetzungen zur Umsetzung einer nachhaltigen Unternehmensführung definieren. Hierbei sollte geklärt werden, zu welchem Zweck ein Unternehmen eine nachhaltige Unternehmensführung anstrebt, wie es diese in die Prozesse implementieren will und anhand welcher Kriterien es sie messen möchte.

Das Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit thematisiert die Wechselwirkungen zwischen ökologischen, sozialen und ökonomischen Faktoren, die als gleichberechtigt angesehen werden. (Abb. links)

Beim Vorrangmodell (Abb. rechts) hingegen werden die Bereiche Ökologie, Gesellschaft und Wirtschaft in ihrer hierarchischen Abhängigkeit zueinander betrachtet und Umweltaspekte dementsprechend höher gewichtet.

Unabhängig von der Grösse eines Unternehmens oder einer Institution sollte das Erreichen der gesteckten Ziele in regelmässigen Abständen überprüft werden. Mittlere und grössere Unternehmen verfügen daher in der Regel über ein Nachhaltigkeitscontrolling<sup>25</sup>. Eigens für die Kontrolle verantwortliche Personen überprüfen anhand definierter Kennzahlen die Erfüllung der Zielvorgaben und halten die Ergebnisse in regelmässigen Abständen beispielsweise in Form eines Nachhaltigkeitsberichts<sup>26</sup> fest. Aber auch kleinere Unternehmen haben die Möglichkeit, ohne aufwändige Strukturen ihre Ziele einer nachhaltigen Unternehmensführung zu etablieren und kontrollieren. So stellen regelmässige Teamgespräche, projektbezogene Nachbesprechungen (Debriefings) oder Rückfragen bei Kund:innen bereits eine wertvolle Form des Controllings dar.

### Der Arbeitsort als Ausgangspunkt

Unabhängig davon, welche Produkte oder Projekte ein Unternehmen entwickelt, sagt die praktizierte Unternehmenskultur einiges über das Verständnis von ökologischer oder sozialer Nachhaltigkeit aus. Die strukturellen und organisatorischen Rahmenbedingungen, die sich ein Unternehmen schafft, sind für Aussenstehende oft direkt wahrnehmbar und zeigen, wie intensiv es sich mit der Umsetzung ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit auseinandersetzt. Nachfolgend sind mögliche Fragen und Anhaltspunkte aufgeführt, anhand derer ein Unternehmen oder eine Institution Wertvorstellungen reflektieren kann:

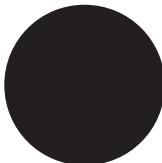
**Soziales Engagement** Inwiefern engagiert sich das Unternehmen für soziale oder ökologische Belange? Zu möglichen Engagements zählen dabei Schulungen und Weiterbildungen für die Mitarbeitenden oder die Förderung von Auszubildenden. Auch Teilzeitstellen oder flexible Arbeitszeiten sind ein Indikator dafür, inwieweit ein Unternehmen individuelle Bedürfnisse hinsichtlich einer ausgewogenen Work-Life-Balance ernst nimmt und damit sozial handelt. Soziales Engagement drückt sich ebenso über die Infrastruktur an der Arbeitsstelle aus, die der Inklusion<sup>27</sup> einzelner Mitarbeitenden mit besonderen Bedürfnissen gerecht werden kann. Auf finanzieller Ebene ist ein soziales Engagement beispielsweise durch die Beteiligung der Mitarbeitenden am Unternehmensgewinn möglich. Auch ein Engagement in Form von Spenden spiegelt die Haltung des Unternehmens wider. Darüber hinaus zeigen gezielte CSR-Aktivitäten (Corporate Social Responsibility)<sup>28</sup>, inwieweit ein Unternehmen bereit ist, freiwillig Verantwortung für Mitarbeitende, die Gesellschaft und die Umwelt zu übernehmen.

**Geldanlage** An welche Finanzinstitute wendet sich das Unternehmen und inwieweit erfüllen die ausgewählten Finanzinstitute nachhaltige Werte? Mit der Geldanlage bei einem Finanzinstitut ist ein Unternehmen auch in dessen Geschäftspraktiken involviert und damit mitverantwortlich für die Verwendung der Gelder. Finanzinstitute können in der Regel genau aufzeigen, in welche Fonds sie ihr Geld investieren. Die Wahl der Finanzinstitute sowie der Vorsorgeeinrichtungen, die den Mitarbeitenden zur Verfügung stehen, kann nach den Werten und Vorstellungen des Unternehmens hinsichtlich ökologischer und sozialer Kriterien getroffen werden.

**Energiequellen** Welche Energiequellen<sup>173</sup> nutzt das Unternehmen zur Aufrechterhaltung der Infrastruktur? Während die Eigentumsverhältnisse von Gebäuden oder Infrastruktur häufig die Energiequellen und die Energieeffizienz für Heizung und Kühlung bestimmen, ist bei Mietverhältnissen in der Regel die Wahl der Stromversorgung und damit des Stroms aus endlichen oder erneuerbaren Energiequellen frei. Damit hat jedes Unternehmen die Möglichkeit, seine Nachhaltigkeitsprinzipien auch auf dieser Ebene umzusetzen. Ebenfalls dazu gehört die Wahl der Energieträger, die für die Mobilität beansprucht werden. Dies betrifft beispielsweise den Arbeitsweg, Dienstreisen, Warentransporte und Lieferdienste, die das Unternehmen in Anspruch nimmt. Gerade im Bereich der Mobilität lassen sich Suffizienzüberlegungen<sup>174</sup> leicht umsetzen, da oft auf die eine oder andere Dienstreise verzichtet werden kann. Auch eine intelligente und effiziente<sup>175</sup> Koordination von Warentransporten kann sich energiesparend auswirken. Nicht zu unterschätzen ist zudem der «unsichtbare» Energieaufwand (graue Energie<sup>176</sup>), der beispielsweise für den Betrieb der digitalen Infrastruktur notwendig ist.<sup>25</sup>

**Stoffströme** Erfüllen die im Unternehmen verwendeten Güter und Verbrauchsmaterialien die gewünschten ökologischen oder sozialen Kriterien? Die Nachhaltigkeit der Betriebsinfrastruktur in Bezug auf ökologische Aspekte berücksichtigt zum Beispiel die Kreislauffähigkeit<sup>177</sup> der eingesetzten Produkte sowie deren Wartung<sup>178</sup> und Instandhaltung als Grundlage für eine langlebige<sup>179</sup> Infrastruktur. Darüber hinaus sollten auch die im Unternehmen verwendeten Verbrauchsmaterialien nachhaltigen Kriterien entsprechen, das heisst sparsam eingesetzt werden, aus nachhaltigen Quellen stammen und frei von problematischen Stoffen sein. Oder indem die im Unternehmen angebotenen Lebensmittel biologisch, regional, saisonal und aus fairem Handel sind.

Auch ein Wertstofftrennungssystem ist unerlässlich, wenn Reststoffe getrennt und in technische oder biologische Kreisläufe zurückgeführt werden sollen. Solche internen Massnahmen strahlen auf die Mitarbeitenden, aber auch auf die Besucher:innen eines Unternehmens aus und werden als Teil der nachhaltigen Unternehmenskultur wahrgenommen.



### Hinterfragen mit FUNKE

Wissen über nachhaltige und soziale Themen bedeutet noch nicht automatisch, dass diese im Arbeitsprozess Anwendung finden. Oft verhindern Gewohnheiten oder Zeitdruck eine Umsetzung des Wissens im Alltag. Die Implementierung nachhaltiger Massnahmen verlangt daher entsprechend Zeit und oft auch die Anpassung bestehender Arbeitsstrukturen. Im Arbeitsalltag erfordert der Gestaltungsprozess jedoch oft schnelle Entscheidungen auf anstehende und drängende Fragen.

Als praxisnahe Arbeitshilfe für den nachhaltigen Designprozess haben die Autoren der vorliegenden Publikation das Akronym (Merkwort) FUNKE entwickelt. Mit gezielten, systematischen Fragen kann dieses Tool eine einfache Einschätzung der Nachhaltigkeit geben und entsprechend schnell eine erste Diagnose bei Material- oder Konstruktionsentscheidungen, aber auch bei der Auswahl von Produkten liefern. FUNKE steht hierbei für die folgenden Fragen:

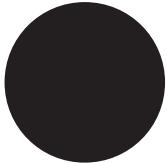
- 
- F** Fair produziert? → Soziale Auswirkungen
  - U** Unbedenkliche Stoffe? → Gesundheit und Materialemission
  - N** Notwendigkeit hinterfragt? → Suffizienz
  - K** Kreisläufe geschlossen? → Kreislaufwirtschaft
  - E** Effizienter Ressourceneinsatz? → Verhältnismässigkeit
- 

Der Buchstabe «F» stellt die Frage nach der sozialen Nachhaltigkeit und inwieweit zum Beispiel Anforderungen und Erwartungen an faire Arbeitsbedingungen<sup>180</sup> berücksichtigt werden. Mit dem Buchstaben «U» werden mögliche Umweltauswirkungen und Stoffemissionen<sup>181</sup> der eingesetzten Materialien hinterfragt und untersucht. Ziel ist es, möglichst unbedenkliche Stoffe zu verwenden. Der Buchstabe «N» stellt die Suffizienzfrage<sup>174</sup> und inwieweit eine Beschaffung überhaupt notwendig ist. Die grössten Einsparungen an Material- und Energieressourcen lassen sich durch Verzicht erzielen. Der Buchstabe «K» thematisiert die Kreislauffähigkeit<sup>177</sup> der eingesetzten Materialien, Stoffe und Konstruktionen, während der Buchstabe «E» den Fokus auf einen effizienten<sup>175</sup> und verhältnismässigen Einsatz von Energie und Rohstoffen legt.

Die Antworten auf diese fünf Fragen können als erste grobe Diagnose und Indikator für den Grad der Nachhaltigkeit dienen, wenn auch nicht immer alle Aspekte gleichermassen zu beantworten sind. Entspricht die Material-, Konstruktions- oder Produktwahl weitgehend den FUNKE-Kriterien, kann in der vertieften Bearbeitung von einer nachhaltigen Produktwahl ausgängen werden. Auch mögliche Hotspots im Zusammenhang mit Nachhaltigkeitsfaktoren können mit einer ersten Diagnose identifiziert werden.

Eine sichtbare Präsenz von FUNKE hilft, diese Checkliste für Nachhaltigkeit im Arbeitsprozess, im Projektteam oder im Unternehmen zu etablieren. Zum Beispiel kann eine Notiz am persönlichen Arbeitsplatz oder der Bildschirmschoner auf diese Fragen hinweisen. Wenn jene zur Routine im Arbeitsprozess werden, steigt die Chance, dass im entscheidenden Moment des Entwurfs, bei der Material- oder Produktauswahl Grundsatzentscheidungen für ein nachhaltiges Produkt getroffen werden.

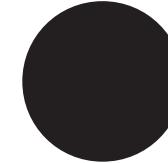
### **Wissen fördern**

 Die Bezeichnung der Mitarbeitenden als «Human Resources» mag auf den ersten Blick irritieren. Menschen sind aber im wahrsten Sinne des Wortes die wichtigste Ressource eines Unternehmens, von der der Unternehmenserfolg massgeblich abhängt. Das Wissen, die Erfahrung, die Kreativität und die Schaffenskraft der Mitarbeitenden, die in ein Unternehmen einfließen, haben einen hohen Stellenwert. Ein Unternehmen sollte sich deshalb nicht nur auf die vorhandenen Kompetenzen beschränken, sondern hat auch die Aufgabe, seine Mitarbeitenden weiter zu fördern und Entwicklungen zuzulassen. Ein geeignetes Mittel ist die Aus- und Weiterbildung, in deren Rahmen auch umweltrelevante Inhalte vermittelt und in der Unternehmenskultur verankert werden können. Durch gezielte Bildungsangebote werden die Mitarbeitenden befähigt und dabei unterstützt, das Gelernte im Unternehmen umzusetzen. Darüber hinaus stellen die persönlichen Interessen und individuellen Fertigkeiten der Mitarbeitenden wertvolles Know-how im Unternehmen dar, das eingebunden und weitergegeben werden kann. Dies kann beispielsweise durch interne Vorträge oder Workshops erfolgen, in denen Wissen und Erfahrungen ausgetauscht werden. Neben der persönlichen Wissensvermittlung ermöglicht auch der Zugang zu geeignetem Lesematerial die Aneignung relevanter Inhalte. So können beispielsweise eine hauseigene Bibliothek oder analoge und digitale Abonnements von Zeitschriften zur Verfügung gestellt werden. Auf diese Weise können ökologische und soziale Themen in die unternehmerische Wissenskultur

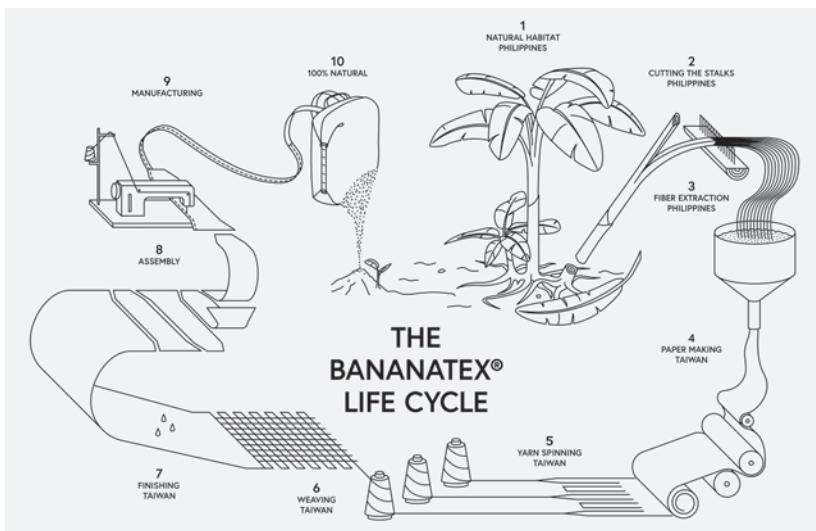
einfließen, um nicht an Aktualität zu verlieren. Ebenso kann der Besuch von Messen oder Ausstellungen als betriebliche Aktivität gepflegt werden, die neben der fachlichen Wissensaneignung die Teambildung unter den Mitarbeitenden stärkt.

Eine strukturiertere Herangehensweise an die Vermittlung von Umweltwissen bietet auch die Orientierung an bestimmten Standards. Als Grundlage können etwa die Sustainable Development Goals (SDGs<sup>↗S.55</sup>) oder die GRI-Standards (Global Reporting Initiative)<sup>↗S.49</sup> dienen. Letztere, die beispielsweise zur Erstellung von Umweltberichten<sup>↗S.44</sup> verwendet werden, bieten anhand klar definierter Indikatoren eine Struktur und Anhaltspunkte in Bezug auf soziale und ökologische Aspekte der Nachhaltigkeit. Solche Standards vermitteln einerseits Wissen und erleichtern andererseits die Lösungsforschung in Nachhaltigkeitsfragen. Eine verantwortungsvolle Unternehmensführung (CSR<sup>↗S.47</sup>) kann die Attraktivität eines Unternehmens steigern und je nach Unternehmensgrösse auch die Bereitschaft zur Aufnahme von Auszubildenden oder die Inklusion<sup>↗S.61</sup> von Menschen mit besonderen Bedürfnissen umfassen.

### **Untersuchung kultivieren**

 In Projekten mit straffen Zeitplänen bleibt oft wenig Raum für Recherchen und tiefergehende Untersuchungen. Gerade dieser Rahmen ist aber entscheidend für die Integration von ökologischen und sozialen Themen. Nur wenn solche Untersuchungen fest in der Entwurfskultur von Gestalter:innen oder einem Unternehmen verankert sind, können wertvolle Erkenntnisse in laufende oder zukünftige Projekte einfließen. Im Idealfall widmet sich eine delegierte Person oder Gruppe den Nachhaltigkeitsthemen, die bisher im Unternehmen nicht ausreichend berücksichtigt wurden. Dabei kann auch die Entwicklung selbstinitiiierter Projekt- oder Produktideen ohne konkreten Auftragshintergrund ein Übungsfeld und eine inspirierende Form der Auseinandersetzung sein. Ebenso kann die Erprobung neuer Entwurfsmethoden bereichernd sein, die sich gut in konkrete Projekte integrieren lässt. Beispielsweise indem Prinzipien der Kreislaufwirtschaft<sup>↗S.86</sup>, wie die Wiederverwendung (Re-Use)<sup>↗S.97</sup> nicht mehr benötigter Restmaterialien, in neue Produktentwürfe einbezogen werden. Neue Entwurfsmethoden erfordern in der Regel mehr Planungszeit, weshalb grössere Projektbearbeitungskapazitäten eingeplant und bewusst berücksichtigt werden sollten.

Eine weitere Möglichkeit der Auseinandersetzung ist die Suche nach Kooperationen, denn der Kontakt zu Unternehmen, die Nachhaltigkeitsziele verfolgen, ermöglicht einen Perspektivenwechsel und fördert den Wissensaustausch.



[5–8] Bananatex® wurde von der Schweizer Taschenmarke QWSTION in Zusammenarbeit mit einem Gärnpezialisten und einem Webpartner entwickelt. Nach drei Jahren intensiver Forschung und Entwicklung mit den Fasern der regenerativ kultivierten Abacá-Bananenpflanze konnte das Team ein haltbares, biologisch abbaubares und plastikfreies Gewebe auf den Markt bringen.

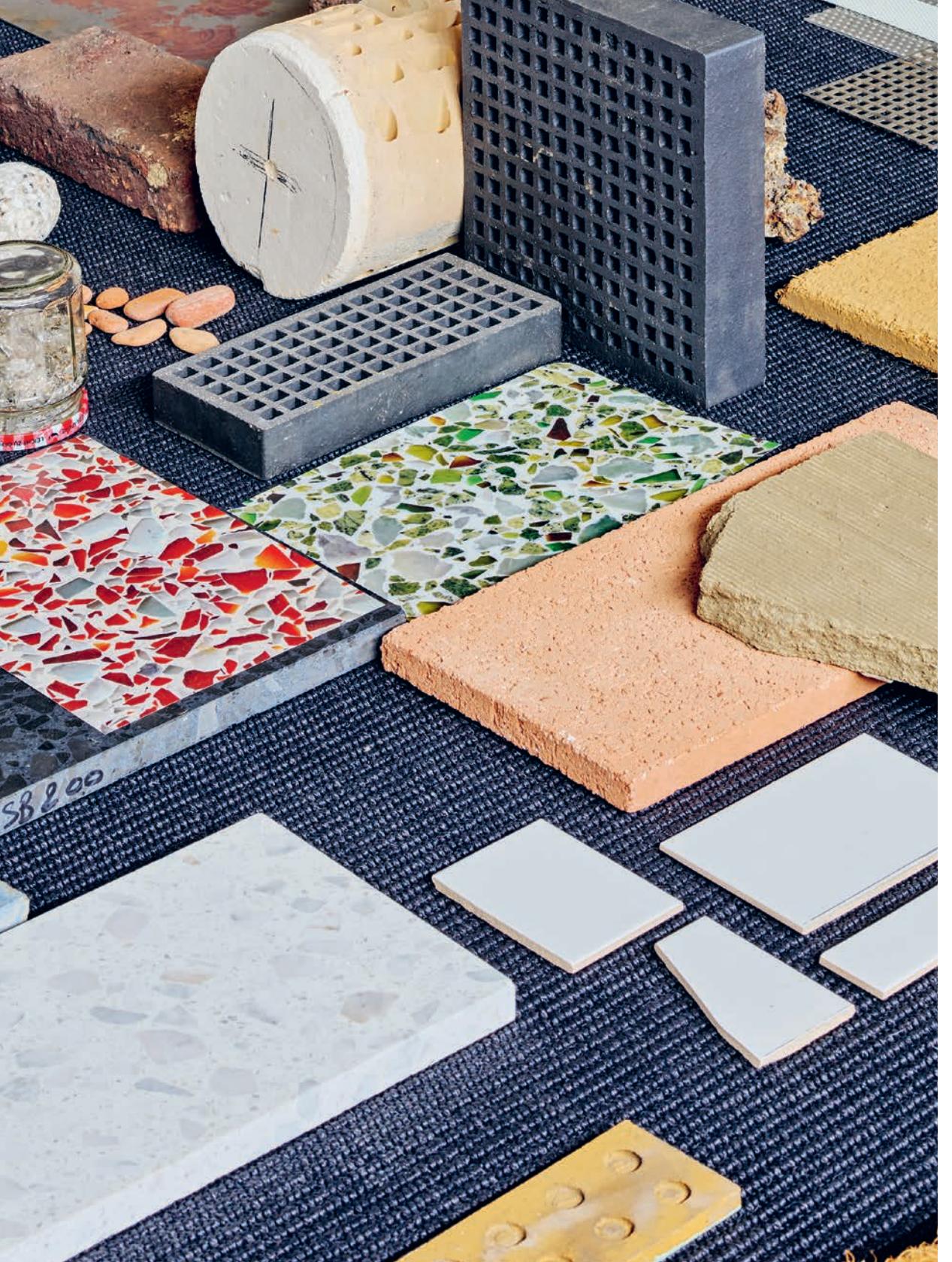
Dies kann beispielsweise die Erschliessung neuer Fertigungsverfahren, Materialien oder Konstruktionen<sup>7S.130</sup> umfassen, sodass wenig genutzte alternative Rohstoffe<sup>7S.114</sup> auf ihre industrielle Anwendbarkeit getestet werden und zum Einsatz neuer Materialkombinationen führen, die problematische Stoffe ersetzen und so in bestehende Produktionsprozesse eingebunden werden können. Solche Kooperationen haben den zusätzlichen Vorteil, dass neben den gewonnenen Erkenntnissen auch das Beziehungsnetz für die künftige Arbeit erweitert werden kann, denn Unternehmer:innen, welche dieselben Interessen und Werte teilen, bilden eine wichtige Wissensressource. Darüber hinaus erhöht die Kultivierung des Austauschs mit anderen Partner:innen entlang einer Wertschöpfungskette<sup>7S.126</sup> die Chancen, dass innovative Ansätze auch tatsächlich den Weg in die Umsetzung finden.

Forschung stellt eine vertiefte Form der Untersuchung dar, die systematisch und strukturiert darauf abzielt, neue Erkenntnisse zu einem bestimmten Thema oder Gegenstand zu gewinnen. An Hochschulen und Universitäten existieren zahlreiche Forschungsprogramme und -projekte, die auch Kooperationsmöglichkeiten für Unternehmen bieten oder als wertvolle Informations- und Inspirationsquellen dienen können. Forschungsprojekte an Bildungseinrichtungen bauen auf etablierten Forschungsstrukturen auf und nutzen den aktuellen Wissensstand; sie profitieren zudem von der finanziellen Unterstützung durch öffentliche Träger oder die Privatwirtschaft, was zu erweiterten Möglichkeiten und einer breiteren Akzeptanz führt. Forschungsprojekte an Bildungsinstitutionen sind Ausgangspunkt für viele innovative Geschäftsideen und Start-ups.

### Materialsammlung nachhaltig strukturieren

Viele Designbüros und Unternehmen der Kreativwirtschaft verfügen über Materialsammlungen oder Musterkataloge in analoger oder digitaler Form. Diese Sammlungen können in verschiedenen Projektphasen als Fundus, Inspirationsquelle oder als wichtiges Kommunikationsmittel mit Projektpartner:innen dienen. Mithilfe von Handmustern lassen sich Haptik, Konsistenz und Farbigkeit von Materialien erfahrbar machen. Sie können beispielsweise als Moodboard miteinander kombiniert und arrangiert werden. Die Materialwahl ist ein entscheidender Faktor im Zusammenhang mit Nachhaltigkeitskriterien.

Eine detaillierte Materialdeklaration der Materialmuster sollte daher über sämtliche Eigenschaften eines Materials informieren, damit auch nachhaltige Aspekte in einem Projektentwicklungsprozess berücksichtigt werden können. Dabei geht es nicht darum, einzelne Materialien auszuschliessen,



sondern Informationen über Nachhaltigkeitskriterien verfügbar und sichtbar zu machen. Folgende Anhaltspunkte können hilfreich sein:

**Struktur** Es ist wichtig, dass die Materialien einheitlich und klar verständlich strukturiert und geordnet sind. Materialien und Handmuster können zum Beispiel nach Herkunft, Zusammensetzung, Verarbeitung oder Eigenschaften kategorisiert werden. Eine Einteilung in Primärrohstoffe<sup>↗S.110</sup> wäre eine Kategorisierung als natürliche, fossile, mineralische und metallische Stoffe. Eine weitere Möglichkeit ist die Gliederung nach dem Grad der Verarbeitung in Rohstoffe, Werkstoffe, Materialien, Halzeuge, Bauteile (Komponenten) und Endprodukte.<sup>↗S.123</sup>

**Kriterien** Die Materialsammlung sollte für alle Muster den festgelegten Nachhaltigkeitskriterien unterliegen. Dabei sind genau die Kriterien zu wählen, die im Kontext der unternehmerischen Tätigkeit relevant sind. Dazu gehören beispielsweise die Kreisläufigkeit<sup>↗S.86</sup>, das Recyclingpotenzial<sup>↗S.225</sup>, der Schadstoffgehalt<sup>↗S.179</sup> oder die Energieintensität bei der Herstellung und Aufbereitung eines Materials.

**Deklaration** Die Deklaration der Materialien in der Materialsammlung kann physisch oder digital erfolgen. Die Informationen sollten niederschwellig sowie direkt zugänglich sein und die gewählten Kriterien leicht verständlich wiedergeben. Eine physisch sichtbare Beschriftung kann zum Beispiel an einer zentralen Stelle oder einzeln an jedem Material angebracht werden. Ein Inhaltsverzeichnis oder Index erleichtert die Lesbarkeit. Es ist empfehlenswert, die Beschriftung auch entsprechend digital abzulegen, damit die Inhalte kopiert, weitergegeben und den beteiligten Projektpartner:innen zur Verfügung gestellt werden können.

**Datenbank** Die Deklaration physisch verfügbarer Materialien kann durch eine digitale Datenbank ergänzt werden. Viele Hersteller:innen bieten eine materialspezifische Umweltproduktdeklaration<sup>↗S.158</sup>, sogenannte EPDs (Environmental Product Declaration), ihrer Produkte an. Solche Deklarationen geben Auskunft über einzelne Materialien und deren Inhaltsstoffe, indem sie die Nachhaltigkeitsauswirkungen anhand von Ökobilanzen<sup>↗S.159</sup> aufzeigen und nützliche Hinweise auf mögliche Schadstoffe geben.

**Information** Alle Mitarbeitenden eines Unternehmens, die ein Materialarchiv nutzen, sollten darüber informiert und in die Benutzung eingewiesen sein. Nur wenn alle Beteiligten die gewählten Kriterien kennen und verstehen, können diese auch tatsächlich angewendet werden.

[9] Für viele Unternehmen der Kreativwirtschaft sind Materialsammlungen und Musterkataloge eine wichtige Grundlage. Sie dienen nicht nur als Inspirationsquelle, sondern auch als Kommunikationsmittel im Austausch mit Projektpartner:innen. Mithilfe von Handmustern lassen sich beispielsweise Moodboards erstellen, die die Haptik, Konsistenz und Farbigkeit von Materialien erfahrbar machen. Zudem können Materialmuster mit Informationen über Nachhaltigkeitskriterien versehen werden, wodurch diese sichtbar werden.

Welche Nachhaltigkeitsaspekte und -kriterien für das jeweilige Projekt relevant sind, muss im Einzelfall geklärt, diskutiert und abgewogen werden. Solche Diskussionen bieten allen Beteiligten wichtige Anhaltspunkte, um eine gemeinsame Haltung zu entwickeln und nachhaltige Entscheidungen zu treffen.

#### Nachhaltigkeitsmassnahmen steuern

Der Begriff Controlling beschreibt die Massnahme zur Bewertung, Überprüfung und Steuerung gewählter oder auferlegter Anforderungen. Dementsprechend ist das Nachhaltigkeitscontrolling oder «Green Controlling» ein wesentliches Instrument zur systematischen Quantifizierung und Beurteilung der geplanten oder umgesetzten Nachhaltigkeitsbemühungen. Unternehmen können damit evaluieren, inwieweit die angestrebten ökologischen, sozialen und ökonomischen Nachhaltigkeitsanforderungen bei der Projekt- und Produktentwicklung tatsächlich erreicht und umgesetzt wurden. Darüber hinaus können sie erkennen, welche Massnahmen notwendig sind, um die Ziele zu erreichen. Dies kann die Überprüfung über alle Projektphasen beinhalten, vom Grobkonzept über den Entwurf bis hin zur Produktion und allenfalls der Nutzung des Produkts.

Die Tatsache, dass ein Unternehmen Nachhaltigkeitsmassnahmen nach überprüfbarer Regeln durchführt, ist ein wichtiges Indiz für die Ernsthaftigkeit der Massnahmen und die Glaubwürdigkeit des Unternehmens. Zudem reicht es oft nicht aus, Nachhaltigkeitsleistungen lediglich zu benennen, ohne sie von unabhängigen Stellen überprüfen zu lassen. Die Quantifizierung von Nachhaltigkeitsmassnahmen kann auch seitens der Auftraggebenden gefordert werden oder der Nachweis einer Nachhaltigkeitsbemühung muss aufgrund rechtlicher Vorgaben<sup>214</sup> zwingend erbracht werden. Solche Anforderungen werden beispielsweise in Form von CO<sub>2</sub>-Reduktionszielen oder als Obergrenze des maximalen Energieverbrauchs etwa bei der Planung mit energiepolitischen Modellen wie der 2000-Watt-Gesellschaft<sup>26</sup> geltend gemacht. Nachhaltigkeitsziele können selten auf Anhieb erreicht werden, weshalb die Erkenntnisse aus dem Nachhaltigkeitscontrolling insbesondere der Verbesserung und Optimierung der angestrebten Leistung dienen. Sie sind damit Wegweiser auf dem Weg zur Zielerreichung. Mittlere und grössere Unternehmen verfügen in der Regel über etablierte Kontrollmechanismen. So können sie beispielsweise die Einhaltung ihrer Nachhaltigkeitskriterien mithilfe von Normen und Standardisierungen<sup>250</sup> nachweisen. Oder sie überprüfen und quantifizieren ihre Leistungen mit sogenannten SBSCs (Sustainability Balanced Scorecards).<sup>27</sup> Eine mögliche Orientierung

bieten auch die GRI-Standards (Global Reporting Initiative) oder die CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive), welche die Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen regeln.<sup>28</sup> Aber auch kleinere Unternehmen oder Einzelunternehmen ohne konkrete Standards haben die Möglichkeit, ihre Nachhaltigkeitsmassnahmen zu steuern und in ihre Prozesse zu integrieren. Damit dies möglich ist, sollten folgende Voraussetzungen geklärt sein:

**Definition der Nachhaltigkeitsziele** Unternehmen haben über alle Projektphasen hinweg verschiedene Möglichkeiten, Nachhaltigkeitsziele in die Projektentwicklung zu integrieren. Die Nachhaltigkeitsziele, die ein Unternehmen bei der Entwicklung von Produkten oder Projekten verfolgt, sind klar zu definieren, da sie sonst nicht überprüfbar sind. Dazu müssen die Indikatoren festgelegt werden, die ausgewiesen werden sollen. Mögliche Einzelindikatoren sind der Rohstoff- oder Energieverbrauch<sup>218</sup>, die Freisetzung von Schadstoffen<sup>219</sup>, die Wassernutzung und viele mehr. Der Fokus kann beispielsweise auf der Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Fussabdrucks durch die Verwendung von Materialien mit niedriger CO<sub>2</sub>-Bilanz liegen. Ziel kann es ebenso sein, Produkte so zu gestalten, dass sie den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft<sup>286</sup> entsprechen, also in Stoffkreisläufen geführt werden können. Es lassen sich aber auch Aspekte der sozialen Nachhaltigkeit als Ziel definieren, wie beispielsweise die Umsetzung sozial gerechter Arbeitsbedingungen<sup>2187</sup> entlang einer Lieferkette<sup>2126</sup>.

**Definition der Nachhaltigkeitsstrategie** Eine Strategie beschreibt den Weg, wie ein gestecktes Ziel erreicht werden soll. Für die Umsetzung eines Nachhaltigkeitsziels kann die Wahl einer geeigneten Nachhaltigkeitsstrategie<sup>285</sup> notwendig sein. Leitstrategien der Nachhaltigkeit sind beispielsweise Methoden der Kreislaufwirtschaft, die daraus abgeleiteten 9R-Strategien<sup>2890</sup> oder Ansätze der Suffizienz<sup>2894</sup>, Effizienz<sup>2895</sup> und Konsistenz<sup>2896</sup>. So kann etwa eine Effizienzstrategie darauf abzielen, den CO<sub>2</sub>-Fussabdruck eines Projekts oder Produkts über den gesamten Lebensweg zu reduzieren. Um die Einsparung schon im Designprozess zu quantifizieren und eine Nachhaltigkeitsstrategie zu überprüfen, werden verlässliche Informationen über die verwendeten Rohstoffe, die eingesetzten Energiequellen<sup>2173</sup>, die Produktionsprozesse wie auch den logistischen Aufwand benötigt. Zur Beschaffung der erforderlichen Informationen ist eine enge Zusammenarbeit und ein Informationsaustausch mit den Stakeholder:innen<sup>259</sup> entlang einer Wertschöpfungskette und produzierenden Unternehmen unerlässlich.

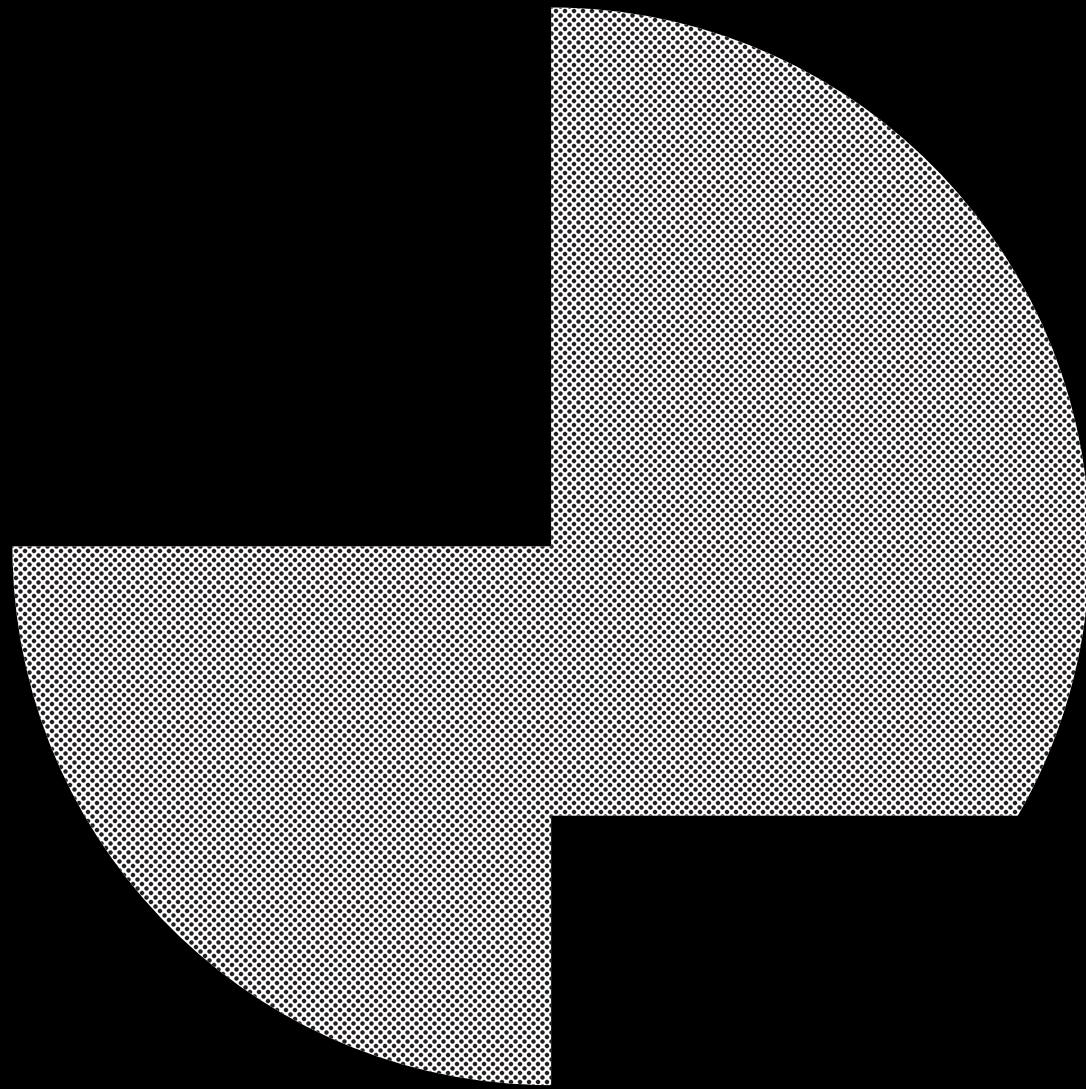
**Definition der Kennzahlen** Nachhaltigkeitsleistungen lassen sich nur überprüfen, wenn sie messbar sind. Dazu müssen Kennzahlen definiert werden, an denen eine Leistung gemessen bzw. kontrolliert werden soll. Die Kennzahl kann sich auf einen Input, zum Beispiel die Menge der eingesetzten Rohstoffe oder Energie, oder auf einen Output, etwa die Menge der emittierten Abfälle, Treibhausgase oder Schadstoffe, beziehen. Entscheidend ist, dass die Kennzahl für die Vielzahl der verschiedenen Umweltauswirkungen relevant ist. Je nach Produkt kann dies sehr unterschiedlich sein. Ein hilfreiches Instrument, um zu bestimmen, welche Auswirkungen für ein bestimmtes Produkt oder eine bestimmte Dienstleistung relevant sind, ist die Ökobilanz<sup>7S.159</sup> bzw. die Lebenszyklusanalyse. Sie gilt als die beste Methode zur Bewertung der Umweltauswirkungen von Produkten, Dienstleistungen oder Unternehmen. Dabei werden die verschiedenen positiven und negativen Auswirkungen über den gesamten Lebensweg eines Produkts betrachtet und dargestellt. Die Kennzahlen zur Quantifizierung der klimawirksamen Emissionen eines Produkts werden beispielsweise in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten angegeben. Eine andere Kennzahl ist der Wasserfussabdruck<sup>7S.185</sup> (Water Footprint), der Auskunft darüber gibt, welche Mengen an Wasser für die Herstellung und den Gebrauch eines Produkts benötigt werden. Die Bewertungsmethode UBP (Umweltbelastungspunkte) fasst verschiedene Umweltauswirkungen wie Klima-, Luft-, Boden- und Gewässerbelastungen sowie den Ressourcenbedarf zu einer Kennzahl zusammen.<sup>29</sup> Damit wird auch erkennbar, welche Umweltauswirkungen für das spezifische Produkt oder die Dienstleistung von Relevanz sind. Entsprechend liefert diese Methode eine fundierte Basis zur Ermittlung aussagekräftiger Kennzahlen. Während sich die klassische Lebenszyklusanalyse (LCA) auf die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit beschränkt, wurde in den letzten Jahren die S-LCA entwickelt, um Bewertungen von Produkten und Massnahmen im Bereich der sozialen Nachhaltigkeit zu ermöglichen. Zum aktuellen Zeitpunkt zeigt diese im Wesentlichen, welche sozialen Risiken in verschiedenen Ländern und Branchen bestehen. Ob die sozialen Auswirkungen tatsächlich eintreten, muss im Einzelfall geprüft werden. Eine wertvolle Möglichkeit, um gewisse soziale Standards in Ländern mit unterschiedlichen Arbeitsgesetzen einzuhalten und entsprechend auszuweisen, ist die Verwendung von Gütesiegeln<sup>7S.154</sup> wie des Fairtrade-Zertifikats.

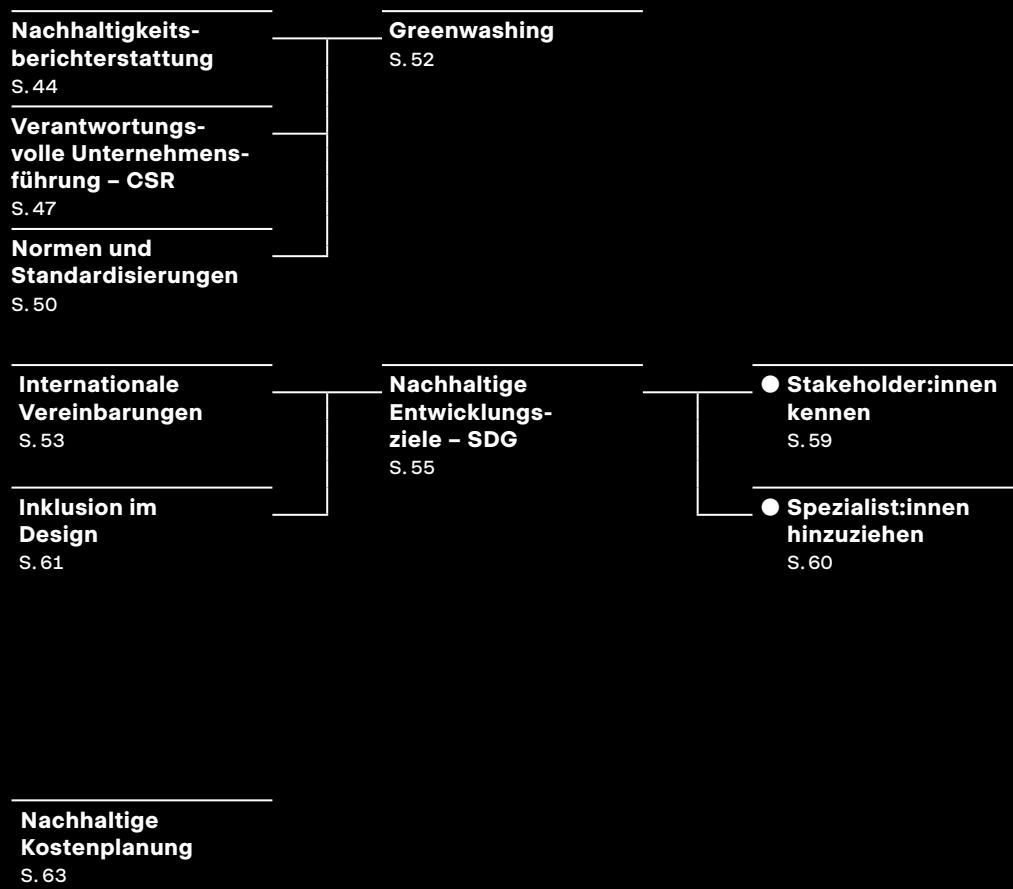
Sind die Nachhaltigkeitsziele, die Nachhaltigkeitsstrategie und die Nachhaltigkeitskennzahlen definiert, sollten sie in festgelegten Intervallen überprüft werden. Durch ein regelmässiges Monitoring können allfällige Schwachstellen erkannt und der Prozess frühzeitig justiert werden. Dabei wird auch deutlich, inwieweit die Mitarbeitenden eines Unternehmens gegebenenfalls auf Weiterbildungsangebote<sup>7S.30</sup> oder Schulungen angewiesen sind, um die benötigten Fähigkeiten bereitzustellen zu können.

Die Erkenntnisse aus einem Nachhaltigkeitscontrolling können sowohl für interne Zwecke als auch für die Kommunikation nach aussen bzw. mit anderen beteiligten Projekt-partner:innen genutzt werden. Durch eine Quantifizierung bieten sichtbar gemachte Nachhaltigkeitsbemühungen zahlreiche Vorteile. Sie können zum Beispiel die Glaubwürdigkeit des Unternehmens verdeutlichen und die Innovationskraft sowie das Nachhaltigkeitsengagement des Unternehmens aufzeigen. Bestimmte Nachhaltigkeitsbemühungen werden auch durch konkrete gesetzliche Vorgaben<sup>7S.214</sup> gefordert. In solchen Fällen kann das Nachhaltigkeitscontrolling helfen, die gesetzlichen Anforderungen zu belegen. Quantifizierte Nachhaltigkeitsbemühungen können über jegliche Informationskanäle kommuniziert werden. Mittlere und grosse Unternehmen verfügen in der Regel über einen Nachhaltigkeitsbericht<sup>7S.44</sup>, in dem solche Ergebnisse ausgewiesen werden.

# Konzept

1





**Grobkonzept, Recherchephase oder Machbarkeitsstudie** – verschiedene Begriffe beschreiben den Beginn eines Projekts, bei dem die Rahmenbedingungen definiert werden, das Potenzial ausgelotet und die Machbarkeit geklärt wird. Je nach Branche und Arbeitsweise werden dazu Brainstormings durchgeführt, Moodboards erstellt oder Projektszenarien entwickelt.

Nachdem im Kapitel «Grundlagen» der Blick in erster Linie auf das eigene Arbeitsethos gerichtet wurde, rückt in der Konzeptphase das Gegenüber in den Fokus. Ökologische und soziale Nachhaltigkeitskriterien erfordern eine intensive Auseinandersetzung mit den Bedürfnissen und Wertvorstellungen der am Projekt beteiligten Stakeholder:innen. Überhöhte Ansprüche und etwaige Differenzen in der jeweiligen Nachhaltigkeitsethik müssen von Anfang an erkannt, thematisiert und möglichst ausgeräumt werden. Anhaltspunkte hierfür bieten Nachhaltigkeitsberichte, Standards oder Kriterien verantwortungsvoller Unternehmensführung.

Das Unterkapitel «Zusammenarbeit» bietet hierzu einen kurzen historischen Exkurs der globalen Umweltbemühungen und zeigt zudem mögliche Partnerschaften bei der Projektentwicklung auf. Die nachhaltige Kostenplanung schliesst die Konzeptphase ab und stellt sicher, dass Nachhaltigkeitsaspekte bereits zu Beginn eines Projektes auch finanziell berücksichtigt werden.

## Nachhaltigkeitsberichterstattung

Viele mittelgrosse und fast alle grösseren Unternehmen verfügen über einen spezifischen Nachhaltigkeitsbericht. Die Motivation hierfür kann unterschiedlicher Natur sein. Einerseits wird die Berichterstattung zur Imagepflege, als Wettbewerbsvorteil, zur Gewinnung neuer Mitarbeiter:innen oder als Demonstration der eigenen Zukunftsfähigkeit genutzt. Andererseits spiegelt ein Nachhaltigkeitsbericht die Unternehmenskultur<sup>78,25</sup> sowie das Verantwortungsbewusstsein wider. Grundsätzlich wird darin die Praxis, das heisst die unternehmerischen Bemühungen und Massnahmen im Umgang mit den ökonomischen, ökologischen und sozialen Auswirkungen der Geschäftstätigkeit beschrieben. Viele Nachhaltigkeitsberichte orientieren sich dabei an den GRI-Standards<sup>78,49</sup>. Die Global Reporting Initiative bietet durch standardisierte Darstellungen einen soliden und leicht lesbaren Rahmen. Aber selbst wenn eine Berichterstattung nach diesen Standards erstellt wurde, gewährleistet sie nicht zwangsläufig nachhaltige Geschäftspraktiken oder nachhaltige Produkte. Nachhaltigkeitsberichte sollten daher stets kritisch hinterfragt werden. Da diese jedoch oft sehr umfangreich sind, ist die Auseinandersetzung mit ihnen im Arbeitsalltag wenig praktikabel. Im Folgenden findet sich eine Liste einiger Anhaltspunkte, anhand derer die Inhalte solcher Berichte beurteilt werden können:<sup>30</sup>

**Materialität** Die meisten Nachhaltigkeitsberichte von Unternehmen enthalten eine Eigenbeurteilung sozialer und ökologischer Themenbereiche. Nach den GRI-Standards wird diese Eigenbeurteilung als «Materialität» bezeichnet und in Form einer sogenannten «Materialitätsmatrix» dargestellt. In der Regel sind das visuell übersichtliche Grafiken, die einen ersten Hinweis darauf geben, auf welche Nachhaltigkeitskriterien sich ein

Unternehmen fokussiert. Dieser Fokus sollte sich vorzugsweise auf ökonomische, soziale und ökologische Themenbereiche beziehen, die für die unternehmensinternen Prozesse von Bedeutung sind.

**Themendefinition** Die definierten Themen zeigen auf, welche Aspekte und Auswirkungen der unternehmerischen Tätigkeit im Nachhaltigkeitsbericht berücksichtigt werden. Die festgelegten Themen und Systemgrenzen sollten sinnvoll gewählt werden, sodass die relevantesten ökologischen und sozialen Auswirkungen (Impacts) einer unternehmerischen Wertschöpfungskette enthalten sind. Um zu überprüfen, inwiefern potenzielle Auswirkungen innerhalb der gezogenen Systemgrenze liegen, empfiehlt sich eine gezielte Recherche. Werden wesentliche Tätigkeitsbereiche oder Auswirkungen eines Unternehmens von der Systemgrenze ausgeschlossen und sind nicht Teil der Nachhaltigkeitsberichterstattung, kann dies ein Hinweis auf ein mögliches Greenwashing<sup>78,52</sup> sein. Die Systemgrenze wird häufig auch als «Scope» (Anwendungsbereich) bezeichnet und angezeigt. Solche Scopes unterscheiden zwischen direkten und indirekten Umweltauswirkungen eines Unternehmens. Eine direkte Umweltauswirkung ist beispielsweise die Produktion von Energie (z.B. Strom durch Photovoltaikanlagen) zur eigenen Nutzung. Eine indirekte Umweltauswirkung hingegen stellt der externe Bezug der Energie für die eigene Nutzung dar.

**Verbindlichkeit** Es empfiehlt sich, die Formulierungen und Begrifflichkeiten in einem Nachhaltigkeitsbericht kritisch zu betrachten und zu unterscheiden. Die Art der Formulierung gibt Aufschluss darüber, wie seriös ein Unternehmen mit der Erreichung und Umsetzung von Zielen umgeht. So kann beispielsweise zwischen «Anforderungen» (Requirements), «Soll» (Shall), «Empfehlungen» (Recommendations) und «Anleitung» (Guidance) unterschieden werden. Diese häufig verwendeten Begriffe zeigen auf, ob es sich bei einer Massnahme um eine verpflichtende Handlung, eine Absicht oder eine blosse Empfehlung handelt. Auch sollten beabsichtigte Massnahmen oder Zielsetzungen mit einem Zeithorizont beziffert werden. Es macht wenig Sinn, wenn Unternehmen beispielsweise die CO<sub>2</sub>-Neutralität<sup>78,176</sup> anstreben, ohne aber das Ziel mit einem zeitlichen Rahmen zu verknüpfen.

**Zusammenarbeit** Besteht eine Zusammenarbeit zwischen einem Unternehmen und Umweltämtern, Prüfstellen oder Nichtregierungsorganisationen (NGOs)<sup>78,60</sup>, so ist dies in der Regel im Nachhaltigkeitsbericht ersichtlich – beispielsweise wenn Prüf- oder Testergebnisse dargestellt werden, Ökobilanzierungen<sup>78,159</sup> vorliegen oder

### Drei «Scopes» der Treibhausgasemissionen [10]



wenn sich das Unternehmen einer Standardisierung unterzogen oder Gütesiegel<sup>78.154</sup> erworben hat. Solche Zusammenarbeiten geben Aufschluss darüber, wie verbindlich ein Unternehmen seine Ziele umsetzt.

**Externe Prüfung** Die GRI-Standards empfehlen eine unabhängige, externe Prüfung durch Dritte. Ist ein Nachhaltigkeitsbericht extern geprüft worden, so muss die Stellungnahme im Bericht abgebildet werden. Darin werden bei einer seriösen Prüfung auch mögliche Schwachstellen des Nachhaltigkeitsberichts hervorgehoben, sodass jene als Indikator für einen seriös verfassten Bericht gelten kann.

### Verantwortungsvolle Unternehmensführung – CSR

Im Idealfall entnimmt eine unternehmerische Tätigkeit der Gesellschaft und der Umwelt Ressourcen, nutzt diese und schafft mit ihrem Produkt einen gesellschaftlichen Mehrwert, ohne dabei die planetaren Belastbarkeitsgrenzen<sup>31</sup> zu überschreiten. Mit gesellschaftlichen Ressourcen sind neben den «Human Resources» die Rahmenbedingungen gemeint, die das Umfeld eines Unternehmens prägen. Dazu gehören immaterielle Ressourcen wie beispielsweise der Zugang zu Bildung und damit ein gewisser Bildungsstand, Rechtsstaatlichkeit sowie politische Stabilität oder ein funktionierendes Gesundheitssystem. Hinzu kommen materielle Ressourcen, die direkt oder indirekt für die unternehmerische Tätigkeit notwendig sind. «Corporate Social Responsibility» (CSR) steht für die Bereitschaft eines Unternehmens, freiwillig Verantwortung für die Gesellschaft und die Umwelt zu übernehmen und dementsprechend verantwortungsvoll zu handeln. CSR hat sich aus dem Oberbegriff «Corporate Responsibility» herausgebildet, zu dem weitere Themenfelder wie «Corporate Governance» oder «Corporate Citizenship» gehören. Unternehmen werden dabei als Subjekte (Citizen) der Gesellschaft betrachtet, die sich wie eine Bürger:in den Verantwortlichkeiten und Gesetzen einer Gesellschaft zu stellen haben.<sup>32</sup> CSR-Aktivitäten eines Unternehmens beziehen sich in der Regel auf gesellschaftliche Aspekte und zeigen, wie stark das Unternehmen in sein gesellschaftliches Umfeld eingebettet ist und inwieweit es sein Verhältnis zur Gesellschaft gestaltet. Die entsprechenden Massnahmen können alle internen und externen Stakeholder:innen<sup>78.59</sup> (Anspruchsgruppen) entlang der Wertschöpfungskette involvieren und dabei weit über gesetzliche Forderungen hinausgehen. CSR sollte jedoch nicht zu einseitig und ausschliesslich aus der Perspektive der sozialen Nachhaltigkeit betrachtet werden, da sie als Teilaspekt des Triple-Bottom-Line-Ansatzes untrennbar mit ökonomischen und ökologischen Faktoren verbunden ist.<sup>33</sup>

# DON'T BUY THIS JACKET



It's Black Friday, the day in the year retail turns from red to black and starts to make real money. But Black Friday, and the culture of consumption it reflects, put the economy of natural systems that support all life firmly in the red. We're now using the resources of one-and-a-half planets on our one and only planet.

Because Patagonia wants to be in business for a good long time – and leave a world inhabitable for our kids – we want to do the opposite of every other business today. We ask you to buy less and to reflect before you spend a dime on this jacket or anything else.

Environmental bankrupcy, as with corporate bankruptcy, can happen very slowly, then all at once. This is what we face unless we slow down, then reverse the damage. We're running short on fresh water, topsoil, fisheries, wetlands – all our planet's natural systems and resources that support business, and life, including our own.

The environmental cost of everything we make is astonishing. Consider the R2® Jacket shown, one of our best sellers. To make it required 135 liters of

## COMMON THREADS INITIATIVE

### REDUCE

WE make useful gear that lasts a long time  
YOU don't buy what you don't need

### REPAIR

WE help you repair your Patagonia gear  
YOU pledge to fix what's broken

### REUSE

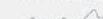
WE help find a home for Patagonia gear  
you no longer need  
YOU sell or pass it on\*

### RECYCLE

WE will take back your Patagonia gear  
that is worn out  
YOU pledge to keep your stuff out of  
the landfill and incinerator

### REIMAGINE

TOGETHER we reimagine a world where we take  
only what nature can replace



REIMAGINE

TOGETHER we reimagine a world where we take  
only what nature can replace

\*If you sell your used Patagonia product on eBay® and take the Common Threads Initiative pledge, we will do for your product on patagonia.com for no additional charge.  
© 2012 Patagonia, Inc.

patagonia patagonia.com



TAKEN THE PLEDGE

[11] Das Outdoor-Bekleidungsunternehmen Patagonia wirbt dafür, seine Produkte nur dann zu kaufen, wenn sie tatsächlich benötigt werden. Damit macht das Unternehmen auf sein CSR-Engagement in Form der selbst initiierten «Common Threads Initiative» aufmerksam. Diese soll das Bewusstsein der Kund:innen fördern, aus Nachhaltigkeitsgründen weniger zu kaufen, Produkte länger zu nutzen, Reparaturen zu fördern und gebrauchte Artikel wiederzuverwenden oder weiterzuverkaufen. Natürlich spielt das Unternehmen auch mit dem Paradoxon von Kommerz und Suffizienz und nutzt dies zu Werbezwecken.

direkter umsetzen. Beispielsweise indem sie ihren Mitarbeitenden eine individuelle Work-Life-Balance ermöglichen oder flexible, familienfreundliche Arbeitszeitmodelle einsetzen. Kleineren Unternehmen fällt es in der Regel leichter, persönliche Beziehungen zu ihren Stakeholder:innen aufzubauen und diese in CSR-Ziele umzusetzen. Aufgrund ihrer überschaubaren Strukturen können sie auch leichter auf veränderte Marktbedingungen reagieren und interne Prozesse anpassen.

CSR selbst ist keine Norm<sup>78,49</sup> und kein Zertifikat<sup>78,154</sup>. Es gibt jedoch etablierte Instrumente des Nachhaltigkeitsmanagements wie die «Sustainability Balanced Scorecard» (SBSC), die helfen, CSR-Massnahmen messbar zu machen. Sie basieren auf etablierten Normen wie der ISO 26000 und können mit ihnen kombiniert werden.<sup>34</sup> Dies setzt allerdings voraus, dass entsprechende ISO-Normen im Unternehmen implementiert sind, was bei KMU oder EPU in der Regel nicht zu erwarten ist. Kleine Unternehmen haben beispielsweise die Möglichkeit, mithilfe einer SWOT-Analyse die Stärken (Strengths), Schwächen (Weaknesses), Chancen (Opportunities) und Risiken (Threats) zu identifizieren. Die SWOT-Analyse hilft, ein klares Bild der aktuellen Situation zu erhalten, um daraus strategische Massnahmen abzuleiten.<sup>35</sup>

Unternehmen informieren über ihre CSR-Bemühungen in der Unternehmenskommunikation oder, falls vorhanden, im Nachhaltigkeitsbericht<sup>78,44</sup>. Auch Kleinst- und Ein-Personen-Unternehmen können über ihr Engagement berichten, zum Beispiel in sozialen Medien oder in der Kundenkommunikation. Um einen groben Eindruck vom CSR-Engagement von Auftraggebenden oder Lieferfirmen zu erhalten, können folgende Fragen gestellt werden:

**Grundsätzliches Engagement** Wie kümmert sich das Unternehmen um seine Mitarbeitenden, wie um die Nachbarschaft, die Gemeinde und die Bevölkerung am Geschäftsort?

**Weitergehendes Engagement** Gibt es ein Engagement des Unternehmens, das über die üblichen Standards und Verpflichtungen von Markt und Gesetzen hinausgeht?

**Selbstverpflichtungen und Lieferkette** Wie definiert und gewährleistet das Unternehmen die Einhaltung der gewählten Selbstverpflichtungen entlang der eigenen Liefer- und Wertschöpfungsketten<sup>78,126</sup>?

**Rahmenbedingungen** Inwieweit haben die Mitarbeitenden des Unternehmens die Möglichkeit, Rahmenbedingungen mitzugestalten, sich frei zu äußern und zu organisieren?

**Spenden und Sponsoring** Engagiert sich das Unternehmen durch Spenden, Sponsoring oder Ähnliches für zivilgesellschaftliche Institutionen?

Ein CSR-Engagement hängt nicht von der Grösse eines Unternehmens ab. Zwar haben grosse Unternehmen potenziell grössere Auswirkungen auf die Umwelt, aber gerade kleine und mittlere Unternehmen (KMU) oder Ein-Personen-Unternehmen (EPU) sind enger mit ihrem gesellschaftlichen Umfeld verbunden und können dadurch CSR-Massnahmen

## **Normen und Standardisierungen**

In den letzten Jahrzehnten sind nützliche internationale Normen und Standardisierungen entstanden, die Nachhaltigkeitsaspekte regeln. Normen sind von autorisierten Gremien schriftlich fixierte und (meist) verbindliche Vorgaben, anhand derer ein:e Lizenznehmer:in handeln kann. Sie sollten nicht mit Verordnungen oder Richtlinien verwechselt werden. Im Gegensatz zu gesetzlich verbindlichen Verordnungen ist die Anwendung von Normen freiwillig.<sup>36</sup> Die Anwendung und Einhaltung von Normen kann jedoch sowohl für produzierende als auch für dienstleistende Unternehmen aus regulatorischen Gründen notwendig und damit verpflichtend sein. Viele Unternehmen nutzen Standards aber auch, um ihr ökologisches oder soziales Engagement besser zu strukturieren und sichtbar zu machen und weil sie eine Grundlage für die internationale Zusammenarbeit bieten.

Ähnlich wie Gütesiegel<sup>7S.154</sup> unterscheiden sich auch Normen in ihrem Fokus. Während einige Normen ökologische Aspekte abdecken, sind andere wiederum für den Bereich der Arbeitssicherheit oder für soziale Arbeitsbedingungen zuständig. Normen stehen in der Hierarchie über den Gütesiegeln, sie setzen Rahmenbedingungen und überprüfen diese. Der hohe administrative Aufwand eines Zertifizierungsprozesses zur Erlangung einer Norm lohnt sich vor allem für mittlere und grössere Unternehmen. Von kleineren Unternehmen ist hingegen nicht zu erwarten, dass sie solche nachweisen können. Standardisierungen werden zum Beispiel auf Datenblättern wie einer EPD (Environmental Product Declaration)<sup>7S.158</sup> ausgewiesen und sind meist auf den Informationskanälen von Unternehmen zu finden. Für Designer:innen ist es wichtig zu wissen, dass solche Normen und Standardisierungen existieren und welchen Themenbereich sie jeweils abdecken. International sind folgende Sozial- und Umweltnormen hervorzuheben:



[12] Das Logo der Internationalen Organisation für Normung (ISO).

**ISO-Norm** Die Normen der International Standard Organization sind die wohl weltweit wichtigsten sowie umfassendsten jener Art und decken auch Bereiche ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit ab. In diesem Zusammenhang sind einige ISO-Umweltnormenreihen von besonderer Relevanz. So normiert die ISO 14000 ff etwa weltweit anerkannte Anforderungen an ein Umweltmanagement-System und wird sowohl von produzierenden als auch von dienstleistenden Unternehmen angewendet. Sie regelt beispielsweise Anforderungen an Ökodesign (ISO 14006), die Parameter für Umweltgütesiegel (ISO 14024) oder den Einsatz von Umweltproduktdeklarationen, sogenannten EPDs (ISO 14025).<sup>37</sup> Die ISO 14040 ff normiert und beschreibt die Vorgehensweise bei der Erstellung einer Ökobilanz<sup>7S.159</sup> bzw. einer Lebenszyklusanalyse (LCA).<sup>38</sup> Den Schwerpunkt Gesundheit und

Sicherheit am Arbeitsplatz regelt die Norm ISO 45001, um Arbeitsunfälle, Krankheiten und betriebliche Risiken zu minimieren.<sup>39</sup> 2024 wurde eine erste Reihe von Normen zum Thema Circular Economy<sup>7S.86</sup> publiziert: ISO 59004: Kreislaufwirtschaft – Vokabular, Grundsätze und Anleitung zur Umsetzung; ISO 59020: Kreislaufwirtschaft – Messung und Bewertung der Kreislaufwirtschaftsleistung; ISO 59010: Kreislaufwirtschaft – Leitfaden für den Übergang von Geschäftsmodellen und Wertschöpfungsnetzwerken.<sup>40</sup>

Die DIN-ISO-Norm 26000 für soziale Verantwortung ist eine nicht auditpflichtige Norm und Leitfaden für Massnahmen im Sinne der Corporate Social Responsibility (CSR)<sup>7S.46</sup> eines Unternehmens. Sie bezieht sich auf die sozialen Aspekte beteiligter Anspruchsgruppen<sup>7S.59</sup> unter Beachtung der jeweils geltenden Gesetze und internationalen Verhaltensnormen. Anwendung findet sie sowohl in Unternehmen als auch in öffentlichen Einrichtungen, KMUs, Stiftungen oder Verwaltungen.<sup>41</sup>

**EMAS-Umweltmanagementsystem** Das «Eco Management and Audit Scheme» ist ein von der Europäischen Union entwickeltes Instrument für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung. Sein Hauptziel ist die Beseitigung ökologischer und ökonomischer Schwachstellen in Organisationen und die Verbesserung der Effizienz zur Einsparung von Ressourcen und Energie.<sup>42</sup>

**GRI-Standards** Die international anerkannten Standards der Global Reporting Initiative bieten Richtlinien für die Erstellung einer Umweltberichterstattung.<sup>43</sup> Sie wurden von dem United Nations Environment Programme (UNEP) und in Kooperation mit Unternehmen entwickelt. Viele mittlere und grössere Unternehmen erstellen mittlerweile ihre Umweltberichterstattung mit der GRI-Methode und nutzen sie insbesondere auch zur Umsetzung der Sustainable Development Goals (SDGs)<sup>7S.55</sup> im eigenen Betrieb. Die Umsetzung der SDGs nach GRI-Evaluationskriterien helfen, das Engagement für Umwelt- und Sozialstandards einer unternehmerischen Handlung zu messen. Eine Berichterstattung gemäss den GRI-Standards bedeutet jedoch nicht zwangsläufig, dass eine nachhaltige Entwicklung gewährleistet ist, denn jene regeln, strukturieren und standardisieren in erster Linie die Nachhaltigkeitsberichterstattung<sup>7S.44</sup> ohne wertenden Charakter.

**SA8000** Das Zertifizierungssystem der amerikanischen Nichtregierungsorganisation Social Accountability International (SAI) setzt sich für faire und menschenwürdige Arbeitsbedingungen ein und stellt hohe Anforderungen an Sozialstandards.<sup>44</sup>

## Greenwashing

Verbraucher:innen legen bei Produkten und Dienstleistungen zunehmend Wert auf ökologische oder soziale Kriterien der Nachhaltigkeit. Dementsprechend suggerieren viele Unternehmen in ihren Geschäftspraktiken ein ökologisches Bewusstsein, oft ohne dies eindeutig belegen zu können. Wenn in der Kommunikation zur Bewerbung eines Produkts nachhaltige Ambitionen übertrieben dargestellt oder wichtige Aspekte ausgeblendet werden, liegt der Verdacht des Greenwashings nahe. Der kritisch gemeinte Begriff des Greenwashings bezieht sich hierbei auf die Farbe Grün als Symbol für Natur oder Umwelt und das Waschen in Anlehnung an illegale «Geldwäsche». Konkret bezeichnet Greenwashing die Praxis von Unternehmen oder Personen, sich umweltfreundlicher darzustellen, als sie es tatsächlich sind.

Ein Indiz für Greenwashing bei Produktbeschreibungen ist die Verwendung von Begriffen wie «öko», «nachhaltig» oder «umweltfreundlich», ohne dass hierfür ausreichende Nachweise oder Zertifizierungen<sup>78.154</sup> vorgelegt werden. Aus kommerziellen Gründen werden Verbraucher:innen damit bewusst in die Irre geführt, während die Realität anders aussieht. Doch zunehmend sind Kund:innen in der Lage, echtes Umweltengagement von blossen Marketingtricks zu unterscheiden. Eine bewusste Irreführung kann in der Folge zu einem erheblichen Reputationsschaden für ein Unternehmen oder für Einzelpersonen führen. Eine transparente Kommunikation und die Offenlegung von Wertschöpfungsketten<sup>78.126</sup> beugen möglichen Greenwashing-Vorwürfen vor. Beispielsweise können Unternehmen für ihre Produkte oder Dienstleistungen einen Umweltbericht<sup>78.44</sup>, eine Umweltpunktdekleration (EPD)<sup>78.158</sup> oder Lebenszyklusanalysen (LCA)<sup>78.159</sup> zur Verfügung stellen. Damit schaffen sie Transparenz über die Herkunft und Zusammensetzung von Materialien, können Lieferketten offenlegen und ihr soziales Engagement darstellen.

In der Europäischen Union wird Greenwashing mit Richtlinien zur Änderung des Wettbewerbs- und des Verbraucherrechts bekämpft. Insbesondere verbietet die «Green Claims Directive» möglichen Missbrauch.<sup>45</sup>

## Zusammenarbeit

### Internationale Vereinbarungen

Einen Meilenstein für internationale Kooperationen bildete 1945 die Gründung der United Nations Organization (UNO). Bis in die 1970er Jahre waren Menschenrechte das Kernthema der UNO. Doch zunehmend kam die Einsicht hinzu, dass zum Schutze des Menschen auch die Umwelt entsprechend geschützt werden muss und soziale Gerechtigkeit und Umweltschutz in Einklang zu bringen sind. Mit den ersten Umweltkonventionen entstand eine global wahrnehmbare Umweltpolitik, etwa mit der Ramsar-Konvention<sup>46</sup> von 1971 zum Schutz von Feuchtgebieten mit internationaler Bedeutung oder CITES, dem ersten übergeordneten Artenschutzabkommen im Jahr 1973.<sup>47</sup> Es folgten weitere wegweisende Abkommen wie beispielsweise das Wiener Übereinkommen zum Schutz der Ozonschicht (1985).



[13]

Die Unterzeichnung der Charta der Vereinten Nationen am 25. Juni 1945 in San Francisco (USA) markiert das Gründungsdatum der United Nations Organization (UNO) und stellt einen Meilenstein für internationale Kooperationen dar. Der kurz nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs in Kraft getretene Vertrag galt als eines der ersten international verbindlichen völkerrechtlichen Abkommen und hat Vorrang vor anderen Abkommen eines Landes.

Ende der 1960er Jahre begannen sich international anerkannte Wissenschaftler:innen zu organisieren, um auf die Umweltproblematik aufmerksam zu machen. Wegweisend in diesem Zusammenhang ist der 1972 veröffentlichte Bericht *Die Grenzen des Wachstums* des Club of Rome zur Lage der Menschheit.<sup>48</sup> Fast zeitgleich erfolgte 1972 die erste Internationale Umweltkonferenz in Stockholm – der Startpunkt internationaler Umweltpolitik. In der Folge gründete 1983 die Weltkommission für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen die «Brundtland-Kommission», welche den vielbeachteten Brundtland-Bericht (1987) verfasste: *Our Common Future, unsere gemeinsame Zukunft*. Der Leitfaden zur Vereinbarung von Umweltaspekten und sozialer Gerechtigkeit gilt als wichtiger Eckpfeiler in der Geschichte der Umweltkonventionen.<sup>49</sup> Seit 1995 hat sich die fast jährlich stattfindende Vertragsstaatenkonferenz COP (Conference of Parties) der UN-Klimarahmenkonventionen fest etabliert. Diese Treffen bilden das Gerüst der internationalen Nachhaltigkeitsdebatte.<sup>50</sup>

Mit «Rio 92», der Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung, gelang ein Durchbruch in Richtung einer ganzheitlichen Betrachtung globaler Umweltaspekte. Mit Vertreter:innen verschiedener Nationen mit unterschiedlichen Weltanschauungen und unter dem Beisitz von Nichtregierungsorganisation<sup>78, 60</sup> wurden auf der Umweltkonferenz in Rio de Janeiro unter anderem die Biodiversitätskonvention<sup>51</sup> sowie die Klimakonvention verabschiedet, ein weiterer Meilenstein für die internationale Gemeinschaft. In der Folge und auf «Rio 92» aufbauend wurde das Kyoto-Protokoll (1997) zur Verminderung der klimaschädlichen Treibhausgase festgelegt. Des Weiteren entstand aus der Erkenntnis über die Auswirkungen der Verwendung von Chemikalien auf die Umwelt mit dem Stockholmer Übereinkommen (2001) die sogenannte POP-Konvention zur Verminderung des Ausstosses persistenter, organischer Schadstoffe<sup>79, 52</sup>. POP steht dabei für «Persistent Organic Pollutants».

Solche Konventionen werden zum Bestandteil des völkerrechtlichen Vertrages der Unterzeichnerstaaten. Als Ergebnis der Kooperation und nach der Ratifizierung der entsprechenden Konvention durch die jeweiligen Länder wird ihr Inhalt als internationales Umweltrecht zum Erreichen der gemeinsamen Ziele und Standards betrachtet. Global existierten mittlerweile mehrere tausend solcher Umweltverträge, die von den gleichberechtigten Staaten selbst in nationales Recht umgesetzt und angewendet werden. Doch die Umsetzung solcher Vereinbarungen und mehr noch das Erfüllen gesetzter Ziele stellt sich oft als sehr schwierig heraus. Beim Betrachten der



[14] Die vielbeachtete Studie *Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit* wurde im Jahr 1972 erstmals veröffentlicht. Sie ist eine kritische Auseinandersetzung mit den Auswirkungen und Folgen des wirtschaftlichen Wachstums auf die natürliche Umwelt des Menschen. Die auf Computersimulationen basierenden Prognosen erbrachten einen der ersten Nachweise dafür, dass das Handeln der Menschen die planetaren Belastbarkeitsgrenzen durch massive ökologische Eingriffe überschreitet.

Vereinbarungen lassen sich «hard laws» von «soft laws» unterscheiden. Mit «hard laws» sind Gesetze gemeint, bei denen ein Verstoss juristische Konsequenzen nach sich zieht, beispielsweise wenn trotz der Artenschutzkonvention CITES Elefanten gewildert werden. Ein Verstoss gegen ein «soft law» hingegen kann für eine Institution oder ein Land zwar rufschädigend sein, er zieht in der Regel jedoch keine juristische Konsequenz nach sich. So lässt sich denn auch erklären, warum beispielsweise das vielbeachtete Pariser Klimaabkommen<sup>53</sup> (2015) mit dem 1,5-Grad-Ziel von vielen Ländern zwar ratifiziert wurde, aber ohne rechtliche Konsequenzen vielfach verfehlt wird. Es gibt jedoch austarierte Vorgehen, die in den Folgekonferenzen zum Pariser Abkommen vereinbart worden sind und aufzeigen, wie das Einhalten der CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktionen der Länder überprüft wird. Das 1,5-Grad-Ziel beabsichtigte den menschengemachten globalen Temperaturanstieg des Klimas auf 1,5 Grad Celsius zu begrenzen.

Viele Umweltkonferenzen berufen sich auf wissenschaftliche Berichte und Daten des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Der vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) ins Leben gerufene IPCC fungiert als eine Art zwischenstaatlicher Weltklimarat. Seit 1988 erstellt der IPCC in regelmässigen Abständen wissenschaftliche Daten im Zusammenhang mit den Auswirkungen globaler Erwärmung und weist beharrlich und in aller Deutlichkeit darauf hin, dass die bisherigen auf den Umweltkonferenzen vereinbarten Massnahmen zur Eindämmung der Klimawärme nicht ausreichen.<sup>54</sup>

### Nachhaltige Entwicklungsziele – SDG

An der UNO-Generalversammlung 2015 wurden von allen Mitgliedsstaaten die nachhaltigen Entwicklungsziele, SDGs (Sustainable Development Goals), verabschiedet. Mit der «Agenda 2030» soll eine globale nachhaltige Entwicklung bis zum Jahr 2030 umgesetzt werden. Übergeordnetes Ziel ist die Transformation der Weltgemeinschaft hin zu mehr Chancengleichheit, einem bewussten und nachhaltigen Umgang mit Ressourcen und dem Schutz der Ökosysteme. Die 17 SDG-Ziele für nachhaltige Entwicklung bilden den übergeordneten Rahmen und werden durch 169 Unterziele (Indikatoren) konkretisiert. Nach dem Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit (Triple Bottom Line) lassen sich die übergeordneten Ziele in die Bereiche Ökologie, Ökonomie und Soziales unterteilen.<sup>55</sup> Konkret anwendbar sind die SDGs weniger durch die 17 abstrakt formulierten Ziele selbst, als vielmehr durch die 169 Indikatoren. Diese präzisieren, quantifizieren und ordnen die Oberziele, machen sie greifbar und konkret.<sup>56</sup>

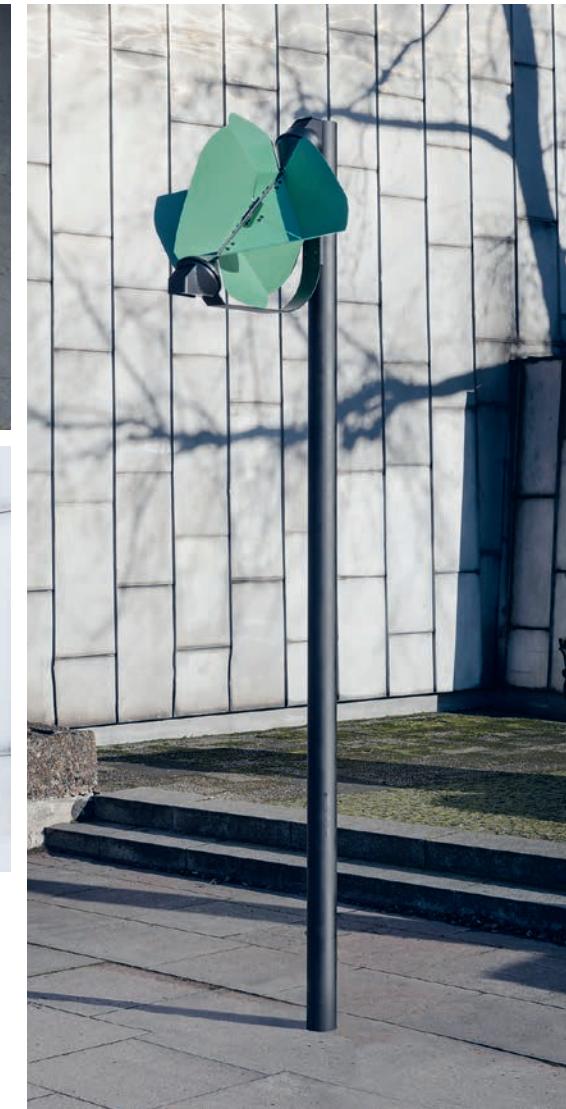
Die SDGs bilden mittlerweile die Grundlage und Orientierungskriterien vieler regionaler, nationaler oder internationaler Nachhaltigkeitsstrategien und helfen, die gesetzten Nachhaltigkeitsziele in konkrete Aktivitäten umzusetzen. Damit sind sie für staatliche Institutionen ebenso hilfreich wie für privatwirtschaftliche Unternehmen, Bildungseinrichtungen und damit auch für Akteur:innen der Kreativwirtschaft. Dass unternehmerisches Handeln sowohl für die Umwelt als auch für den gesellschaftlichen Wohlstand und die Armutsbekämpfung positiv sein kann, wird damit messbar und nachvollziehbar.

Trotz oder gerade wegen der hohen Flughöhe der SDGs können die Wechselwirkungen und Querverbindungen zwischen den einzelnen Zielen und ihre Aufsplitterung in Unterziele als Reflexionsfläche für nachhaltiges Design genutzt werden.<sup>57</sup> Sie dienen dem Verständnis komplexer Zusammenhänge und als Ansatzpunkt für verantwortungsvolles Handeln. Zudem umschreiben sie das Spektrum möglicher Tätigkeitsfelder, an denen sich beispielsweise Gestalter:innen orientieren und engagieren können. Manche Querverweise sind offensichtlicher als andere, aber grundsätzlich lassen sich alle Inhalte der SDGs disziplinübergreifend in einem Designprozess umsetzen.

Beispiele aus der Praxis zeigen, wie Nachhaltigkeitsziele anhand der SDGs in Produkten und Projekten verortet werden können. Beispielsweise, indem Meeresbiolog:innen Bausteine zur Wiederansiedlung von Korallen erforschen und entwickeln<sup>58</sup>, ganz im Sinne von SDG 13 (Massnahmen zum Klimaschutz) und SDG 14 (Leben unter Wasser nachhaltig erhalten und nutzen). Ein anderes Beispiel sind Gestalter:innen oder Ingenieur:innen, die energieautarke Infrastrukturprodukte entwickeln, wie etwa eine Straßenbeleuchtung mit integriertem Windrad zur eigenen Stromerzeugung<sup>59</sup>. Dieses Beispiel lässt sich dem SDG 9 (Industrie, Innovation und Infrastruktur) beziehungsweise dem Unterziel 9.4 zuordnen. Jener Indikator beabsichtigt, bis 2030 die Infrastruktur mit dem Einsatz effizienter, sauberer und umweltverträglicher Technologien zu modernisieren.<sup>60</sup>

Im Unterschied zu den acht Entwicklungszielen für das Jahr 2015, den «Millennium Development Goals» (MDG) der Vereinten Nationen, sind die SDGs nicht als Hilfsmassnahmen für einkommensschwache Länder zu verstehen. Die SDG-Ziele betreffen alle Nationen dieser Erde und auch die wohlhabenden Nationen müssen sich an den SDGs orientieren. Die Überprüfung der Zielerreichung erfolgt durch die jeweiligen Staaten, indem sie über den Fortschritt und Stand ihrer definierten Massnahmen berichten, sowie durch die UNO selbst.<sup>61</sup> Daneben gibt es NGOs, die mit eigenen Messmethoden versuchen, die Fortschritte in den Ländern zu bewerten. Solche Beurteilungen aus der Perspektive kritischer zivilgesellschaftlicher Beobachter:innen fallen teilweise schlechter aus als die der Länder selbst.<sup>62</sup>

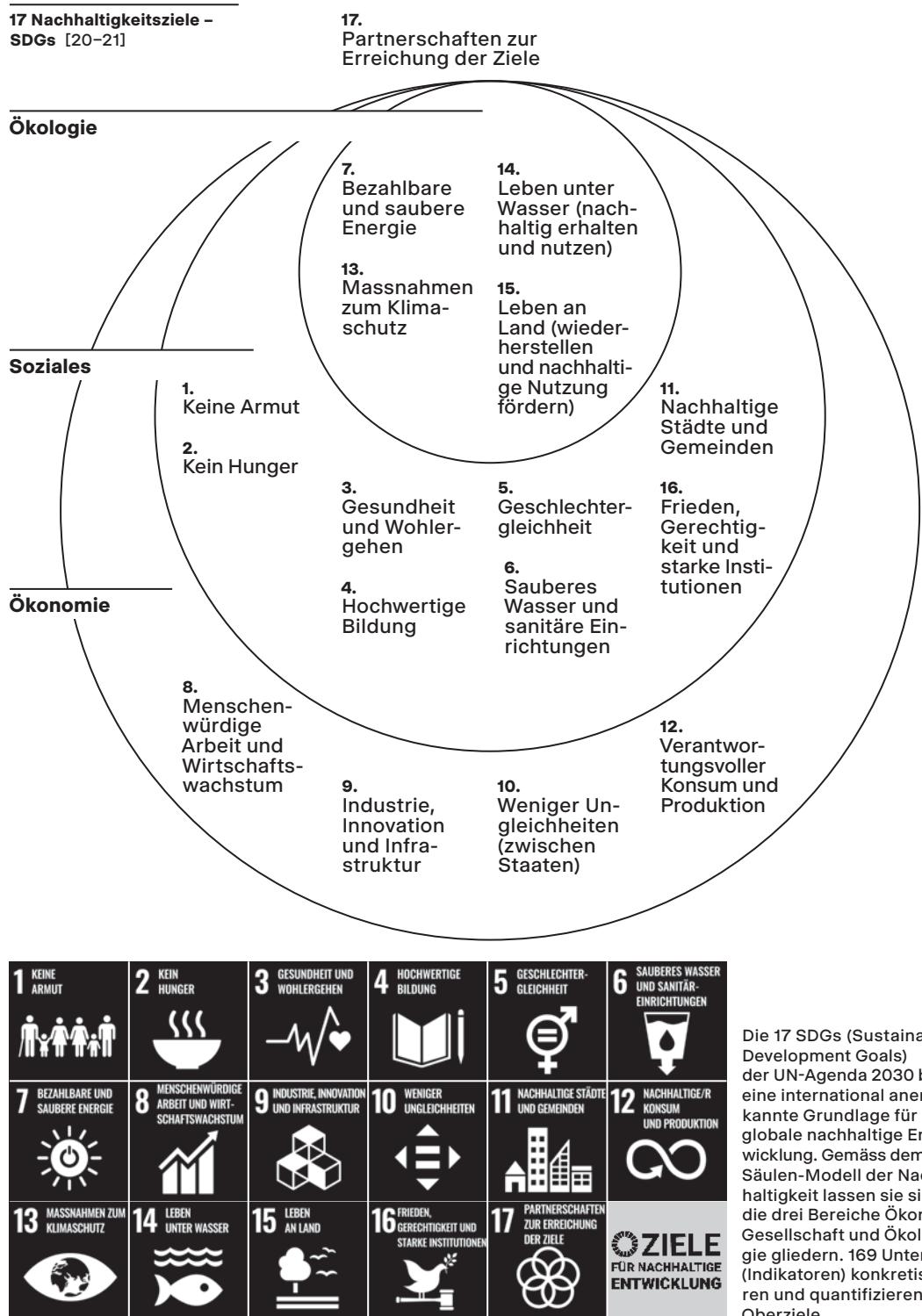
[15–17]  
Die Strassenlaterne  
*PAPILIO* erzeugt mithilfe eines integrierten Windtors klimafreundlich Strom. Sie funktioniert komplett autonom und speichert die erzeugte Energie in einem Akku. Das Licht wird nur bei Bedarf aktiviert, was insektenfreundlich ist und den Stromverbrauch reduziert. *PAPILIO* lässt sich dem SDG 9 (Industrie, Innovation und Infrastruktur) und dem Indikator 9.4 zuordnen. Letzterer zielt darauf ab, bis 2030 mithilfe effizienter, sauberer und umweltverträglicher Technologien die Infrastruktur zu modernisieren.



[18–19]  
Für den Wiederaufbau abgestorbener Korallenriffe hat die Künstlerin Marie Griesmar in enger Zusammenarbeit mit Meeresbiolog:innen und Expert:innen des ITA (Institute for Technology in Architecture) des Departements Architektur der ETH Zürich modulare Bausteine entwickelt. 2020 entstand daraus das Start-up *rreefs*. Das Projekt erfüllt die Anforderungen von SDG 13 (Massnahmen zum Klimaschutz) und SDG 14 (Leben unter Wasser nachhaltig erhalten und nutzen).



Die 17 übergeordneten SDG-Ziele lassen sich nach dem Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit (Triple Bottom Line) wie folgt in die Bereiche Ökologie, Ökonomie und Soziales unterteilen:

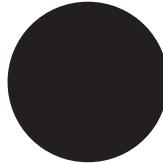


## Stakeholder:innen kennen

Stakeholder:innen sind an einem Unternehmen teilhabende oder anspruchsberechtigte Personen oder Gruppen. Sie sind direkt oder indirekt an einem Prozess beteiligt oder davon betroffen. Der Begriff «stake» stammt aus dem Englischen und bedeutet Anteil, «holder:in» bedeutet Eigentümer:in. Stakeholder:innen können beispielsweise Mitarbeitende, Kund:innen, Lieferant:innen, Investor:innen oder Anteilseigner:innen, aber auch in einen Prozess eingebundene Behörden oder Konkurrent:innen sein. Die Entwicklung eines Unternehmensumfeldes ist immer von Chancen und Risiken geprägt. Stakeholder:innen-Engagement bezeichnet die Bemühungen eines Unternehmens, sich aktiv in diesem Umfeld zu bewegen und dabei seine Stakeholder:innen zu verstehen und angemessen in Entscheidungsprozesse einzubeziehen. Mögliche Nutzen sind Risikominimierung durch frühzeitiges Erkennen von Entwicklungen und Konflikten und damit verbesserte Entscheidungsqualität, gegenseitiges Verständnis aller Stakeholder:innen und damit tragfähige Beziehungen, Innovationsfähigkeit sowie eine starke Reputation und Glaubwürdigkeit in der Öffentlichkeit. Aus Nachhaltigkeitssicht ist das Stakeholder:innen-Engagement eines Unternehmens ein wichtiges Instrument zur Schaffung von Transparenz in den Arbeitsprozessen und zur aktiven Mitgestaltung von Nachhaltigkeitsaspekten. Im Mittelpunkt stehen dabei Fragen, wie ein Unternehmen beispielsweise mit den potenziellen Umweltauswirkungen seiner Geschäftstätigkeit umgeht, wie es seine Stakeholder:innen in seine Aktivitäten einbezieht oder wie ambitioniert es sich für öffentliche Interessen einsetzt.

Inwieweit Stakeholder:innen von der wirtschaftlichen Leistung eines Unternehmens profitieren oder von möglichen Umweltauswirkungen betroffen sind, lässt sich am Beispiel eines Rohstoffunternehmens veranschaulichen: Die Aktivitäten eines Rohstoffkonzerns können einerseits Arbeitsplätze im Abbaugebiet schaffen, andererseits aber auch den Lebensraum der dort lebenden Menschen und Umwelt beeinträchtigen. Somit sind direkt und indirekt involvierte Stakeholder:innen von den Aktivitäten des Unternehmens betroffen. Neben natürlichen Personen (Mitarbeitende) und juristischen Personen (Unternehmen) können auch Entitäten wie Grundwasser und Biodiversität oder abstrakte Größen wie Natur oder Zukunft relevante Stakeholder:innen eines Unternehmens sein. Für Gestalter:innen sollte es kein Tabu sein, ein im Arbeitsprozess involviertes Unternehmen mit Fragen über dessen Stakeholder:innen-Management zu konfrontieren. Neben dem direkten Austausch mit den beteiligten Unternehmen liefern auch thematisch kompetente Nichtregierungsorganisationen (NGOs)<sup>78,60</sup> oftmals nützliche Hintergrundinformationen. Aufschlussreich kann auch die Betrachtung des freiwilligen

Engagements eines Unternehmens im Bereich der Corporate Social Responsibility (CSR)<sup>78,46</sup> sein. Solche Einschätzungen geben Aufschluss darüber, welche sozialen oder ökologischen Themen für eine zukünftige Zusammenarbeit relevant sein könnten und inwieweit diese mit den eigenen Unternehmenswerten übereinstimmen.



### Spezialist:innen hinzuziehen

Gestalter:innen müssen nicht nur kreative Entwicklungsprozesse beherrschen, sie benötigen darüber hinaus ein technisch-konstruktives Verständnis über Produktions- und Herstellungsprozesse, die über das eigene Gewerbe hinausgehen. Externe Unternehmen und Organisationen können bei der Produkt- oder Projektentwicklung unterstützen. Dazu gehören beispielsweise regionale Anlaufstellen für Umwelt- und Energiefragen oder länderspezifische Bundesämter. Diese Institutionen verfügen in der Regel über vertieftes Wissen in den Bereichen soziale Sicherheit, Abfall- und Kreislaufwirtschaft, Lärmschutz, Gewässerschutz, Biodiversität und Energiefragen. Auch spezialisierte Unternehmen der Privatwirtschaft können hinzugezogen werden, etwa für die Erstellung einer Ökobilanz<sup>78,159</sup>, wenn es darum geht, verschiedene Rohstoffe, Produkte oder Dienstleistungen miteinander zu vergleichen.

Eine weitere Kategorie möglicher Ansprechpartner:innen sind Nichtregierungsorganisationen, die unabhängig arbeiten und keine Gewinnziele verfolgen. Viele dieser NGOs haben es sich zur Aufgabe gemacht, sich in politische oder zivilgesellschaftliche Prozesse einzubringen. Häufig decken sie soziale und umweltpolitische Themenbereiche ab und ermöglichen Akteur:innen oder Gruppen mit schwacher Stimme und geringer Verhandlungsmacht die Beteiligung an Entscheidungs- oder politischen Prozessen. Der Kontakt zu ausgewählten NGOs ermöglicht zudem den Zugang zu hilfreichen Informationen und Datenquellen. Bekannte internationale Umweltorganisationen sind beispielsweise Greenpeace oder WWF (World Wildlife Fund). Im Zusammenhang mit Menschenrechten sind dies Amnesty International oder Human Rights Watch.

Eine weitere Kategorie möglicher Spezialist:innen sind Stiftungen, Vereine oder Verbände, die sich als Interessengemeinschaften für bestimmte Themenbereiche, wie etwa Biodiversitätsmaßnahmen oder soziale Arbeit, engagieren und oft regional agieren.



[22-24] Institutionen wie Ämter, Behörden oder Nichtregierungsorganisationen (NGOs) verfügen in vielen Bereichen sozialer oder ökologischer Nachhaltigkeit über fundiertes Fachwissen. Gerade unabhängige NGOs haben es sich zur Aufgabe gemacht, sich in politische oder zivilgesellschaftliche Prozesse einzubringen, wodurch sie teilweise sehr spezifische Problemberäume abdecken. Solche Einrichtungen können in Entscheidungsprozessen beratend hinzugezogen werden.

### Inklusion im Design

Inklusion bedeutet, dass jeder Mensch die Möglichkeit erhält, sich umfassend und gleichberechtigt an der Gesellschaft zu beteiligen. Vielfalt wird als normal vorausgesetzt.<sup>63</sup> Inklusion ist das Gegenteil von Exklusion, bei der bestimmte Gruppen von Menschen aus der Gesellschaft ausgeschlossen werden. In einer inklusiven Gesellschaft hat jeder Mensch die gleichen Rechte und Chancen, unabhängig von Herkunft, Religion, Geschlecht, sexueller Orientierung, Alter oder Beeinträchtigung.<sup>64</sup> Die Begriffe Inklusion und Integration werden oft verwechselt oder gleichgesetzt, obwohl es sich um zwei unterschiedliche Ansätze handelt. Der Begriff Inklusion drückt aus, dass ein Umfeld geschaffen wird, in dem alle Menschen teilhaben können. Das System passt sich also den Menschen an. Integration wiederum bedeutet, dass Menschen mit besonderen Bedürfnissen akzeptiert werden, sich aber an die Umgebung anpassen müssen. Inklusives Design zielt demnach darauf ab, Produkte, Dienstleistungen und Umgebungen zu schaffen, die für möglichst viele Menschen zugänglich und nutzbar sind. Eine inklusive Gestaltung gibt jedem Menschen die Möglichkeit und das Gefühl, Teil einer Gesellschaft zu sein. Dadurch sollen menschliche Beziehungen gestärkt und Konflikte vermieden werden.

In einigen Bereichen, wie zum Beispiel in öffentlichen Gebäuden oder im öffentlichen Raum, regeln bereits bestehende Normen ein inklusives bzw. barrierefreies Design. Aber auch in der digitalen, visuellen Gestaltung gibt es mittlerweile anerkannte Prinzipien, die Orientierung bei der Gestaltung von Websites, Apps, Interfaces und Services bieten. Ein Beispiel hierfür ist das «Home Office Digital» der britischen Regierung. Es bietet eine Auswahl von «Dos and dont's on designing for

accessibility» für verschiedene Nutzer:innengruppen, die bei der Gestaltung berücksichtigt werden können.<sup>65</sup> Dazu gehören Menschen aus dem autistischen Spektrum (ASS), Nutzende mit Legasthenie, mit Seh-, Lese- oder Hörbeeinträchtigungen oder Menschen mit körperlichen oder motorischen Behinderungen.

Bei vielen Themen des inklusiven Designs steht die Achtung der Geschlechtervielfalt im Mittelpunkt. Design soll geschlechtsneutral oder geschlechtersensibel sein, um niemanden auszuschliessen oder zu benachteiligen. So wächst beispielsweise das Bewusstsein für den sogenannten Gender Data Gap. Dieser bezeichnet fehlende oder unterrepräsentierte Daten eines Geschlechts, die für gesellschaftlich relevante Bereiche wichtig sind. Eine solche Lücke (Gap) tritt häufig zu Lasten von Frauen bzw. Menschen mit weiblichen Körpern auf und führt zu einer einseitigen Entwicklung in verschiedenen Lebensbereichen. Ein Beispiel ist die Produktgestaltung von Sicherheitsprodukten. Viele Produkte, wie etwa Sicherheitsgurte in Autos, sind auf männliche Körpermasse ausgelegt, was bei einem Unfall zu einem höheren Verletzungsrisiko für weibliche Körper führen kann.

Ein Bereich, der indirekt mit inklusivem Design zu tun hat, ist die Berücksichtigung von kognitiven Beeinträchtigungen und Leseschwächen, dem sogenannten Illettrismus.<sup>66</sup> Damit wird das Phänomen beschrieben, dass viele Menschen nicht über die allgemein erwarteten und geforderten Lese- und Schreibkompetenzen verfügen. Das schränkt die Teilhabe am sozialen, kulturellen, politischen und wirtschaftlichen Leben für diese Gruppe von Menschen ein. Um dem Problem zu begegnen, werden Texte zunehmend in leicht verständlicher Sprache formuliert und entsprechend visuell aufbereitet. Ziel ist es, Texte und Informationen einer breiten Leserschaft zugänglich zu machen, Kommunikationsbarrieren abzubauen und komplexe Inhalte in vereinfachter Form zu vermitteln. Solche Überlegungen können beispielsweise auch in die Gestaltung von Szenografien, Ausstellungen oder Gebrauchsanweisungen<sup>78,206</sup> einfließen.

Für Gestalter:innen erfordert das Erkennen von Inklusion im Design vor allem, sich für die Bedürfnisse verschiedener Bevölkerungsgruppen zu sensibilisieren und ihre Vorgaben sowie Erkenntnisse über die Bedürfnisse in die Entwürfe zu implementieren. Ob Bedürfnisse richtig erkannt und im Designprozess berücksichtigt werden, kann beispielsweise durch Akzeptanztests von Designlösungen überprüft werden. Aber auch unabhängige Beratungsstellen für Inklusion und barrierefreie Umweltgestaltung können Hilfestellung geben oder beratend hinzugezogen werden.

[25-26]  
Die Forschungsarbeit *Peva Speculum/Project* der Designerin Victoria Juretko befasst sich mit der Neugestaltung des Spekulums – eines der am häufigsten verwendeten und ältesten Instrumente in der Gynäkologie. Es dient zu Untersuchungszwecken der Einsicht in die Vagina. Da die Entwicklung des Spekulums vor allem von Männern geprägt ist, liegt der Fokus des Designs auf Handhabung und Funktionalität. Patientinnen hatten praktisch keinen Einfluss auf den Gestaltungsprozess.

Das Peva-Spekulum ist ein patientinnenorientiertes Untersuchungsinstrument, das gynäkologische Untersuchungen neu gestalten und denken möchte. Während herkömmliche Speküla oft als unangenehm und einschüchternd empfunden werden, ermöglicht das Peva-Spekulum durch sein ergonomisches Design eine Selbsteinführung und reduziert so das physische und psychologische Unbehagen während der Untersuchung.



## Finanzen

### Nachhaltige Kostenplanung

Eine Kostenplanung unter Berücksichtigung nachhaltiger Aspekte wird bereits in einer frühen Phase der Projektentwicklung relevant. Meist sind Unternehmen der Kreativwirtschaft in der Grobkonzeptphase mit der Einhaltung einer Kostenobergrenze oder der Erstellung einer Kostenschätzung gefordert. Um im weiteren Designprozess mögliche ökologische und soziale Nachhaltigkeitskriterien erfüllen zu können, müssen die finanziellen Ressourcen für die Umsetzung solcher Aspekte berücksichtigt werden. Eine Möglichkeit Nachhaltigkeitsaspekte in die Kostenschätzung einzubeziehen, besteht darin, auf der Grundlage von Erfahrungswerten einen pauschalen Prozentsatz einzuplanen. Die Höhe eines solchen Prozentsatzes hängt jedoch stark von der Ausrichtung, Größe und Komplexität der anstehenden Projekt- oder Produktentwicklung ab und ist mit entsprechenden Unsicherheitsfaktoren behaftet. Alternativ können kostenrelevante Nachhaltigkeitsaspekte im Vorfeld projektspezifisch ermittelt bzw. abgeschätzt werden und pauschal in die Planung einfließen. Solange die Berücksichtigung bestimmter Nachhaltigkeitsaspekte nicht auf gesetzlichen Vorgaben beruht, wird häufig davon ausgegangen, dass solche Massnahmen freiwillig und nur auf ausdrücklichen Wunsch der Auftraggebenden in die Projektentwicklung zu integrieren sind. Es besteht daher die Tendenz, sie als «Bonus» zu betrachten, wenn noch genügend finanzielle Mittel zur Verfügung stehen. Im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung sollte es jedoch selbstverständlich sein, dass es bei der Kostenplanung nicht um das «ob», sondern um das «wie» geht. Im Folgenden sind mögliche Kostentreiber eines nachhaltigen Planungsprozesses aufgelistet:

**Fachplanungs- und Beratungsleistungen** Fachleute, Unternehmen, NGOs oder Behörden können zu spezifischen ökologischen oder sozialen Themen beratend hinzugezogen

werden. Das Spektrum reicht von der punktuellen Einzelberatung bis hin zur Projektbegleitung über mehrere Projektphasen. Die Unterstützung durch externe Spezialist:innen<sup>78.60</sup> kann mit Kosten verbunden sein.

**Recherche- und Abklärungsaufwand** Abklärungen sind notwendig, um zum Beispiel die Verfügbarkeit von Rohstoffen zu prüfen, Informationen über mögliche Inhaltsstoffe zu erhalten oder Hintergründe zu sozialen Arbeitsbedingungen<sup>78.187</sup> zu recherchieren. Abklärungen wie sie beispielsweise die Designstrategie der Wiederverwendung (Re-Use)<sup>78.97</sup> erfordert, können zeitintensive Zusatzleistungen nach sich ziehen.

**Textarbeiten und Projektbeschreibungen** Die genaue Beschreibung der geplanten Nachhaltigkeitsmassnahmen ist insbesondere für eine Angebotseinhaltung oder Ausschreibung<sup>78.163</sup> erforderlich. So sind möglicherweise Recherche- und redaktionelle Arbeiten notwendig, um Kriterien wie die Materialherkunft oder geforderte soziale und ökologische Standards und Zertifikate in der Angebotseinhaltung oder Ausschreibung abzubilden. Dieser Aufwand sollte bei einer Kostenschätzung berücksichtigt werden.

**Zertifikate und Gütesiegel** Bei der Auswahl und Beschaffung von Materialien oder Dienstleistungen dienen Zertifikate und Gütesiegel<sup>78.154</sup> als Informationsquelle und Orientierungshilfe. Sie erleichtern die Bewertung und helfen bei der Einhaltung von Umwelt- und Sozialstandards. Die Verwendung von Gütesiegeln kann zusätzliche Kosten verursachen, da sie unter Umständen höhere Herstellungskosten oder eine teurere Materialbeschaffung entlang der Lieferkette zur Folge haben.

**Absicherung und Kontrolle** Um die Einhaltung geplanter sozialer und ökologischer Massnahmen sicherzustellen, sind Kontrollen<sup>78.201</sup> notwendig. Die externen Kosten für Audits, das heisst für die Kontrolle der Lizenzrechte, trägt in der Regel der oder die Lizenznehmende. Ein allfälliger Mehraufwand für selbst durchzuführende Kontrollen kann budgetiert werden.

**Logistik und Infrastruktur** Die Wiederverwendung von Rohstoffen, Komponenten oder Halbfabrikaten kann im Projekt Kosten für Transport, Logistik und eine eventuelle Zwischenlagerung verursachen. Dabei handelt es sich nicht unbedingt um zusätzliche Kosten, sondern um eine Kostenverschiebung im Vergleich zur Neubeschaffung. Gebrauchte Rohstoffe sind zwar in der Regel kostengünstiger, erfordern aber aufgrund des logistischen Aufwands oder der Zwischenlagerung zusätzliche finanzielle Mittel.

**Abschluss- und Projektdokumentation** Eine ordnungsgemäße Rückführung der eingesetzten Materialien in den

Rohstoffkreislauf ist nur dann möglich, wenn zukünftig eine eindeutige Identifizierbarkeit der jeweiligen Rohstoffe und Materialien möglich ist. Im Sinne der Nachhaltigkeit bietet die Projektdokumentation<sup>78.206</sup> hierfür eine wichtige Grundlage. Sie dient zudem auch als Basis für die fachgerechte Wartung und Instandhaltung<sup>78.222</sup> eines Produkts. Die Erstellung einer Projektdokumentation kann mit erheblichem Aufwand verbunden sein, der in den Kosten berücksichtigt werden sollte. Eine weitere Möglichkeit zur Aufbewahrung von Produktinformationen bieten meist kostenpflichtige digitale Plattformen zur Hinterlegung eines Produktpasses<sup>78.209</sup>.

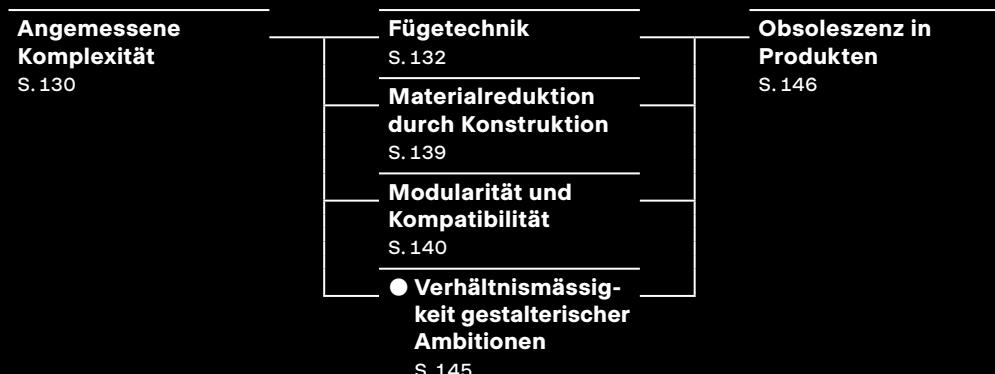
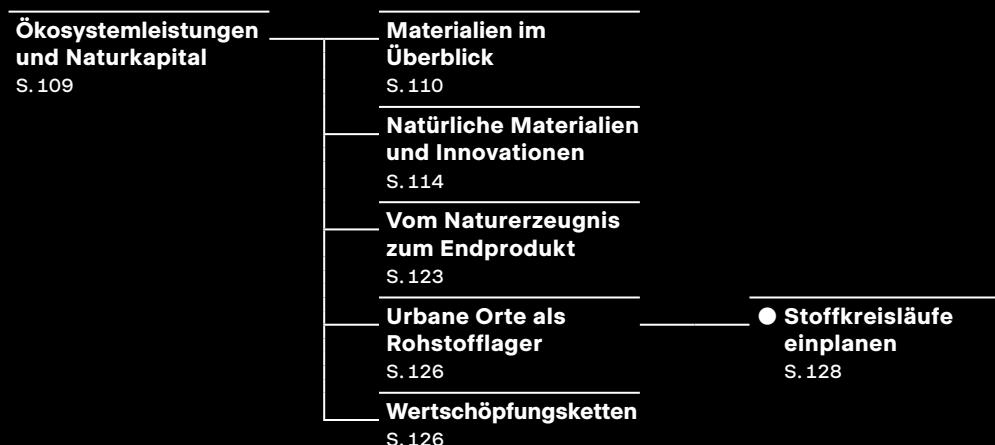


# Entwurf

2

## Strategie

## Technik



**Die Entwurfsphase ist ein dynamischer und kreativer Prozess, in dem eine Produkt- oder Projektidee im Wechselspiel zwischen Entwerfen und Verwerfen entsteht. Auf Grundlage des Grobkonzeptes geht ein Projekt von der Ideenfindung in den eigentlichen Gestaltungsprozess über. Dabei werden konzeptionelle und gestalterische Entscheidungen getroffen, die das Projekt massgeblich prägen und konkretisieren.**

Neben funktionalen, technischen und ästhetischen Anforderungen sind damit auch viele Weichenstellungen verbunden, die erheblichen Einfluss auf Nachhaltigkeitsaspekte haben. In diesem Kapitel werden daher neben grundlegendem Hintergrundwissen wichtige Konzepte, Strategien, Methoden und Techniken vorgestellt, die die Entwicklung eines nachhaltigen Projekts unterstützen.

## Konstruktion

Technik stellt das theoretische und praktische Wissen bereit, das für die Konstruktion von Objekten, Produkten, Verfahren und Systemen notwendig ist. Doch Technik ist nicht nur ein funktionales Instrument, sondern auch ein kulturelles Phänomen, das tief in den Alltag und die Lebenswelt der Menschen eingebettet ist. Gesellschaften entwickeln unterschiedliche technologische Kulturen, die beeinflussen, wie Technik verwendet, wahrgenommen und bewertet wird. Der Technikbegriff geht weit über die blosse Anwendung von Herstellungstechniken hinaus. Er umfasst die Wechselwirkungen zwischen Technik, sozialen Strukturen, kulturellen Werten, Machtverhältnissen und ethischen Fragestellungen. «Technik ist weder gut noch böse; noch ist sie neutral.»<sup>67</sup> Diese Aussage des Technikhistorikers Melvin Kranzberg beschreibt die Ambivalenz des Begriffs und die Notwendigkeit, ihn differenziert zu betrachten. Dies gilt gerade in Zeiten globaler Umweltkrisen, die zwar durch Technik verursacht, aber erst durch den gesellschaftlichen Umgang mit ihr hervorgerufen wurden.

Im Folgenden werden verschiedene Aspekte des Wirkens und der Wirkung von Technik behandelt: zunächst unter dem Begriff Hightech als dem hier so bezeichneten vorherrschenden Technikkonzept der Spätmoderne und anschliessend anhand ausgewählter Beispiele von Gegenentwürfen alternativer Technikkonzepte.

## Hightech

In den sogenannten hochentwickelten Gesellschaften der Spätmoderne gilt Technik grundsätzlich als Schlüssel zum Fortschritt. Sie ermöglicht Innovationen, die das Leben verbessern, Probleme lösen und neue Möglichkeiten eröffnen. Der Fortschrittgedenke



[27] Viele Hightech-Produkte sind zur alltäglichen Selbstverständlichkeit geworden. Auf den ersten Blick können sie banal erscheinen, sodass ihre Komplexität oft nicht auffällt. Ein Beispiel hierfür ist Backpapier: Eine Beschichtung aus Silikon macht es hitzebeständig bis 300 °C. Im Gegensatz dazu steht die Lowtech-Lösung für dasselbe Problem: Vor dem Backen kann ebenso einfach Mehl auf ein Backblech ausgestreut werden, um einen ähnlichen Effekt zu erzielen. Das ist nicht nur kostengünstig, sondern spart auch Ressourcen.

ist stark mit der Vorstellung verbunden, dass technologische Entwicklung zu wirtschaftlichem Wachstum, höherer Lebensqualität und damit zu sozialem Wohlstand führt.

Technik spielt eine zentrale Rolle in der Gesellschaft und gipfelt im Begriff des Hightech. Hightech steht dabei für Spitzentechnologie, die auf dem neuesten Stand der Wissenschaft und Technik basiert und oft hochkomplexe, innovative Lösungen für nahezu alle Lebensbereiche her vorbringt. Automatisierung, Digitalisierung und Globalisierung der Produktion stellen die grundlegenden technologischen Voraussetzungen für die Entwicklung von Hightech dar. Gleichzeitig sind Wissenschaft und Kapital die weiteren entscheidenden Faktoren, die es ermöglichen, solche Innovationen zu entwickeln, zu finanzieren und auf globaler Ebene zu nutzen. Hightech ist in nahezu allen Produkten allgegenwärtig, selbst hinter vermeintlich einfachen oder alltäglichen Dingen steckt häufig Spitzentechnologie in deren Materialzusammensetzung, Herstellungsverfahren oder Logistikketten. Aus diesen Gründen wird die weltweit vorherrschende Technikdoktrin in diesem Kontext als Hightech bezeichnet, wohlwissend, dass eine klare Abgrenzung zu anderen Formen der Technik nicht eindeutig möglich ist, es also viele Zwischenformen und hybride Ansätze gibt.

Die Allgegenwart von Hightech lässt sich leicht an einem Beispiel aus der Bekleidungsindustrie verdeutlichen: Moderne Kleidungsstücke, insbesondere im Sport- und Outdoor-Bereich, nutzen «intelligente» Materialien und Hightech-Textilien, die speziell entwickelt wurden, um den Komfort, die Leistung und die Hygiene der Träger:innen zu verbessern. Viele Sportbekleidungen verwenden Materialien, die Schweiß von der Haut ableiten und an die Oberfläche des Stoffes transportieren, wo er schneller verdunsten kann. Diese Funktion basiert auf chemischen und synthetischen Fasern wie Polyester oder Polyamid, die so konzipiert sind, dass sie Feuchtigkeit nicht speichern und atmungsaktiv sind. Um Körpergeruch zu verhindern, werden antibakterielle Beschichtungen oder Fasern mit Silberionen eingesetzt, die das Wachstum von geruchsverursachenden Bakterien hemmen. Sogenannte Phase-Change-Materialien absorbieren, speichern und geben bei Bedarf Wärme ab, um die Körpertemperatur zu regulieren. Viele der modernen Textilfunktionen basieren auf der Verwendung von Nanotechnologie. Diese Technologie ermöglicht es, Materialien auf molekularer Ebene zu verändern, um bestimmte Eigenschaften zu erzielen, ohne den Komfort oder die Flexibilität des Stoffs zu beeinträchtigen.



[28] Gerade im Sport- und Outdoor-Bereich werden viele Kleidungsstücke aus Hightech-Materialien gefertigt. Diese verbessern den Komfort, die Leistung und die Hygiene der Träger:innen. Ein Beispiel ist die Hochleistungsthermo wäsche Natyon 2.0. Viele funktionale Textilien basieren auf Nanotechnologie. Sie ermöglicht es, Materialien auf molekularer Ebene zu modifizieren, sodass sie bestimmte Eigenschaften erhalten.

Es gibt zahlreiche hightechbasierte Nachhaltigkeitsstrategien, die darauf abzielen, den Ressourcenverbrauch zu reduzieren, die Umweltbelastung zu minimieren und eine nachhaltige Entwicklung in verschiedenen Bereichen voranzutreiben. Im Zentrum dieser Strategien steht das Konzept des «grünen Wachstums»<sup>68</sup>, das davon ausgeht, dass wirtschaftliches Wachstum und Umweltschutz miteinander vereinbar sind und sich sogar gegenseitig verstärken können. Besonders Technologien zur Ressourceneffizienz<sup>7S.95</sup> spielen hierbei eine zentrale Rolle. Sie zielen darauf ab, den Material- und Energieverbrauch zu minimieren, also die Umwelt zu schonen, während gleichzeitig die Produktion und das Wirtschaftswachstum gesteigert werden. So setzen beispielsweise intelligente Hightech-Produktionstechnologien auf Automatisierung, Digitalisierung und künstliche Intelligenz (KI), um Produktionsprozesse effizienter zu gestalten. Generative Fertigungsverfahren wie beispielsweise 3D-Druck oder Lasersintern reduzieren Materialabfälle.

Ein Pfeiler des grünen Wachstums ist der Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energien<sup>7S.173</sup> und die Dekarbonisierung der Wirtschaft. Der Ausbau grossflächiger Photovoltaik- und Windkraftanlagen, Biomassekraftwerken sowie die Nutzung von Wasserkraftwerken stehen im Mittelpunkt der Strategie zur Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen.

Die Spitzentechnologie im Sinne des grünen Wachstums hält auch eine Reihe von Lösungen zur aktiven Bekämpfung des Klimawandels bereit, indem sie nicht nur die Emissionen von Treibhausgasen reduziert, sondern auch aktiv deren Auswirkungen auf das Klima abmildert. Eine der bekanntesten Technologien ist das «Carbon Capture and Storage»-Verfahren (CCS), ein Beispiel für einen sogenannten Geoengineering-Ansatz<sup>69</sup>. Bei CCS wird Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), das bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe oder in industriellen Prozessen entsteht, direkt am Ausstosspunkt abgefangen. Das CO<sub>2</sub> wird dann in unterirdische geologische Formationen wie erschöpfte Öl- und Gasfelder gepumpt, wo es langfristig gespeichert werden soll.

Die fortschreitende Technologisierung der Gesellschaften löst aber auch Kritik aus, die an verschiedenen Punkten ansetzt und zentrale Merkmale dieser Entwicklung infrage stellt. Denn Hightech steht zwar für technologischen Fortschritt, Wohlstand und die Förderung von Innovation, doch gleichzeitig ist das System, in dem diese Technologien entwickelt und genutzt werden, tief in die Strukturen einer konsumorientierten, wachstumsbasierten Wirtschaftsweise eingebettet. Dies führt zu einer Reihe von ökologischen und sozialen Problemen, die eine kritische Reflexion notwendig machen. Die gängigsten Kritikpunkte lassen sich wie folgt zusammenfassen:

**Problematik der Ressourcen** Hightech-Produkte erfordern grosse Mengen an Energie und an seltenen, oft nicht erneuerbaren Rohstoffen. Der Abbau und die Gewinnung dieser Ressourcen belasten die Umwelt stark, sie führen zu Bodenschäden, Entwaldung sowie hohem Wasserverbrauch und wirken sich negativ auf Ökosysteme aus.

**Energieaufwand und Abfall** Die Herstellung von Hightech-Produkten ist energieintensiv. Während die daraus resultierenden Technologien in vielen Fällen energieeffizient sind, verschärft der hohe Energiebedarf der Produktion die CO<sub>2</sub>-Belastung und trägt zur Klimaerwärmung bei. Aber auch der Betrieb von elektronischen Geräten und digitalen Techniken ist sehr energie- und ressourcenintensiv, selbst Internetabfragen, die Kommunikation mit Chatbots oder das Abrufen von Clouddateien verbrauchen jedes Mal Energie.

In der Industrie herrscht ein enormer Wettbewerbsdruck, der Unternehmen dazu zwingt, ständig neue Produkte auf den Markt zu bringen. Doch viele Produkte werden nur geringfügig verbessert, um den Konsumzyklus am Laufen zu halten, was eine nachhaltige Nutzung und Langlebigkeit<sup>7S.220</sup> der Produkte behindert und massive Mengen an Abfall<sup>7S.179</sup>, insbesondere Elektroschrott, verursacht.

**Hohe Kosten und soziale Ungerechtigkeit** Hightech-Produkte sind häufig teuer und schwer zugänglich für benachteiligte Bevölkerungsgruppen. Ständiger Innovationsdruck und die Preisgestaltung vieler Produkte verschärfen die soziale Kluft zwischen Wohlhabenden und sozial Schwächeren bzw. zwischen globalem Norden und Süden. Der Zugang zu moderner Technologie wird zum Statussymbol, was in wohlhabenden Gesellschaften zu sozialer Spaltung führt.

**Psychologische Obsoleszenz** Viele Hightech-Produkte dienen nicht nur als Werkzeuge des Fortschritts, sondern auch als Statussymbole und Ausdruck eines Lebensstils. Das ständige Streben nach dem neuesten Smartphone oder den modernsten Gadgets ist ein zentraler Bestandteil der Konsumkultur und fördert die Vorstellung, dass sozialer Erfolg und technologischer Fortschritt eng miteinander verknüpft sind. Diese Entwicklung stellt eine Form der psychologischen Obsoleszenz<sup>7S.146</sup> dar.

**Kontrollverlust** Oft sind Hightech-Produkte so gestaltet, dass ihre inneren Funktionsmechanismen für die Nutzenden nicht nachvollziehbar sind, was zu einer Entfremdung zwischen Nutzer:in und Objekt führt. Kund:innen können diese Technologien zwar verwenden, haben jedoch keine Kontrolle oder tieferes Verständnis für die

internen Prozesse. Diese Intransparenz erzeugt ein Gefühl der Abhängigkeit und Ohnmacht, da wichtige Entscheidungen getroffen werden – etwa durch Algorithmen –, ohne dass die Nutzenden genau wissen, wie diese Entscheidungen zustande kommen oder ihnen zustimmen könnten. Zur Entfremdung trägt auch der komplexe Aufbau vieler Hightech-Produkte bei, deren Konstruktion oft als Black Box erscheint. Der zunehmende Einsatz von künstlicher Intelligenz in Entscheidungsprozessen erhöht die Abhängigkeit der Gesellschaften von komplexen Technologien zusätzlich.

### Alternative Technologien

Die Kritik an modernen Technologien und ihren Auswirkungen auf Natur und Gesellschaft ist seit Beginn der Industrialisierung zu beobachten. Doch erst in den 1970er Jahren, als die Umweltbewegung durch verschiedene Indikatoren wie zunehmende Umweltverschmutzung und -zerstörung, Artensterben, Klimaerwärmung und die Gefahren der Kernenergienutzung ins gesellschaftliche Bewusstsein rückte, entstanden umfassendere Konzepte alternativer Technologien. Die Transformationsforscherin Andrea Vetter unterteilt Technikkritik in drei Strömungen, die sich auch miteinander verbinden können:<sup>70</sup>

**Technikkritik als Sozialkritik** Sie problematisiert, dass in technische Artefakte und Infrastrukturen Ungleichheiten eingebaut sind, sodass nur bestimmten Menschen Zugang zur Gestaltung und/oder Nutzung der jeweiligen Technik gewährt wird, während andere davon ausgeschlossen werden.

**Technikkritik als Zivilisationskritik** Sie thematisiert, inwie weit gesellschaftliche Strukturen durch Artefakte oder Infrastrukturen aufgelöst werden oder sie zu einer Entfremdung der Menschen von alltäglichen Tätigkeiten und Lebenszusammenhängen führen, also intakte gesellschaftliche Strukturen durch Technik aufgelöst werden.

**Technikkritik als Ökologiekritik** Sie adressiert die Umwelterstörungen, die Artefakte und Infrastrukturen durch Herstellung, Nutzung oder Entsorgung bei lebenden Organismen anrichten – seien es Pflanzen, Tiere oder Menschen.

Viele alternative Technologieansätze reagieren in unterschiedlicher Gewichtung auf mehrere der oben genannten Kritikpunkte. Sie sind aus dieser Kritik am vorherrschenden System des technischen Fortschritts zu verstehen, werden aber von unterschiedlichen, sich teilweise überlappenden Thematiken motiviert.

Es geht ihnen dabei nicht um die Negation der Technik an sich, sondern um die Forderung nach einem anderen Umgang mit ihr, mit dem Ziel einer zukunftsfähigen, gesellschaftlichen Praxis und/oder anderen Wertvorstellungen.

Im Folgenden werden Konzepte alternativer Technologie vorgestellt, die bis heute fortwirken, diskutiert oder praktiziert werden. Ihnen ist gemeinsam, dass sie sich von ressourcenintensiven und umweltschädlichen Technologien abgrenzen und einen vermeintlich ökologisch nachhaltigeren, sozial gerechteren und häufig dezentraleren Ansatz verfolgen.

### Anangepasste Technik

Das Prinzip der «angepassten Technik» ist ein gesellschafts- und zivilisationskritisches Konzept alternativer Technologie, das versucht, den Auswirkungen kapitalistisch-moderner Techniknutzung und der damit einhergehenden sozialen Ungleichheit und gesellschaftlichen Entfremdung entgegenzuwirken. Es wurde in den 1970er Jahren durch den Ökonom Ernst Friedrich Schumacher mit seinem Werk *Small is Beautiful: Economics as if People Mattered*<sup>71</sup> bekannt. Schumacher argumentierte, dass Technik den Menschen und der Umwelt dienen sollte, anstatt reine Wachstums- und Profitziele zu verfolgen.

Eine angepasste Technik zeichnet sich durch einfache und oft niedrigtechnologische Lösungen aus, die in der Herstellung keine spezialisierten Kenntnisse oder komplexen Maschinen erfordern. Sie ist so konzipiert, dass sie von den Menschen, die sie nutzen, selbstständig installiert, gewartet und repariert<sup>72</sup> werden kann. Angepasste Technik soll kostengünstig sein, verwendet lokal<sup>73</sup> verfügbare, nachhaltige Materialien<sup>74</sup> und kann dezentralisiert hergestellt werden. Sie zielt darauf ab, sozial gerechte Lösungen zu schaffen, indem

[29–30]  
In Regionen, in denen Menschen keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser haben, legen sie oftmals täglich mehrere Kilometer zurück, um Wasser zu holen. Diese körperlich anstrengende und zeitintensive Arbeit wird durch den Hippo Roller erleichtert, der exemplarisch für ein Design der angepassten Technik steht. Er hat ein Fassungsvermögen von 90 Litern und kann dank seines verlängerten Griffes über den Boden geschoben oder gezogen werden. Das Fass ist so konstruiert, dass es auch in unwegsamem Gelände benutzt werden kann, dass es standhält und selbst Kindern oder älteren Benutzer:innen einen mühelosen Wassertransport über weite Distanzen ermöglicht.



sie den Zugang zu Technologie für alle ermöglicht. Die betont kleinskaligen Umsetzungen umfassen Solarkocher, Windpumpen oder Selbstbaukonzepte für Häuser. Schumacher bezog sich vor allem auf die technologische Entwicklung in den Ländern des globalen Südens, das Konzept hat aber den Technikdiskurs in den Industrieländern massgeblich beeinflusst und zu Konzepten wie Open Source<sup>78</sup> oder Lowtech<sup>77</sup> inspiriert.

### Bionik

Zusammengesetzt aus den Begriffen Biologie und Technik beschäftigt sich Bionik mit der Übertragung von Phänomenen aus der Natur in die Technik.<sup>72</sup> Diese Übertragung kann sowohl einfache Konstruktionsmechanismen als auch ganzheitlich gedachte Funktionsprinzipien umfassen. Die Übersetzung biologischer Kreisläufe<sup>78</sup> in die Technosphäre für eine ökologische Wirtschaftsweise hat ihren Ursprung in der Ökologiekritik und versteht sich als Alternative zu den umweltzerstörenden Praktiken der linearen Wirtschaftsweise.

Bionische Technikkonzepte zielen darauf ab, dass bei der Produktion keine Abfälle<sup>79</sup> und Emissionen entstehen und die Produkte am Ende ihres Lebenszyklus wieder in den Kreislauf zurückgeführt werden. Das Prinzip «Cradle to Cradle» (C2C) ist ein Beispiel hierfür. Es bildet ein bewusst an die Industrie anschlussfähiges Konzept, basierend auf der Idee der Bionik. Das Ökodesign-Konzept verfolgt einen Produktlebenszyklus «von der Wiege zur Wiege» und nicht «von der Wiege zur Bahre», wie es üblicherweise bei einer linearen Wirtschaftsweise der Fall ist. Der Begriff «Cradle to Cradle» geht ursprünglich auf das gleichnamige Buch der Autoren Michael Braungart und William McDonough<sup>73</sup> zurück. Mittlerweile ist es eine eingetragene Marke, die heute weltweit Unternehmen als Anwender:innen dieser Produktionsweise berät und zertifiziert.

Braungart sieht in seinen Lösungen ein Prinzip «intelligenter Verschwendungen»<sup>74</sup> und propagiert ausdrücklich Wirtschaftswachstum, auf Basis von C2C-Materialien. Die «naturnahe Produktion», die Braungart anstrebt, beruht auf drei Prinzipien: «Abfall bedeutet Nahrung», «Nutzung der fortlaufenden Zufuhr von Sonnenenergie» und «Förderung von Vielfalt».<sup>75</sup> Dabei sollten zwei getrennte Produktkreisläufe berücksichtigt bzw. geschaffen werden: einen mit «biologischen Nährstoffen», bei dem das Produkt nach Gebrauch vollständig biologisch abgebaut wird, und einen Produktkreislauf für «technische Nährstoffe», der sicherstellt, dass die Materialien vollständig recycelt<sup>78</sup> werden können und nicht aus dem Kreislauf gelangen. Ein technischer Nährstoff sei, so Braungart «ein Material, das sicher in einem geschlossenen Kreislauf der Herstellung verbleibt, um später wiedergewonnen und wieder

benutzt zu werden (technischer Metabolismus)».<sup>76</sup> Um solche Kreisläufe zu schaffen, müsse im Grunde jedes Produkt noch einmal neu erfunden werden, «und zwar so, dass es entweder biologisch oder technisch nützlich ist».<sup>77</sup>

### Lowtech

Ähnlich wie das Prinzip der angepassten Technik<sup>75</sup> bezieht sich das Konzept von Lowtech auf einen grundsätzlich anderen, postwachstumsorientierten Ansatz als die wachstumsorientierte Hightech-Wirtschaft<sup>70</sup>. Außerdem berücksichtigt Lowtech die ökologische Nachhaltigkeit und bezieht seine Position aus sozialer und ökologischer Technikkritik.

Lowtech orientiert sich an einem Suffizienzansatz<sup>78</sup>, indem einfache und damit robuste Produkte mit möglichst lokal<sup>79</sup> verfügbaren Materialien und Techniken dezentral hergestellt werden. Statt komplexer, anfälliger und teurer Technik werden grundlegende physikalische Prinzipien als Lösungsansätze genutzt, aber auch bewährte, traditionelle Konstruktionsprinzipien<sup>80</sup> und -methoden kommen zum Einsatz. Reparierbarkeit<sup>81</sup>, Zugänglichkeit und Aneignung durch die Nutzenden sind wichtige Teilespektive des Lowtech-Ansatzes, genauso wie Langlebigkeit<sup>82</sup> und eine suffiziente, nachhaltige Wirtschaftsweise.



[31]

Der Begriff Lowtech steht für einfach konstruierte und leicht verständliche Produkte. Ein Fahrrad mit seinen mehreren hundert Einzelteilen erscheint auf den ersten Blick zwar komplex, im Vergleich zu anderen Fortbewegungsmitteln wie einem Auto ist es jedoch sehr einfach aufgebaut. Zudem verbraucht es kaum Energie und kann weitgehend selbst gewartet und repariert werden. Das Lowtech-Konzept lehnt die industrielle Fertigung nicht grundsätzlich ab, sofern bewährte und allgemein verfügbare Fertigungstechniken und Materialien zum Einsatz kommen.

Die Verhältnismässigkeit<sup>83</sup> des Technikeinsatzes ist hierbei ein zentrales Thema. Der Ingenieur und Journalist Philippe Bihouix plädiert in seinem Buch *L'age des Low Tech* für eine ausgewogene Gewichtung von lokaler Produktion, Technikeinsatz und Nutzen: «Nehmen wir das Beispiel eines Fahrrads. Selbst ein einfaches Modell besteht aus mehreren hundert Teilen, von denen die meisten einen technischen Inhalt haben,

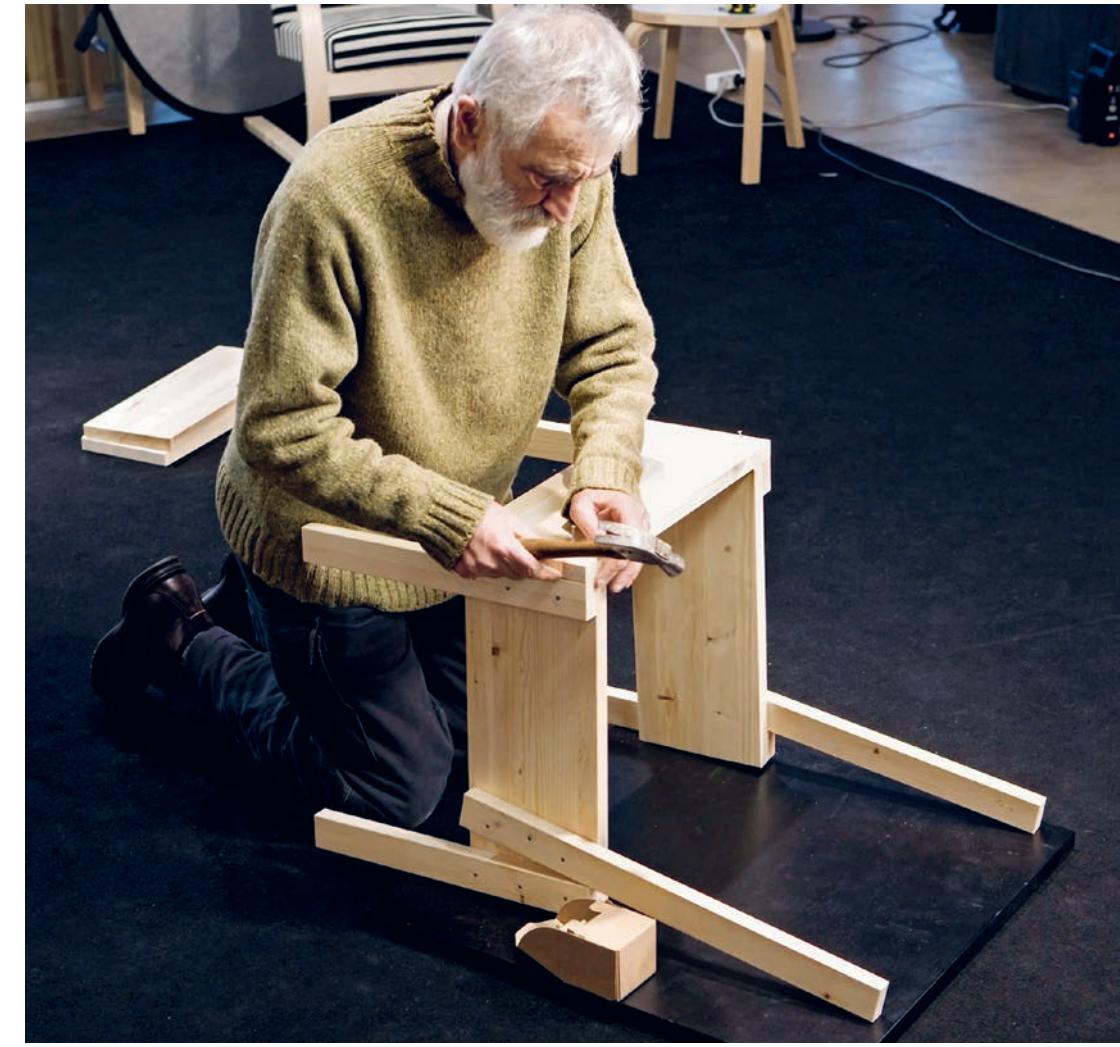
der nicht <lokal> handhabbar ist: Metallurgie von Legierungen und unterschiedlichen Metallen, Bearbeitung und Montage von Teilen, Vulkanisierung von Gummireifen, Herstellung von Korrosionsschutzfarben oder von Fett für die Kette ... Fragen Sie einen Dorfmechaniker, ob er Ihnen eine Kettenabschaltung macht! Nach der Herstellung ist es jedoch auch für den Normalbürger möglich, die Funktionsweise eines Fahrrads zu verstehen und es zu reparieren. Ein Netz von Reparateuren, die Zugang zu einfachen Ersatzteilen haben, kann das Fahrrad über viele Jahre, wenn nicht sogar praktisch unbegrenzt, in Schuss halten.»<sup>78</sup>

Industrielle Fertigung wird also nicht grundsätzlich abgelehnt, vielmehr werden Standardisierung und Halbfabrikate als Grundlage genutzt, um günstige, robuste und leicht reproduzierbare Objekte dezentral produzieren zu können. Effizienz<sup>79</sup> wird demnach nur so weit getrieben, wie sie aus Nachhaltigkeitsgründen sinnvoll erscheint: «Für einige Anwendungen wäre es sicherlich besser, etwas an Effizienz zu verlieren, dafür aber einfach und robust zu sein, bewährte Materialien und Technologien zu verwenden und die lokalen Fähigkeiten zur Pflege, Reparatur, Wartung und Verwaltung von Gegenständen, Werkzeugen und technischen Systemen zu stärken.»<sup>79</sup>

Hinter Lowtech steckt demnach weit mehr als nur die Herstellung einfacher, leicht verständlicher Produkte. Vielmehr geht es um einen ganzheitlichen Ansatz, der auf Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung und Anpassungsfähigkeit abzielt.



[32] Lowtech-Lösungen sind oft naheliegend. Ein Beispiel ist der bewusste Verzicht auf komplexe, energieintensive Geräte wie einen Trockner, indem nasse Wäsche einfach auf einem Wäscheständer zum Trocknen aufgehängt wird.

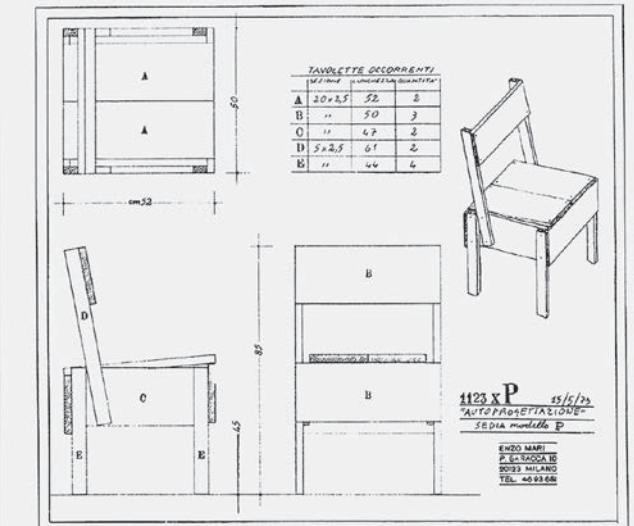


### Open Source

Open Source ist eine bewusst sozialkritische Initiative, die das Recht aller Menschen auf Zugang zu Informationen verfolgt. Sie basiert auf der Überzeugung, dass Wissen und Technologie frei zugänglich sein sollten, anstatt von Unternehmen kontrolliert oder monopolisiert zu werden. Open Source geht dabei weit über technische Aspekte hinaus und ist ein gesellschaftliches Modell, das auf Transparenz, Teilhabe und Kollaboration setzt.

Seinen Ursprung hat die Initiative in der Do-it-yourself-Bewegung<sup>80</sup>, aber auch in der Hacker-Bewegung der 1980er Jahre. Darüber hinaus spielten Softwareunternehmen eine wichtige Rolle bei der Verbreitung der Open-Source-Bewegung.<sup>80</sup> Um eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Software durch die Nutzenden zu ermöglichen, sollte der Quelltext offen gelegt und gemeinsam genutzt werden. Daraus ergab sich die Erkenntnis, dass Wissen generell offen und frei zugänglich

[33–34] Der italienische Designer Enzo Mari veröffentlichte 1974 in seinem Buch *Autoprogettazione? Möbelentwürfe zum Selbermachen*. Damit schuf er einen Generalentwurf zum kapitalistischen Paradigma des Massenkonsums und demokratisierte Design, indem er Baupläne zur Verfügung stellte, die es ermöglichen, mit Standardmaterialien, einfachen Werkzeugen und wenig Erfahrung qualitativ hochwertige, langlebige und ansprechende Möbel herzustellen.



sein sollte. Dieses Prinzip wurde später auf die Herstellung von Gütern unter dem Oberbegriff Open-Source-Hardware übertragen. Die Definition von «Open Hardware» wird durch die Non-Profit-Organisation OSHWA<sup>81</sup> verwaltet, sie umfasst folgende Kriterien: «Open-Source-Hardware ist Hardware, deren Baupläne öffentlich zugänglich gemacht wurden, sodass alle sie studieren, verändern, weiterverbreiten sowie darauf basierende Hardware herstellen und verkaufen können. Die Quelldateien der Hardware, die Dateien, mit denen sie produziert wird, sind verfügbar gemacht worden – im für Veränderungen bevorzugten Format. Im Idealfall nutzt Open-Source-Hardware fertig erhältliche Komponenten und Materialien, Standardprozesse, offene Infrastrukturen und frei nutzbare Inhalte, um damit die Möglichkeiten aller zu maximieren, die Hardware zu bauen und zu verwenden. Open-Source-Hardware gibt Menschen die Freiheit, ihre Technik zu kontrollieren, während sie Wissen teilen, und fördert mit dem offenen Austausch von Bauplänen Handel und Gewerbe.»<sup>82</sup>

[35–36]  
Die Organisation «Precious Plastic» betreibt eine Open-Source-Plattform für das Recycling von Kunststoffabfällen. Weltweit fördert sie die Gründung von Gemeinschaften, die Plastik sammeln und recyceln. Ihr Wissen, ihre Prozesse, Methoden und Werkzeuge werden online und kostenlos zur Verfügung gestellt, um Menschen oder Unternehmen zu ermöglichen, selbst neue Produkte, wie zum Beispiel Smartphone-Schutzhüllen, in Kleinserie herzustellen.



Damit ein Produkt das Prädikat «Open-Source-Hardware» beanspruchen kann, wurden folgende acht Kriterien festgelegt:<sup>83</sup>

- 1. Designdateien werden veröffentlicht**
- 2. Montageanleitungen werden veröffentlicht**
- 3. Eine Stückliste wird veröffentlicht**
- 4. Ein Beitragsleitfaden wird veröffentlicht**
- 5. Veröffentlichte Dateien werden im Originalformat freigegeben**
- 6. Verwendung eines Versionierungssystems**
- 7. Verwendung eines «Issue Management Systems»**
- 8. Veröffentlichung der Informationen unter einer Lizenz, die eine kommerzielle Weiterverwendung ermöglicht.**

Open-Source-Hardware-Produkte werden häufig in sogenannten «FabLabs» oder «Makerspaces» hergestellt. In den meist kollektiv geführten, offenen Werkstätten wird Wissen geteilt und es stehen Werkzeuge und Maschinen zur Verfügung, um Objekte im Selbstbau zu realisieren. Meist ist die Ausstattung mit digital gesteuerten Maschinen wie 3D-Druckern oder Lasercuttern verbunden. Open-Source-Hardware nutzt also gezielt auch moderne Hightech-Technologien<sup>84,70</sup>, verfolgt jedoch einen unkommerziellen Ansatz der Offenheit und Transparenz, der es ermöglicht, die Designs, Baupläne und technischen Spezifikationen öffentlich zugänglich zu machen.

### DIY – Selbermachen

DIY ist die Abkürzung des englischen «Do it yourself» und steht für die Aufforderung, Dinge selbst herzustellen, zu kreieren oder zu reparieren. Die DIY-Bewegung ist weniger ein Konzept als eine populärkulturelle «Bottom-up-Bewegung», die keine festen Regeln oder dogmatischen Prinzipien verfolgt. Sie zeichnet sich durch ihre offene Struktur aus, die es allen ermöglicht, nach eigenen Vorstellungen und Fähigkeiten aktiv zu werden. Die treibende Kraft hinter der DIY-Bewegung ist die Selbstermächtigung der Nutzenden. Es geht darum, Dinge aus Freude und mit kreativer Freiheit selbst zu gestalten, anstatt auf vorgefertigte, kommerzielle Produkte zurückzugreifen.

Was seit Menschengedenken selbstverständlich war, nämlich Dinge selbst herzustellen, geriet seit dem Beginn der Industrialisierung und der damit einhergehenden Arbeitsteilung und beruflichen Spezialisierung zunehmend aus dem Blickfeld. Mit der industriellen Revolution änderte sich die Art und Weise, wie Produkte hergestellt werden. Die Produktion verlagerte sich von der handwerklichen Fertigung zur Massenproduktion in Fabriken. Dies führte zu einem Rückgang des Selbermachens im Alltag, da Produkte immer günstiger und leichter

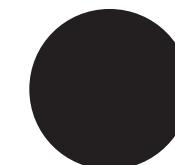
verfügbar wurden. Selbstversorgung und Handwerk traten daher in den Hintergrund. Ab den 1950er Jahren kam es vor allem in den westlichen Ländern zu einer Renaissance des Selbermachens, die zunächst von der Industrie unter dem Begriff «Do it yourself» initiiert wurde. Die Motivation war zum einen, den Heimwerker:innen attraktive Angebote zu machen, um Kosten zu sparen, zum anderen aber auch, mit der zunehmenden Freizeit einen neuen Wirtschaftszweig, das Hobby, zu erschliessen. In jener Zeit wurde der DIY-Begriff vor allem in von der Industrie herausgegebenen Zeitschriften und Büchern populär, die Heimwerkeranleitungen mit praktischen Tipps für Hausrenovierungen, handwerkliche Projekte oder Gartenarbeit enthielten.

In den 1960er Jahren wurde DIY zum Symbol für Gegenkultur und Selbstermächtigung. Die Punk-Bewegung griff die DIY-Philosophie auf, indem Bands ihre eigenen Platten produzierten, selbst gemachte Magazine herausgaben und ihre Kleidung selbst entwarfen. Diese Bewegung richtete sich gegen das kommerzielle Musik- und Modegeschäft und förderte die Idee, dass alle kreativ sein und ihre eigenen Produkte herstellen können. Auch die Hippie- und die Umweltbewegung griffen auf DIY-Praktiken zurück. Hier ging es vor allem um Selbstversorgung, Nachhaltigkeit, Autonomie und die Abkehr von der Konsumgesellschaft. Der Bau von Häusern, die Gewinnung alternativer Energien<sup>73</sup>, der Anbau von Nahrungsmitteln und die Herstellung von Gebrauchsgegenständen wurden vielfach in Gemeinschaften praktiziert.

Mit dem Aufkommen der Heimcomputer in den 1980er Jahren weitete sich die DIY-Bewegung auf den Bereich der digitalen Technologien aus. Elektronikbastler:innen begannen, ihre eigenen Computer zu bauen, zu modifizieren und zu programmieren. Die Entwicklung von Open-Source-Software in den 1990er Jahren entsprach ebenfalls den Prinzipien der DIY-Bewegung, indem sie freie und zugängliche Werkzeuge zur Verfügung stellte, mit denen Menschen ihre eigene Software erstellen konnten. In den späten 1990er und frühen 2000er Jahren entstand die «Maker»-Bewegung, eine moderne Erweiterung der DIY-Bewegung, die sich auf den Einsatz von 3D-Druck und elektronischen Geräten konzentriert. Maker Spaces und Fab-Labs schaffen heute Orte, an denen Menschen gemeinsam an Projekten arbeiten, Maschinen und Werkzeuge teilen und ihr Wissen austauschen können.

Das Internet hat die DIY-Bewegung schliesslich weiter revolutioniert, indem es Menschen weltweit ermöglicht, Wissen und Anleitungen auszutauschen. Online-Plattformen bieten eine Fülle von Tutorials und Schritt-für-Schritt-Anleitungen, von handwerklichen Projekten über Kochrezepte bis hin zu elektronischen Basteleien. Mit DIT – «Do it together» – hat sich die DIY-Bewegung um einen kollektiven Ansatz erweitert,

der die Zusammenarbeit stärker betont. Während DIY die Selbstbefähigung betont, erweitert DIT diesen Ansatz um den gemeinsamen Prozess, in dem Gruppen und Gemeinschaften zusammenarbeiten, um etwas zu schaffen oder zu erreichen. Es fördert das Bewusstsein für kollektive Verantwortung, die nachhaltige Nutzung von Ressourcen und die Stärkung gemeinschaftlicher Netzwerke, in denen Wissen und Ressourcen frei geteilt werden.<sup>84</sup> Indem Menschen lernen, zusammen Dinge selbst herzustellen, zu reparieren oder zu modifizieren, gewinnen sie Unabhängigkeit von Konsumstrukturen. Die DIY/DIT-Bewegung fördert somit das Selbermachen als Form der Selbstbestimmung, des Wissensaustauschs und der Kreativität sowie der Produktion von Gemeingütern, ohne dass eine einheitliche Ideologie oder ein festgelegtes Set an Regeln existiert.



### Technologien kombinieren

In den im vorangegangenen Kapitel aufgeführten Ansätzen alternativer Technologien<sup>75</sup> handelt es sich zumeist um Konzepte, die auf einer bestimmten ethischen und/oder philosophischen Sichtweise beruhen. Gerade in der Praxis erscheint es jedoch schwierig, diese in Reinform umzusetzen. Schwierigkeiten bereiten zum Beispiel eine kostenintensive Herstellung, mangelnde (kulturelle) Akzeptanz, fehlender Forschungsstand oder eine nicht konforme Gesetzeslage<sup>76</sup>.

Auf der Ebene der Gestaltung von Objekten, Produkten oder Räumen lassen sich jedoch aus den Ansätzen alternativer Technologien durchaus konkrete Handlungsweisen, Strategien oder Prinzipien ableiten, die einem nachhaltigen Gestaltungsansatz dienlich sein können. Zum einen lassen sich alternative Ansätze als Leitmotive für eine Unternehmensführung in Bezug auf soziales, ethisches oder ökologisches Wirtschaften heranziehen. Zum anderen können konkrete, handlungsbezogene Kriterien alternativer Techniken angewendet werden. Gerade in der Möglichkeit, verschiedene Technologiekonzepte so miteinander zu kombinieren, dass sich konkrete Handlungsoptionen, Mehrwerte und Synergien ergeben, liegt ein grosses Potenzial.

Die Kombination von Lowtech- und Hightech-Ansätzen<sup>77</sup> bietet beispielsweise Potenziale für eine hybride Technologie, die einerseits auf Einfachheit, Robustheit und Langlebigkeit<sup>78</sup> beruht, andererseits aber effiziente, intelligente Verfahren und Systeme nutzt. Insbesondere digitale Planungswerzeuge, mit denen eine hohe Effizienz<sup>79</sup> in Produktion und Nutzung erreicht werden kann, um ein möglichst ressourcenschonendes, robustes und auf das Wesentliche reduziertes Objekt zu erhalten, ist eine bereits erprobte Kombination

dieser eigentlich unterschiedlichen Technologiekonzeptionen. Insbesondere natürliche Materialien<sup>78.114</sup> und traditionelle, vernakuläre Lowtech-Bauweisen können durch digitale Werkzeuge und Robotik für neue Anwendungsbereiche erschlossen werden. So gibt es bereits 3D-gedruckte Strukturen und Objekte aus Lehm<sup>85</sup> oder Flechtwerke, die mit Robotertechnologie geflochten werden<sup>86</sup>. Ein weiteres Beispiel sind Lastenräder, die mit einem elektrisch unterstützten Antrieb ausgestattet ihr Einsatzspektrum erweitern und insbesondere im urbanen Raum zu einer konkurrenzfähigen Lowtech-Alternative zum Auto werden.



Partizipative Gestaltungsprozesse<sup>78.105</sup>, inspiriert von der DIY-Bewegung<sup>78.81</sup>, können auch in kommerziellen Planungsprozessen eingesetzt werden, um die Nutzenden in den Planungsprozess einzubeziehen und so eine möglichst nachhaltige Lösung zu finden. Durch ein alternatives Verständnis von Ökonomie können Produkte auf den Markt gebracht werden, die als Produkt zwar einem konventionellen Hightech-Schema entsprechen, aber zum Beispiel nicht gekauft, sondern nur geliehen werden können und durch das Rücknahmekonzept der Hersteller:innen wieder in den Markt zurückgeführt werden. Dies führt letztlich zu einer höheren Langlebigkeit.

Zukünftige Anwendungen KI-gestützter Ideenfindungsprozesse könnten bereits vor der eigentlichen Produktintention aufzeigen, in welche Richtung das Projekt gehen sollte, wenn die Systemgrenzen der Nachhaltigkeitsberechnung eines geplanten Objekts möglichst weit ausgedehnt werden und somit der Entwicklungsprozess bereits frühzeitig in Richtung eines nachhaltigen Produkts gelenkt werden soll. So könnte die Lösung eines Projektes nicht ein Produkt, sondern ein suffizientes Konzept<sup>78.94</sup> für veränderte Verhaltensweisen, eine bisher fehlende Dienstleistung oder etwas Ähnliches sein.

[37]  
Durch die Kombination verschiedener Technologiekonzepte können die jeweiligen Vorteile genutzt und miteinander kombiniert werden. Ein Beispiel hierfür sind Lastenräder, die mit elektrischer Unterstützung ihr Einsatzspektrum erweitern und insbesondere im urbanen Raum eine konkurrenzfähige, umweltfreundliche Lowtech-Alternative zum Auto darstellen.

## Strategie

«Ecodesign», «Sustainable Design» oder ökointelligentes Entwerfen umschreiben Strategien und Methoden, Produkte so zu gestalten, dass ihre Umweltbelastungen über den gesamten Lebenszyklus minimiert sind und ihre Herstellung unter sozial fairen Bedingungen erfolgt. Ökosysteme geben mit ihren Ökosystemleistungen durch das Naturkapital<sup>78.109</sup> die Obergrenze der Ressourcennutzung vor. Um die Ökosysteme nicht zu übernutzen, müssen Produkte entsprechend nachhaltig gestaltet werden.

### Nachhaltig entwerfen

Ein grosser Teil der Umweltauswirkungen eines Produkts wird bereits bei dessen Gestaltung definiert. Somit spielt die Produktgestaltung eine Schlüsselrolle für die Nachhaltigkeit von Produkten. Die Gestaltung muss einen ganzheitlichen Ansatz verfolgen, der alle Lebenszyklusphasen eines Produkts berücksichtigt, um negative Umweltauswirkungen zu verringern oder gänzlich zu vermeiden. Im Allgemeinen zeichnet sich ein nachhaltig gestaltetes Produkt dadurch aus, dass es während seiner Herstellung und Nutzung sowie am Ende seines Lebenszyklus möglichst wenig Ressourcen und Energie<sup>78.172</sup> verbraucht und keine gefährlichen oder umweltschädlichen Stoffe<sup>78.181</sup> enthält oder freisetzt. Das bedeutet, dass bei der Produktion möglichst wenig Abfall<sup>78.179</sup> und Emissionen entstehen, die Güter möglichst lange genutzt werden können und während der Nutzung möglichst wenig zusätzliche Verbrauchsmaterialien und Energie benötigt werden. Zu diesen ökologischen Nachhaltigkeitskriterien kommen soziale Aspekte einer nachhaltigen Gestaltung hinzu, die Themen wie soziale Verantwortung<sup>78.187</sup> in der Herstellung oder Inklusion<sup>78.61</sup> im Design umfassen. Nachhaltiges Produktdesign betrachtet und berücksichtigt daher

die Auswirkungen des geplanten Produkts entlang der Lebenszyklusperspektive seiner gesamten Wertschöpfungskette<sup>78 S. 126</sup>, von der Auftragssituation über die Rohstoffbeschaffung, die Produktion, die Nutzung bis hin zur Verwertung.

Für die praktische Anwendung nachhaltiger Entwurfsprozesse bestehen verschiedene Strategien, Methoden, Konzepte, Kategorisierungen und Prüfkriterien, die als Orientierungshilfe dienen können. Es existieren umfassende Konzepte wie die Kreislaufwirtschaft<sup>87</sup>, Checklisten wie die «Zero Waste Pyramid»<sup>88</sup>, praxisnahe Methoden wie die 9R-Strategien<sup>89</sup> oder breit anwendbare Strategien wie die drei Leitstrategien der Nachhaltigkeit<sup>90</sup>. Individuell verfasste Manifeste oder Chartas von Designer:innen, Planungsbüros oder Bildungsinstitutionen zeigen das Bedürfnis nach überschaubaren, praxisnahen Regeln, um das eigene Arbeitsethos hinsichtlich einer nachhaltigen Entwurfshaltung zu klären. Beispiele hierfür sind die «Zehn Thesen für gutes Design»<sup>91</sup> von Dieter Rams, die «10 Circular Design Guidelines»<sup>92</sup> von Stefan Diez oder das «Oslo Manifesto»<sup>93</sup>, das sich an den Zielen der SDGs<sup>78 S. 55</sup> (Sustainable Development Goals) orientiert. Konkret können solche Methoden in der Praxis zum Beispiel im Prinzip der Wiederverwendung<sup>78 S. 97</sup> als Entwurfsansatz bzw. im Re-Use-Design angewendet werden. Diese eher technisch orientierten Strategien werden ergänzt durch soziale Strategien wie die des partizipativen Designs<sup>78 S. 105</sup>, bei dem die Nutzenden bereits in den Entwurfsprozess einbezogen werden, um nachhaltige Projekte zu entwickeln.

### Kreislaufwirtschaft

Das derzeit vorherrschende System der Produktion von Gütern basiert auf der Linearwirtschaft, das heißt der Entnahme natürlicher Ressourcen, der Herstellung und Nutzung von Produkten und deren anschliessender Entsorgung. Bei diesem Modell wird vorausgesetzt, dass Rohstoffe unbegrenzt zur Verfügung stehen und Abfälle<sup>78 S. 179</sup> langfristig kein Problem darstellen. Dies bedeutet, dass Produkte am Ende ihres Lebenszyklus entweder in einer Müllverbrennungsanlage<sup>78 S. 229</sup> verbrannt oder auf einer Deponie endgelagert werden und somit nicht mehr als Ausgangsstoffe für die Produktion zur Verfügung stehen. Die Kreislaufwirtschaft stellt hier ein Alternativmodell dar. Sie macht es möglich, den Wert, der durch die Gewinnung von Rohstoffen und die anschliessende Produktion entstanden ist, durch wiederholte Rückführung in den Kreislauf zu erhalten. Gleichzeitig besteht das Potenzial, Umweltauswirkungen und Kosten zu reduzieren, was zu Ressourceneffizienz, nachhaltigem Konsum und nachhaltiger Produktion beiträgt.<sup>94</sup> Dem Design kommt in der Kreislaufwirtschaft eine besondere Rolle zu, daher sind entsprechend angepasste Designstrategien erforderlich.

Die Kreislaufwirtschaft ist ein wirtschaftsorientiertes Nachhaltigkeitskonzept, das darauf abzielt, Ressourcen effektiver zu nutzen, um Emissionen, Abfall und somit Umweltbelastungen zu vermeiden. Um Ressourcen zu schonen und den Verbrauch von Primärrohstoffen zu reduzieren, werden Rohstoffe möglichst lange im Materialkreislauf gehalten.

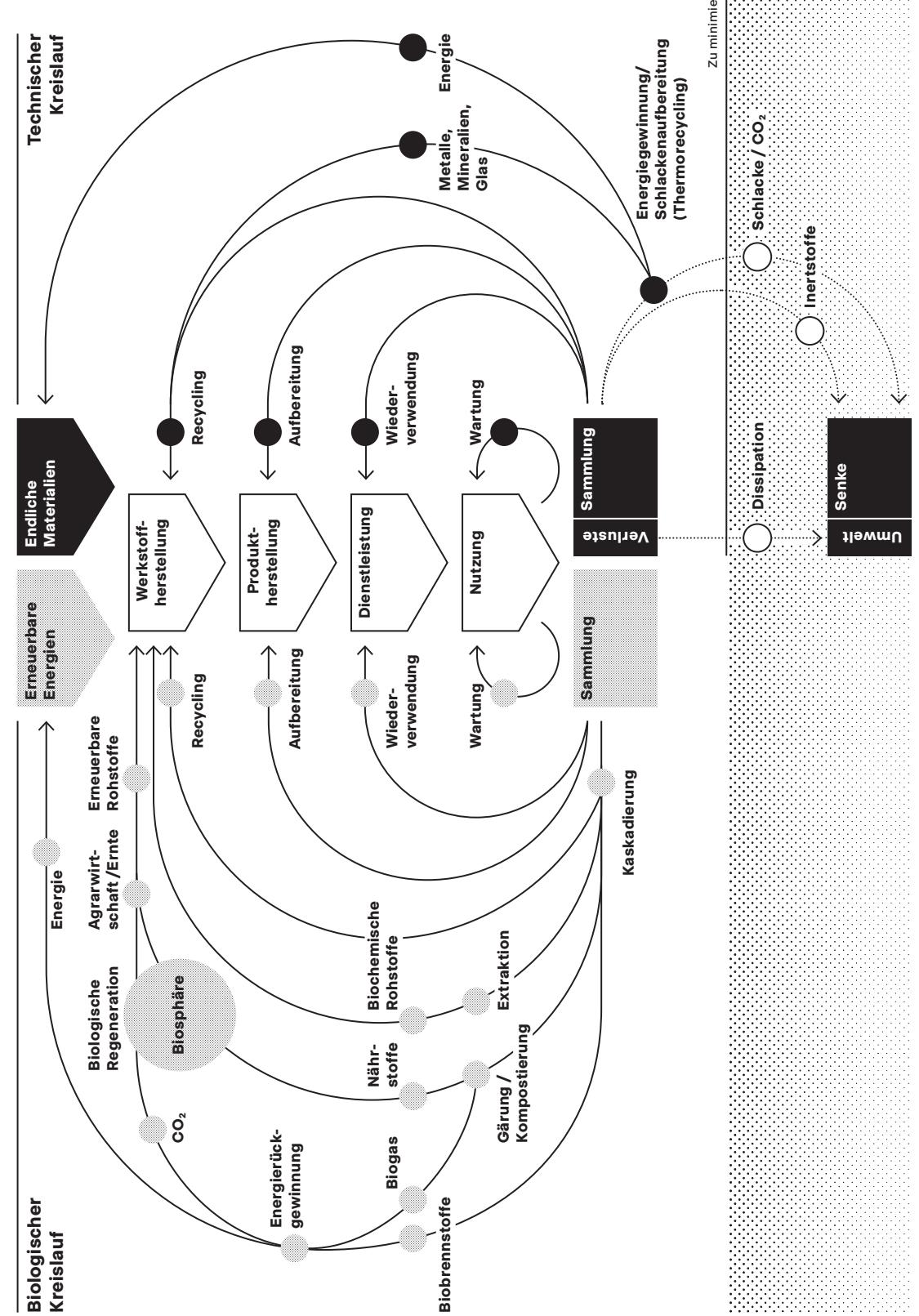
In der Kreislaufwirtschaft wird der industrielle Materialfluss in zwei strikt getrennte Kreisläufe unterteilt: den biologischen und den technischen Kreislauf.

Der biologische Kreislauf bezieht sich auf den Einsatz nachwachsender Rohstoffe, die wieder in biologische Stoffkreisläufe zurückgeführt werden können. Zentrales Element ist die biologische Regeneration biotischer Abfallstoffe durch natürliche Prozesse in der Biosphäre. Die Aufrechterhaltung dieser Regenerationsfähigkeit setzt jedoch eine nachhaltige Bewirtschaftung bzw. Nutzung der Naturerzeugnisse voraus.

Der technische Kreislauf umfasst alle endlichen Rohstoffe. Nach dem Lebensende eines Produkts werden die Stoffe durch Recycling als Sekundärrohstoffe wieder in den Materialkreislauf zurückgeführt.

Das abgebildete Modell der Kreislaufwirtschaft ist eine Interpretation der Autoren.

Kreislaufwirtschaft [38]



Die Idee der Kreislaufwirtschaft liegt als Teilaспект vielen alternativen Technologieansätzen<sup>74</sup>, angewandten Nachhaltigkeitsregeln oder Checklisten zugrunde, da sie einen praktischen Ansatz für eine mögliche Transformation der Wirtschaft hin zu mehr Nachhaltigkeit bietet. Ausgangspunkt hierfür ist der Ansatz der Bionik<sup>76</sup>, Produkte und Verfahren nach dem Vorbild der Natur zu entwickeln. «Circular Economy», die englische Bezeichnung für Kreislaufwirtschaft, ist kein Gütesiegel<sup>154</sup> oder Zertifikat, wird aber bereits von vielen Unternehmen, Institutionen und Staaten als praktikables Modell angesehen, das Schritt für Schritt an die jeweiligen Gegebenheiten angepasst und implementiert werden kann. Um die Kreislauffähigkeit eines Produkts zu garantieren, werden diese oft mit dem Cradle-to-Cradle-Zertifikat<sup>95</sup> bewertet.

Ein wesentliches Element der Kreislaufwirtschaft sind geschlossene Stoffkreisläufe.

Dabei werden biologische und technische Stoffkreisläufe strikt voneinander getrennt. Biologische Kreisläufe umfassen sämtliche biotischen Stoffe, die sich durch biologische Zersetzung wieder erneuern. Dazu gehören alle tierischen Produkte und nachwachsende Rohstoffe wie etwa Nahrungsmittel, Holz, Baumwolle oder Horn. Unter technischen Kreisläufen werden Stoffe zusammengefasst, die durch industrielle Prozesse in ihrer Struktur verändert wurden und nicht biologisch abgebaut werden können, zum Beispiel Kunststoffe oder Metalle. Wichtig sind aber nicht nur geschlossene Kreisläufe und eine effiziente Verwertung am Ende des Lebenszyklus, sondern auch eine möglichst lange Nutzungsphase der Produkte. Dementsprechend sind bei der Gestaltung kreislauffähiger Produkte neben der Materialauswahl die Aspekte Wartung<sup>222</sup>, Instandhaltung (Repair), Wiederverwendung (Re-Use)<sup>97</sup>, Wiederaufbereitung (Remanufacturing) und Recycling<sup>225</sup> wichtig, um Rohstoffe möglichst lange in einem geschlossenen Kreislauf zu halten. Dies hat bereits in der Entwurfsphase Konsequenzen für die Materialwahl und die Konstruktion<sup>130</sup>. Die Entwicklung eines kreislauffähigen Produkts erfordert darüber hinaus eine entsprechende Ressourcenplanung<sup>128</sup> unter Berücksichtigung der genannten biologischen und technischen Kreisläufe.

Um die Kreislauffähigkeit von Materialien und Produkten zu beurteilen, wird in der Kreislaufwirtschaft zwischen Closed-Loop-Potenzial oder Loop-Potenzial unterschieden. Unter Produkten mit Closed-Loop-Potenzial werden jene Materialien und Rohstoffe eines Produkts oder einer Konstruktion verstanden, die ohne Qualitätsverlust in einem geschlossenen



[39-40]  
Das Unternehmen  
FREITAG ist bekannt für seine aus gebrauchten Lastwagenplänen hergestellten Taschen. Da der Materialverbund herkömmlicher Lastwagenpläne nicht kreislauffähig ist, hat FREITAG sein Engagement dahingehend ausgeweitet, gemeinsam mit Industriepartnern eine Lastwagenplane aus kreislauffähigem Material zu entwickeln. Diese kann nach einem zweiten Leben als FREITAG-Tasche recycelt und wieder in den Kreislauf gebracht werden.

[41]  
Bevor Produkte und Materialien ausgemustert und dem Recyclingprozess zugeführt werden, sollten sie möglichst lange genutzt werden. So werden Material- und Energieressourcen, die für die Herstellung neuer Produkte benötigt werden, gespart. Eine zentrale Strategie zur Verlängerung der Lebensdauer von Produkten ist die Reparatur. Ein anschauliches Beispiel hierfür ist das Flicken eines Fahrradschlauchs: Diese Reparaturmethode ist kostengünstig, einfach durchzuführen und kann daher in der Regel selbst erledigt werden.

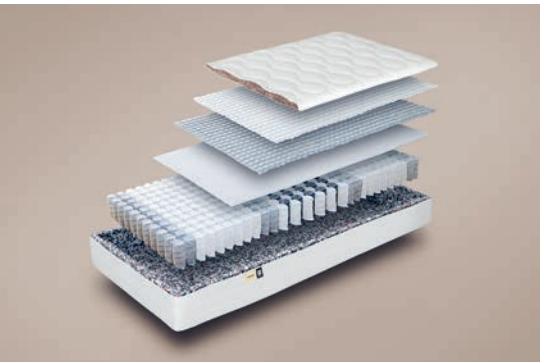


Kreislauf zirkulieren können. Loop-Potenzial bezeichnet dagegen Produkte oder Konstruktionen, die neben Closed-Loop-Anteilen auch Materialien und Rohstoffe enthalten, bei denen im Recyclingprozess Qualitätsverluste zu erwarten sind oder die nicht recyclingfähig sind.<sup>96</sup> Die Kreislaufwirtschaft wird häufig als vielversprechendes Modell für die Transformation der linearen, ressourcenintensiven und umweltbelastenden Wirtschaft in eine nachhaltigere Wirtschaft angesehen, ohne dabei die gängigen Vorstellungen von Wohlstand und Wirtschaftswachstum aufgeben zu müssen. Gerade hier werden aber auch Zweifel geäussert, da nach Ansicht von Wachstumskritiker:innen die auf stetiges Wachstum angewiesene Wirtschaft das eigentliche Problem der Umweltkrise darstellt. Eine Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Ressourcenverbrauch kann auch durch die Kreislaufwirtschaft mit einer Verlängerung der Nutzungsphase von Produkten langfristig nicht gewährleistet werden.

Zudem kann die Einführung von Kreislaufmechanismen Verbraucher:innen und Unternehmen dazu verleiten, mehr zu konsumieren, weil sie glauben, dass dadurch die Umweltbelastung reduziert wird. Dies kann zu einem Reboundeffekt<sup>7S.107</sup> führen, der die ursprünglichen Vorteile der Kreislaufwirtschaft teilweise wieder zunichtet. Darüber hinaus erfordert die Kreislaufwirtschaft eine enge Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Branchen und Akteur:innen, von Produzent:innen über Recyclingunternehmen bis hin zu Verbraucher:innen. Dies erschwert eine strikte Umsetzung und Kontrolle der Kreislaufwirtschaft erheblich.

### 9R-Strategien

Eine etablierte Methode zur Entwicklung eines kreislauffähigen Designs sind die sogenannten 9R-Strategien, auch «Re-Leiter» genannt. Sie gliedern den Entwurfsprozess in neun thematische Massnahmenbereiche, die aus ökologischer Sicht einer hierarchischen Abfolge unterliegen.<sup>97</sup> Generell gilt, dass der von unten (Recover) nach oben (Refuse) steigende Grad an Zirkularität<sup>7S.86</sup> mit einem geringeren Verbrauch an Rohstoffen und einer geringeren Umweltbelastung einhergeht. Daraus sollten R-Strategien mit einem höheren Grad an Zirkularität bevorzugt werden. Die 9R-Strategien gliedern sich wie folgt:



[42–43]  
Weltweit werden jährlich Millionen von Matratzen entsorgt, da der Polyurethanschaum, aus dem die meisten Matratzen bestehen, oftmals mit anderem Stoffen fest verbunden ist oder in Reinform nur mit erheblichem Aufwand zurück in den Stoffkreislauf geführt werden kann. Der Produktdesigner Joel Hügli hat sich eingehend mit dieser Thematik auseinander gesetzt und mit seinem Unternehmen Ecomade Matratzen entwickelt, die in ihre Einzelteile zerlegbar sind und deren Komponenten wieder in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden können.

<b>Produkt einsparen oder effizienter nutzen und herstellen</b>	R0 Refuse R1 Rethink R2 Reduce
<b>Lebensdauer von Produkten oder Komponenten erhöhen</b>	R3 Re-Use R4 Repair R5 Refurbish R6 Remanufacture R7 Repurpose
<b>Materialien recyceln</b>	R8 Recycle
<b>Energie Rückgewinnung</b>	R9 Recover

**R0 Refuse** Refuse bedeutet «ablehnen» und bezieht sich auf die Suffizienzstrategie<sup>7S.94</sup>, indem hier der Verzicht einer Neuanschaffung intendiert wird – etwa indem der Produktnutzen auch anderweitig erfüllt werden kann und Kund:innen somit auf die Anschaffung eines Produkts verzichten können. Bei der Inanspruchnahme materieller Güter wird deren Notwendigkeit also grundsätzlich infrage gestellt, wodurch Energie<sup>7S.172</sup> und Ressourcen eingespart werden können.

**R1 Rethink** Das Überdenken des Designs und der Anwendung eines Produkts kann den Nutzen intensivieren. Die Nutzungssintensität eines Produkts wird beispielsweise erhöht, indem verschiedene Kund:innen das Produkt teilen, ohne es zu erwerben. Die bewusste Auseinandersetzung mit dem Sinn und Zweck eines Produkts oder einer Dienstleistung und das Streben nach einer möglichst schlüssigen Lösung bilden die Grundlage der Konsistenz<sup>7S.96</sup> als nachhaltiger Entwurfsansatz.

**R2 Reduce** Durch Reduktion des Ressourcenverbrauchs wird eine Steigerung der Effizienz<sup>7S.95</sup> erreicht. Dabei kann einerseits durch konstruktive Massnahmen der Materialbedarf des Endprodukts oder andererseits durch Prozessoptimierung der Ressourcenbedarf der Herstellungsprozesse reduziert werden. Ein nachhaltiger Entwurf benötigt nur so viele Ressourcen wie notwendig.

**R3 Re-Use** Bei der Wieder- oder Weiterverwendung wird ein Produkt unverändert weitergenutzt oder an Dritte weitergegeben. Re-Use<sup>7S.97</sup> als Strategie zielt auf die Langlebigkeit<sup>7S.220</sup> eines Produkts ab, sodass Güter in ihrer bestehenden Form möglichst lange einen möglichst hohen Nutzen haben.

**R4 Repair** Durch Reparatur und Wartung<sup>7S.222</sup> kann der ursprüngliche Zustand eines Produkts erhalten werden. Die Reparaturstrategie kann angewendet werden, wenn ein Produkt defekt ist und seine Funktion nicht

mehr erfüllt werden kann. Durch die Reparatur wird das Produkt wieder in den ursprünglichen Zustand versetzt, sodass es wieder funktionsfähig ist. Durch diese Massnahme wird die Lebensdauer eines Produkts verlängert.

**R5 Refurbish** Durch Auffrischen wird ein ausgedientes Produkt wieder in einen zufriedenstellenden Zustand versetzt. Dabei werden zum Beispiel einzelne Komponenten ersetzt, überholt oder Oberflächen werden erneuert, ohne die ursprüngliche Funktion des Produkts zu verändern.

**R6 Remanufacture** Durch die Aufarbeitung oder Aufrüstung eines alten Produkts wird dieses nicht nur repariert, sondern auch auf den neuesten Stand der Technik gebracht oder durch ästhetische Anpassungen den veränderten Bedürfnissen der Zeit angeglichen.

**R7 Repurpose** Die Weiterverwendung und Umnutzung ausgedienter Produkte oder von Teilen davon kann zu einem neuen Produkt mit anderer Funktion führen.

**R8 Recycle** Wenn Produkte und deren Komponenten nicht mehr nutzbar sind, werden die Rohstoffe durch Recycling<sup>7S.225</sup> wieder zum Ausgangsstoff für neue Produkte. Dieser Prozess ist in vielen Fällen energieintensiv, weshalb er so lange wie möglich hinauszögern ist.

**R9 Recover** Die Rückgewinnungsstrategie gehört nicht zu den Strategien der zirkulären Wertschöpfung im engeren Sinne, da sie nicht zu einer Rückführung von Stoffen in den Kreislauf führt, und steht daher an letzter Stelle der Hierarchie. In der heutigen Praxis wird sie häufig dort eingesetzt, wo ein Recycling der Rohstoffe wirtschaftlich oder technisch (noch) nicht möglich ist. Aus dem Abfall<sup>7S.229</sup> wird aber zumindest Nutzenergie gewonnen. Durch entsprechende staatliche Rahmenbedingungen, ökointelligentes Produktdesign und verbesserte Recyclingtechnik kann diese nicht zirkuläre Strategie jedoch weitgehend vermieden werden. Eine Ausnahme bilden Materialien aus dem biologischen Kreislauf, wenn sie nach einer Kaskadennutzung nicht mehr aufbereitet oder recycelt werden können.

Die 9R-Strategien, zeigen, dass ein höher priorisiertes «R» zu geringeren Umweltauswirkungen bei der Herstellung eines Produkts führt, da der Bedarf an Primärmaterial für die Produktion sinkt. Diese Aussage muss jedoch im Einzelfall überprüft werden, denn obwohl der Bedarf an Primärmaterial sinkt, kann dieser Rückgang durch einen erhöhten Aufwand im Rückführungs- und Wiederaufbereitungsprozess kompensiert werden.

## Drei Leitstrategien der Nachhaltigkeit

Das theoretische Fundament vieler alternativer Konzepte zur linearen Wirtschaftsweise bilden die sogenannten drei Leitstrategien der Nachhaltigkeit. Suffizienz<sup>7S.94</sup>, Effizienz<sup>7S.95</sup> und Konsistenz<sup>7S.96</sup> ergänzen sich zu einem strategischen Gesamtkonzept nachhaltigen Wirtschaftens. Während Suffizienz den Verbrauch bewusst durch das Hinterfragen von Bedürfnissen reduziert, verbessert Effizienz die Ressourcenutzung, um den gleichen Effekt mit weniger Verbrauch zu erreichen. Konsistenz setzt auf umweltverträgliche und kreislaufähige Technologien und Materialien, um die Umweltbelastung so gering wie möglich zu halten. Die Frage nach unerwünschten Neben- oder Reboundeffekten<sup>7S.107</sup> ist entscheidend, um die Wirksamkeit der genannten Massnahmen kritisch zu überprüfen. Mit dem Konzept der drei Leitstrategien der Nachhaltigkeit wird ein breit anwendbares Konzept vorgestellt, das auf viele Bereiche übertragbar ist.

[44-46] Der Möbelproduzent Artek hat das Designstudio Formafantasma damit beauftragt, die Materiallieferkette des Unternehmens – von der Birke im Wald bis zum fertigen Produkt – aus Nachhaltigkeitsicht zu untersuchen. Unter anderem erstellte Formafantasma einen Massnahmenkatalog, um den ökologischen Fußabdruck bestehender Produkte zu reduzieren. So wurden beispielsweise die strengen Qualitätsanforderungen an das Holz für den berühmten Artek-Hocker Stool 60 in der «Wild Birch»-Version dahingehend angepasst, dass auch Astlöcher und dunklere Stellen im Holz zulässig sind. Die Designer bezeichnen dies als «inklusivere Holzauswahl». Diese Massnahme reduziert den Holzverbrauch in der Produktion und zeigt exemplarisch, wie sich suffiziente und effiziente Ansätze kreativ kombinieren lassen. Zudem wird deutlich, dass die Designdisziplin als transformative Kraft eingesetzt werden kann, um nachhaltige Veränderungen anzu-stossen.



## Suffizienz

Das Thema Suffizienz beschäftigt sich mit der Frage nach dem rechten Mass und der Notwendigkeit von Produkten oder Dienstleistungen. Suffizienz, vom lateinischen Wort *sufficere* – «ausreichen», bedeutet ganz allgemein «Genügsamkeit».<sup>98</sup> Ihr Ziel in der Nachhaltigkeitsdebatte ist das bewusste Hinterfragen von Konsummustern, um damit den Einsatz von Ressourcen und Energie zu reduzieren oder darauf zu verzichten, was zur Schonung der Umwelt beiträgt. Es gibt keinen Konsens oder eine allgemeingültige Definition dazu, was das «rechte Mass» oder die Suffizienz ausmacht, aber es gibt Belastungsgrenzen des Ökosystems. Inwieweit ressourcenintensive Lebensstile die globalen Belastungsgrenzen des Planeten überschreiten, lässt sich anhand von Berechnungen des ökologischen Fussabdrucks und der planetaren Belastbarkeitsgrenzen aufzeigen. Als Indikator zeigen solche Berechnungen die Zukunftsfähigkeit eines Lebensstils in Bezug auf die Regenerationsfähigkeit der Umwelt.<sup>99</sup>

Die Suffizienzstrategie geht über rein technologische Aspekte hinaus und zielt auf Verhaltensänderungen ab, um Ressourcen zu sparen. Im Kern stellt das Konzept der Suffizienz die Frage nach einem angemessenen Lebensstandard. Individuen neigen dazu, ihren Lebensstandard am gesellschaftlichen Kontext zu messen, auch wenn der ökologische Fussabdruck einer Gesellschaft dafür mehrere Erden benötigen würde. Die Verhaltenspsychologie hat in diesem Zusammenhang festgestellt, dass mit der Befriedigung eines Bedürfnisses das nächsthöhere Bedürfnis an Bedeutung gewinnt und verhaltensbestimmend wird.<sup>100</sup> Das bedeutet, dass Menschen dazu neigen, ihren Lebensstandard mit dem eines als höher empfundenen sozialen Status zu vergleichen, der als erstrebenswert gilt.

Bezogen auf den CO<sub>2</sub>-Ausstoss besteht in den Wohlstandsgesellschaften weltweit das grösste Einsparpotenzial, da die G20-Staaten im Jahr 2023 rund 83 Prozent der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen weltweit verursachten.<sup>101</sup> Allerdings stehen konsumorientierte und ökonomisch bedingte Wachstumszwänge der meist westlichen Gesellschaften einer Verzichtshaltung entgegen. Entsprechend unpopulär und schwierig durchsetzbar sind Verzichtsstrategien.

Gängige nachhaltige Gestaltungskonzepte stellen die Suffizienzstrategie dennoch als die Massnahme mit dem grundsätzlich grössten ökologischen Potenzial an die erste Stelle. Ein Beispiel hierfür sind die bereits thematisierten 9R-Strategien<sup>102,103</sup>, die aus ökologischer Sicht den Verzicht als die ressourcenschonendste aller möglichen Massnahmen bewerten. Damit Verzicht und Reduktion nicht als Verlust von Lebensqualität (miss)verstanden wird, bieten kreative Lösungen und intelligente Substitutionsangebote interessante Lösungen für

genügsame Entscheidungen. Zum Beispiel, indem eine suffiziente, verdichtete Wohnform ohne Einbusse an Wohnqualität insgesamt weniger Wohnfläche beansprucht. Ein Substitut für flächenreduzierten Wohnraum können Gemeinschaftsräume sein, die allen Mitbewohnenden zur Verfügung stehen. Hierdurch wird ein Mehrwert geschaffen, indem solche Räume den sozialen Austausch und die soziale Integration einer Gemeinschaft fördern.

Ein Beispiel für ein auf Suffizienz basierendes Geschäftsmodell im Mobilitätsbereich ist das Carsharing. Carsharing spart Ressourcen, reduziert den CO<sub>2</sub>-Ausstoss und das Verkehrsaufkommen insgesamt, schont damit die Umwelt und erhöht die Lebensqualität durch weniger Lärmemissionen und reduzierten Parkplatzbedarf. Wer ein Auto mietet, statt es zu besitzen, spart die Unterhaltskosten für ein eigenes Fahrzeug. Zudem werden zeitliche Ressourcen frei, die für die Bewirtschaftung eines eigenen Fahrzeugs benötigt werden. Wird ein niedrigschwelliges und bedienungsfreundliches Mietkonzept angeboten, kann ohne grosse Einschränkungen gezielt auf ein Auto zurückgegriffen werden. Suffizienz kann hier sowohl für Unternehmen als auch für Konsument:innen ein Gewinn sein.

Suffizienzkonzepte stellen das Selbstverständnis von Eigentum grundsätzlich in Frage. Innovative Dienstleistungsmodelle wie Mietmodelle<sup>104,105</sup> oder der Product-as-a-Service-Ansatz<sup>106,107</sup> basieren auf diesem Verständnis und erfordern entsprechend angepasste Produkte.

Alternative Wirtschafts- und Gesellschaftskonzepte wie die Sharing Economy oder die Degrowth-Bewegung<sup>108</sup> liefern weitere Anknüpfungspunkte für einen suffizienten Umgang mit Ressourcen.

## Effizienz

Von den drei Leitstrategien der Nachhaltigkeit – Suffizienz<sup>109,110</sup>, Effizienz und Konsistenz<sup>111,112</sup> – dominiert das Prinzip der Öko-Effizienz den allgemeinen Nachhaltigkeitsdiskurs. Die Effizienzstrategie konzentriert sich auf die optimale Nutzung der Ressourcen, um eine maximale Produktivität bei minimalem Rohstoff- und Energieeinsatz und damit möglichst geringer Umweltbelastung zu erreichen. Solche Ressourceneinsparungen sowohl bei der Herstellung als auch bei der Nutzung von Produkten und Dienstleistungen werden häufig durch technische Innovationen und Prozessoptimierungen erreicht. Diese spielen daher eine entscheidende Rolle bei der Steigerung der Rohstoff- und Energieeffizienz – zum Beispiel, indem Produktionsverfahren den Materialeinsatz optimieren und damit Abfälle<sup>113,114</sup> reduzieren. Oder indem intelligente Steuerungssysteme (Smart Grids) den Energieeinsatz<sup>115,116</sup> optimieren und

in Echtzeit an den Bedarf anpassen. Ein weiteres Beispiel sind technische Innovationen im Bereich des Materialrecyclings<sup>78.225</sup>, die neue Verfahren zur Rückgewinnung von Rohstoffen ermöglichen. Für die Umsetzung von Effizienzstrategien ist ein entsprechendes Design von zentraler Bedeutung. Zum Beispiel kann die Form eines Fahrzeugs aerodynamisch gestaltet werden, so dass weniger Antriebsenergie benötigt wird.

Effizienzstrategien sind allgemein gut implementierbar, da sie in den meisten Fällen keine Verhaltensänderungen erfordern und für die Innovationskraft und Zukunftsfähigkeit eines Unternehmens stehen.<sup>103</sup> Sie stoßen jedoch dort an ihre Grenzen, wo die Ressourceneinsparungen und die damit verbundenen Preissenkungen zu einem Anstieg des Konsums führen. Der sogenannte Reboundeffekt<sup>78.107</sup> beschreibt ein solches Substitutionsverhalten, das die gesetzten Nachhaltigkeitsziele wieder relativiert.<sup>104</sup> Ein weiteres Paradox verbirgt sich in den kurzen technischen Innovationszyklen, wenn immer schneller neue und energieeffizientere Produkte auf den Markt kommen, sodass viele Produkte und Geräte rasch veralten und damit obsolet<sup>78.146</sup> werden. Aufgrund der kurzen Nutzungsdauer gehen die erzielten Energie- oder Ressourceneinsparungen dann wieder verloren.

Aus diesen Gründen garantiert die Effizienzstrategie allein noch nicht die Nachhaltigkeit eines Produkts, weshalb reine Effizienzbemühungen in der Regel nicht ausreichen. Effizienzstrategien sind jedoch wichtig, um den weltweit zu hohen Ressourcenverbrauch zu reduzieren und damit der Weltgemeinschaft mehr Zeit für den Übergang zu einer umweltverträglichen Nutzung von Rohstoffen zu verschaffen. Effizienzstrategien sind vor allem auch deshalb notwendig, weil die Ressourcennutzung häufig nicht auf ökologische Kreisläufe abgestimmt ist und drohende Ressourcenengpässe zu wenig berücksichtigt werden. Daher werden Effizienzstrategien im aktuellen Nachhaltigkeitsdiskurs mit anderen Nachhaltigkeitsstrategien kombiniert, zum Beispiel mit Konsistenz- oder Suffizienzansätzen.

### Konsistenz

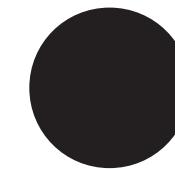
Die Konsistenzstrategie verfolgt das Ziel, die Herstellung und Nutzung von Produkten möglichst schadstoffarm und umweltverträglich zu gestalten. Statt wie bei der Effizienz<sup>78.95</sup> die Menge der eingesetzten Rohstoffe zu reduzieren oder wie bei der Suffizienz<sup>78.94</sup> auf den Einsatz von Ressourcen zu verzichten, geht es bei der Konsistenz darum, die Schadensintensität eines Produkts oder einer Dienstleistung mit den bestmöglichen Optionen zu minimieren. Ziel ist es, natürliche Ressourcen zu nutzen, ohne sie zu schädigen oder zu zerstören.

Dabei sollen die natürlichen Prozesse des Ökosystems mit den industriellen Prozessen in Einklang gebracht werden. Durch die Imitation natürlicher Kreisläufe in der Wirtschaft sollen Ressourcen möglichst im Produktionszyklus erhalten bleiben, so dass keine Abfälle<sup>78.179</sup> entstehen. Ähnlich wie bei Effizienzsteigerungen ist auch das Verfolgen einer Konsistenzstrategie mit vorhandenen Wirtschaftsweisen vereinbar und erfordert keinen Verzicht auf bereits erlangten materiellen Wohlstand. Statt dessen sollen ökologische Probleme durch eine veränderte Wirtschaftsweise umgangen werden.

Bei der Konsistenzstrategie wird zwischen technischen und biologischen Kreisläufen unterschieden. Demnach müssen die genutzten Güter entweder aus biologisch abbaubaren Ressourcen bestehen oder durch möglichst verlustfreie technische Stoffkreisläufe erhalten werden, um im nächsten Prozess wieder als Ausgangsstoffe zu dienen.<sup>105</sup> Die für die Herstellung der Güter benötigte Energie sollte nach dem Konsistenzprinzip aus erneuerbaren Energiequellen<sup>78.173</sup> stammen.

Basierend auf der Idee der Konsistenzstrategie, stellt das Ökodesign-Konzept «Cradle to Cradle» (C2C) das wohl anschlussfähigste Konzept dar.<sup>106</sup> Es verfolgt einen Produktlebenszyklus «von der Wiege zur Wiege» statt «von der Wiege zur Bahre», wie es bei linearen Wirtschaftsweisen üblicherweise der Fall ist.

Die Effizienz- und die Konsistenzstrategie lassen sich kombinieren, bei letzterer beruhen aber alle eingesetzten Ressourcen und Energieträger auf biologischen Rohstoffen und Prozessen und sind damit klimaneutral und kreislauffähig, in der Konsequenz beruht die Herstellung aller Güter auf geschlossenen Stoffkreisläufen.<sup>107</sup> Voraussetzung für die Umsetzung von Konsistenzstrategie ist die Kreislaufwirtschaft<sup>78.86</sup>. Solange aber Energie nicht aus erneuerbaren Quellen stammt und Stoffkreisläufe nicht geschlossen sind, bleibt eine konsequente Konsistenzstrategie reine Theorie.



### Wiederverwendung als Entwurfsprinzip

Die Wieder- oder Weiterverwendung vorhandener Ressourcen ist eine effektive Methode, den Verbrauch von Rohstoffen zu reduzieren. Durch Wiederverwendung ist es möglich, die Lebensdauer von Produkten zu verlängern und damit Abfall<sup>78.179</sup> zu reduzieren, indem bereits vorhandene Gegenstände in ihrer ursprünglichen Form oder mit minimalen Anpassungen weiterverwendet werden können. Ein entsprechender Gestaltungsansatz geht daher immer vom Bestand aus und zieht den Einsatz neuer Produkte oder Rohstoffe nur dann in Betracht, wenn es die Umstände erfordern.

Wenn ein Produkt oder Gegenstand nicht mehr verwendet werden kann, ist häufig eine Wiederverwendung in anderen Anwendungskontexten oder die Weiterverwendung seiner Komponenten, Materialien oder Rohstoffe möglich. Diese Strategie erfordert ein entsprechendes Verständnis von Design und einen kreativen Umgang mit Planungs- und Beschaffungsprozessen<sup>78.163</sup>, denn Bestand, Verfügbarkeit oder «Fundstücke» beeinflussen Entwurfsentscheidungen, erfordern flexible Lösungen, adaptive Konstruktionsprinzipien<sup>78.130</sup> sowie Improvisation im Gestaltungsprozess. Wichtig ist auch eine der «rollenden Planung» angepasste, unkomplizierte Kommunikation zwischen Planenden und Auftraggebenden, da oft erst durch das Auffinden der passenden Ressource das Entwurfskonzept konkretisiert werden kann. Aber gerade dieser unkonventionelle Prozess bietet Designschaffenden viele Möglichkeiten für eine zeitgemäße, relevante Gestaltung.

In den 9R-Strategien<sup>78.90</sup> werden verschiedene hierarchische Stufen der Kreislaufwirtschaft<sup>78.86</sup> dargestellt. Die hier näher ausgeführten Massnahmen entsprechen den Stufen R3 bis R7 und stellen allesamt Formen der Wiederverwendung dar. Nachfolgende Erklärungen sind daher als ergänzende Informationen zu den bereits oben beschriebenen Stufen anzusehen.

**Wiederverwenden (R3 Re-Use)** Die rohstoff- und energiesparendste Form der Wiederverwendung ist die Weiterverwendung eines funktionstüchtigen Produkts in seiner bestehenden Form. So können vorhandene Produktbestände oder aktuell verfügbare Objekte als Ausgangspunkt für das geplante Gestaltungskonzept genutzt werden. Oft stehen jedoch Objekte mit veraltetem oder für das Projekt ungeeignetem Design zur Verfügung, sodass ein kreativer Umgang mit dieser einschränkenden Voraussetzung gefordert ist. Dies kann eine Chance sein, dem geplanten Projekt einen ästhetischen Impuls zu geben. Das bedeutet, dass vorhandene Materialien, Formensprachen oder Farben als Ausgangspunkt oder ästhetischer Kontrapunkt dienen können. Oft sind es gerade Kombinationen von Alt und Neu, die spannende Innenarchitekturen, Outfits oder Objekte hervorbringen.

Sind vorhandene Objekte aus ästhetischen oder funktionalen Gründen für den Einsatz im Projekt ungeeignet, können sie durch den Wechsel der Nutzenden in ihrer bestehenden Form an einem anderen Ort weiterhin verwendet werden. Der Gebrauchtwarenhandel über



[47] Bauteilbörsen tragen dazu bei, Bauteile vor der Entsorgung zu bewahren. Sie sammeln die Bauteile, sortieren sie und bereiten sie für eine erneute Verwendung vor. Somit fungieren sie als eine Art «Re-use-Baumarkt», in dem Konsument:innen kostengünstig auf eine Vielzahl von Bauteilen, Halbfabrikaten und Komponenten zugreifen können. Durch diese Aktivitäten tragen Bauteilbörsen dazu bei, Abfall zu reduzieren und die Kreislaufwirtschaft zu stärken.

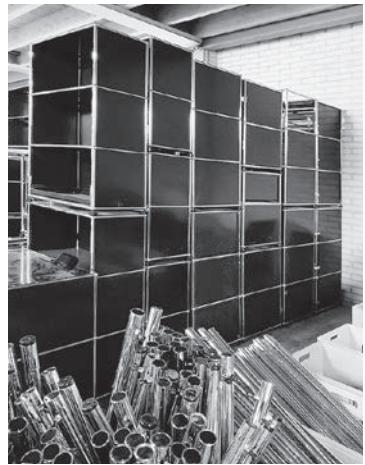
Online-Plattformen sowie Trödelläden, Bauteilbörsen oder Vintagehändler:innen bieten gute Möglichkeiten, ein Produkt neuen Nutzenden zugänglich zu machen. Eine Alternative besteht darin, die zu veräußernden Produkte an die Hersteller:innen zurückzuführen, da diese teilweise selbst die direkte Wiederverwendung oder den Verkauf auf Sekundärmarkten anbieten. Umgekehrt können Produkte für ein Projekt auch über den Gebrauchsmarkt beschafft werden, wenn keine oder für das Projekt ungeeignete Bestände vorhanden sind.

**Reparieren (R4 Repair)** Durch Reparatur wird ein beschädigtes oder nicht mehr funktionsfähiges Produkt wieder in seinen ursprünglichen Zustand zurückversetzt, indem defekte Teile ersetzt oder ertüchtigt werden. Fehlende Ersatzteile sind jedoch häufig ein Hindernis für die Reparatur. Hier können Handwerksbetriebe oder Reparaturwerkstätten helfen, zum Teil auch sogenannte Repair-Cafés. In Reparaturwerkstätten, die mit einem 3D-Drucker ausgestattet sind, können bei Bedarf nicht mehr erhältliche Ersatzteile als Einzelstück nachproduziert werden. Die Verfügbarkeit von Ersatzteilen ist zunehmend auf gesetzlicher Ebene geregelt, indem Hersteller:innen dazu verpflichtet werden, Ersatzteile auch lange nach dem Kauf eines Produkts liefern zu können.



[48] «Visible Mending» bezeichnet die Kunst, Kleidungsstücke, die durch Abnutzung, Unfälle, Motten oder Brände beschädigt wurden, mithilfe traditioneller Stopftechniken sichtbar zu reparieren.

**Auffrischen (R5 Refurbish)** Das Refurbishment beschreibt die Aufbereitung von ausgedienten Produkten. Oft werden Gegenstände nicht mehr genutzt, weil sie veraltet, nicht mehr zeitgemäß oder abgenutzt sind. Dabei kann schon eine gestalterische Veränderung oder eine Erneuerung der Oberfläche zum Erhalt eines Objektes führen. Bei vielen Produkten sind die Auffrischung, das Verhüllen oder die Veredelung der Oberfläche erfolgreiche Wiederverwendungsstrategien.



[49–51]  
Das Designstudio INCH hat eine Gemeinschaftsküche aus Beständen nicht mehr genutzter Möbelkomponenten realisiert. Das Küchenmöbel setzt sich vorwiegend aus ausgemusterten USM-Regalen und abgenutzten Tischblättern zusammen. Diese wurden aufgefrischt und als Verkleidung neu zusammengefügt. Alle Küchengeräte, Spülen und Armaturen wurden über Bauteilbörsen und Onlineplattformen beschafft.



**Aufbereitung (R6 Remanufacture)** Bei der Refabrikation werden durch Aufarbeitung oder Aufrüstung Produkte wieder auf einen neuwertigen Stand gebracht. Diese werden nicht nur repariert oder aufgefrischt, sondern darüber hinaus auch auf den aktuellen Stand der Technik gebracht. Die Aufarbeitung kann auch die Kombination oder Neukonfiguration bestehender Produkte oder ihrer Bestandteile umfassen. Durch Anpassungen zum Beispiel der Farbgebung oder durch den Einbau von technisch aktualisierten Komponenten, aber auch durch die Adaption neuer Funktionen eröffnen sich weitere Gestaltungsmöglichkeiten.

**Umnutzung (R7 Repurpose)** Die Strategie der Umnutzung beschreibt die Möglichkeit, aus nicht mehr verwendbaren Produktkomponenten neue Produkte herzustellen und damit einen völlig anderen Nutzen zu generieren. Dabei dienen die verbauten Materialien, Komponenten oder Halbfabrikate als Grundlage für die Konstruktion neuer Produkte. Auch durch Zweckentfremdung kann ein Objekt, das nicht mehr brauchbar ist, eine weitere Nutzung erfahren.





[52–53]  
Mit der Strategie der Umnutzung kann ein nicht mehr brauchbares Objekt eine weitere Nutzung erfahren. Die beiden Produktdesignerinnen von Kueng Caputo zweckentfremden in ihrer Kollektion *Brick Furniture* Backsteine zu Hockern, Regalen oder Tischen (Abb. links).

Das italienische Designerduo Formafantasma hat im Rahmen seines Projekts *Ore Streams* Büromöbel aus Elektroschrott gestaltet, darunter auch den abgebildeten Stuhl (Abb. rechts).



In diesem Sinne können alle urbanen Orte als Rohstofflager<sup>7S.126</sup> betrachtet werden. Die Umnutzung nicht mehr brauchbarer Produkte oder Restmaterialien (Offcuts) ist die aufwendigste Form der Wiederverwendung, bietet aber einen entsprechend grossen Gestaltungsspielraum. Die Rekonfiguration und das Reengineering von Komponenten, Bauteilen oder Materialien erfordern geeignete Entwurfs- und Konstruktionsstrategien.

Nachfolgend sind beispielhaft einige Techniken aufgeführt, welche die Umnutzung von Reststoffen oder ausgedienten Produkten zu neuen Objekten aufzeigen:

**Kombinieren** Bei der Gewinnung von Konstruktionsmaterial aus ausgemusterten Gegenständen sind die Abmessungen der Materialbestandteile in der Regel klein, da sie in der vorgefundenen Form demontiert, herausgetrennt oder herausgeschnitten werden müssen. Eine weitere Quelle für die Materialbeschaffung sind Verschnitte aus Produktionsprozessen, sogenannte Offcuts, die zum Beispiel bei der Verarbeitung von Plattenmaterial oder textilen Zuschnitten anfallen. Diese ebenfalls

meist kleinformatigen Reststoffe haben den Vorteil, dass sie ungebraucht sind und zudem meist die genaue Materialzusammensetzung bekannt ist. Um die kleinteiligen Einzelteile zu verwerten und wieder grössere Einheiten zu erhalten, müssen sie kombiniert oder zusammengefügt werden. So können aus Resten beispielsweise von Natursteinen, Holzplatten, Textilien oder Kunststoffen wieder neue Produkte entstehen.

Durch Rahmen, Träger oder Nähte kann aus Einzelteilen ein grösserer Volumen- oder Flächenverbund entstehen. Werden Objekte aus kleiformatigen Restmaterialien zusammengesetzt, prägt dies die Konstruktionsweise und damit das Erscheinungsbild eines Produkts. Ein wichtiges Mittel zur Gestaltung solcher Objekte, Produkte oder Räume ist die Komposition der Teile.



[54]  
Die Designer:innen des Bekleidungsunternehmens Rework gestalten aus Secondhand-Kleidern und textilen Resten neue Kleidungsstücke. Da die verfügbaren Ressourcen sehr unterschiedlich sind, wird jedes Stück zum Unikat. Durch die Anwendung einheitlicher Schnittmuster gelingt es dennoch, eine einheitliche Kollektion zu gestalten, ohne dass die Resteverwertung offensichtlich ist.

**Transformieren** Viele Materialien können in neue Werkstoffe umgewandelt werden. Eine solche Transformation kann als alternative Form bzw. Vorstufe des Recyclings<sup>7S.225</sup> betrachtet werden. Häufig eignen sich dafür Giess- oder Verdichtungstechniken. So werden zum Beispiel Natursteinbruchstücke, Glasscherben oder Reststoffe wie etwa Holzspäne, Kaffeesatz etc. oder Kunststoffreste zu neuen Fabrikaten. Dabei entstehen in der

Regel Halbfabrikate wie Platten oder Fliesen, die wiederum als Ausgangsmaterial für neue Produkte dienen. Dabei ist darauf zu achten, dass keine Verbundstoffe entstehen, die später nicht mehr recycelt werden können.



[55]  
Die französische Designerin Anna Saint Pierre nutzt Abbruchmaterialien, die sie in neue Produkte transformiert. Ein Beispiel hierfür sind Terrazzofliesen, die aus wiederverwendetem Granit oder alten Ziegelstücken gefertigt werden.

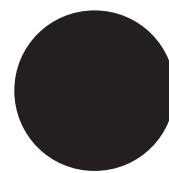
**Nutzung als sekundäre Struktur** Rest- oder Altmaterialien sind oft inhomogen oder weisen Fehler, Abnutzungen oder Beschädigungen auf, die jedoch keinen Einfluss auf eine weitere Verwendung haben. Diese Teile, die möglicherweise nicht mehr für eine sichtbare Oberfläche geeignet sind, können als Unterkonstruktion, Träger oder Ähnliches verwendet werden. So kann zum Beispiel das Innenleben eines Küchenschrankes aus verschiedenfarbigen Materialplatten, die Unterkonstruktion eines Sofas aus Altmaterial oder das Innenfutter eines Kleidungsstückes aus Reststoffen bestehen.

Die Planung und Umsetzung von Projekten mit dem Schwerpunkt Wiederverwendung erfordert eine alternative Strategie in der Projektplanung. Dies liegt insbesondere an den Herausforderungen bei der Materialbeschaffung von Rohstoffen, Halbfabrikaten, Komponenten oder Katalogprodukten, die nicht mehr in der gewohnten Menge und Verfügbarkeit abgerufen werden können. Zwar gibt es immer mehr Unternehmen, die sich auf den Handel mit Gebrauchteilen spezialisiert haben, wie etwa

Bauteilbörsen, Restteilläden (Offcut) oder Online-Plattformen, doch ist die Beschaffung oft aufwändig und die Auswahl begrenzt. Auch materialverarbeitende Unternehmen sind eine mögliche Quelle für Reststoffe, Verschnitte oder nicht mehr benötigte Produktkomponenten. So kann beispielsweise ein Unternehmen, das Teppiche herstellt, ebenso zur Rohstoffquelle für die Wiederverwendung von Teppichen werden wie ein Unternehmen, das Teppiche verlegt. Auftraggebende können aber auch ganz direkt zur Materialquelle werden, indem vorhandene Lagerbestände oder Produktionsüberschüsse zu Beginn einer Entwurfsphase gesichtet und berücksichtigt werden.

Da bei wiederverwendeten Teilen oft das herstellende Unternehmen nicht zurückverfolgt wird oder die genaue Materialherkunft nicht bekannt ist, müssen gegebenenfalls Spezialist:innen<sup>78,60</sup> hinzugezogen werden, um die Materialien zu identifizieren und auf Schadstoffe oder Festigkeit zu prüfen.

Eine grosse Herausforderung bei Projekten mit wiederverwendeten Teilen stellen zudem die Logistik und Lagerung dar, da es sich meist um zeitlich begrenzte Angebote handelt. Dies spiegelt sich auch im Entwurfsprozess wider, der sich als «rollende Planung» teilweise bis kurz vor Fertigstellung den Gegebenheiten anpassen muss. Diese Vorgehensweise hat insbesondere grossen Einfluss auf die Kommunikation zwischen den Projektplanenden, Designer:innen und Auftraggebenden. Eine gewisse Offenheit für Improvisation und den Umgang mit Imperfektion ist auf Seiten der Auftraggeberin Voraussetzung, eine offene Kommunikation auf Seiten der Planenden unabdingbar.



### Partizipatives Design

Dinge selbst herzustellen oder selbst Hand anzulegen, ist das Bedürfnis vieler Menschen. Wie aus der DIY-Bewegung<sup>78,81</sup> bekannt ist, beruht diese Produktionsweise einerseits auf ökonomischen oder systemischen Zwängen,<sup>108</sup> andererseits ist aber die Motivation nach Selbstermächtigung und sinnstiftender Tätigkeit die treibende Kraft. Mit «Selbermachen» ist aber nicht nur das individuelle Tun gemeint, sondern auch das kollektiv organisierte Selbermachen. Damit hinterfragt diese Bewegung den gesellschaftlichen Umgang mit der Dingwelt und übt praktische Kritik an der profitorientierten industriellen Güterproduktion.<sup>109</sup> Der Effekt des freiwilligen, selbst initiierten Produzierens, Reparierens oder Instandhaltens<sup>78,222</sup> ist ein sinnstiftender Umgang mit den eigenen Ressourcen wie Zeit und Fähigkeiten und kann zu Mehrwert und Befriedigung führen. Das handwerkliche Gestalten und Herstellen erfordert eine vertiefte Auseinandersetzung mit den eigenen Fähigkeiten und ist mehr als nur

technische Praxis, wie Richard Sennett in seinem Buch *Handwerk* ausführlich darlegt.<sup>110</sup> Die direkte Tätigkeit am Objekt spiegelt auch den Aufwand wider, der sonst in industriellen, ausgelagerten und meist im Verborgenen ablaufenden Produktionsprozessen steckt und fördert damit das Verständnis für den Ressourcenaufwand sowie den Energieverbrauch und stellt die Frage nach der Mensch-Ding-Beziehung.<sup>111</sup>

Aus der Sicht des Designprozesses können Produkte so gestaltet werden, dass sie von den Nutzenden selbst hergestellt, angepasst oder verändert werden können. Im Konzept der Open-Source-Bewegung<sup>112</sup> werden Designs, Baupläne und Bauanleitungen frei zugänglich zur Verfügung gestellt. Ein Beispiel für Produkte, die im Sinne von Open Design entwickelt wurden, ist die Selbstbaumöbelserie Autoprogettazione des italienischen Designers Enzo Mari aus den 1970er Jahren.<sup>113</sup> Die Möbel bestehen aus handelsüblichen Komponenten und sind mit einfachen Werkzeugen leicht herzustellen.

Auch mit der Strickmaschine OpenKnit, die für den angeleiteten Selbstbau konzipiert ist, können Nutzende selbst bei der Entstehung mitwirken und zu Hause nahtlose Kleidungsstücke nach Mass herstellen.<sup>114</sup> Wichtig ist dabei der Wissensaustausch innerhalb der Community, in der Strickmuster, Designideen und die Weiterentwicklung der Technik diskutiert werden. Dieser Austausch findet vor allem über Internetforen statt, aber auch in offenen Werkstätten, sogenannten Fab-Labs oder Maker Spaces.

Im Mittelpunkt des partizipativen Designs steht die aktive Einbindung der Nutzenden in den Design- und Produktionsprozess. Es sind nicht nur Konsument:innen, sondern auch Co-Designer:innen, die ihre Erfahrungen, Bedürfnisse und Perspektiven in die Entwicklung einbringen. Co-Creation oder Co-Design bedeutet hier, dass alle Akteur:innen aktiv am Entwurfs- und Entwicklungsprozess mitwirken, von der Ideengenerierung bis zur Fertigstellung.

Partizipatives Design ist dabei nicht automatisch nachhaltig. Um Nachhaltigkeit zu gewährleisten, müssen gezielt nachhaltige Praktiken angewendet werden. Dazu gehört zum Beispiel die Auswahl umweltfreundlicher, lokaler Materialien<sup>115</sup> und Prozesse, aber auch die Sicherstellung sozialer Belange<sup>116</sup> bei Zulieferern. Unter diesen Voraussetzungen kann Partizipation im Design- und Herstellungsprozess positive Nachhaltigkeitseffekte implementieren: Wenn Nutzende in den Designprozess eingebunden werden, entstehen Lösungen, die ihren tatsächlichen Bedürfnissen und Erwartungen entsprechen. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die entwickelten Produkte oder Dienstleistungen genutzt und akzeptiert werden, wodurch sich ihre Lebensdauer verlängert und weniger Ressourcen beansprucht werden.

## Reboundeffekt

Bei der Umsetzung von Nachhaltigkeitsaspekten kann es zu einem sogenannten Reboundeffekt kommen. Rebound, «Rückprall», beschreibt den Umstand, dass eine Effizienzmassnahme<sup>117</sup> zu einem neuen Ressourcenaufwand führen kann. Dadurch wird der positive Effekt wieder kompensiert bzw. reduziert. Obwohl dieses Phänomen schon lange bekannt ist, wird der Reboundeffekt in vielen Energie- und Klimaschutzstudien sowie der Klimaschutzpolitik wenig berücksichtigt. Grundsätzlich kann zwischen direkten und indirekten Reboundeffekten unterschieden werden.

Bei einem direkten Reboundeffekt wird ein Gut oder eine Dienstleistung durch Effizienzsteigerung günstiger, was dann zur häufigeren und intensiveren Nutzung desselben Guts oder derselben Dienstleistung führt. Ein Beispiel hierfür ist der Einsatz von energieeffizienten Leuchtmitteln: Durch die eingesparte Energie besteht die Tendenz, das Licht länger eingeschaltet zu lassen.

Beim indirekten Reboundeffekt kommt es aufgrund der erhöhten Effizienz zu einer kostengünstigeren Anwendung. Die dadurch eingesparten Mittel werden dann in andere Produkte und Dienstleistungen investiert. Ein Beispiel hierfür ist die Installation eines energieeffizienten Heizsystems: Die eingesparten Kosten werden für andere Tätigkeiten, etwa für häufigere Reisen, verwendet. Auch in diesem Fall wird die Energieeinsparung teilweise oder sogar vollständig kompensiert. Auf Grundlage der Forschungsergebnisse des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie «Über die unerwünschten Folgen der erwünschten Energieeffizienz» lassen sich vier Kategorien von Reboundeffekten unterscheiden:<sup>118</sup>

**Finanzielle Reboundeffekte** Finanzielle Reboundeffekte entstehen durch Kosteneinsparungen, die mit Effizienzmassnahmen erzielt werden. Der Umstieg auf verbrauchsärmere Autos führt beispielsweise dazu, dass Autofahrer:innen weniger für Benzin ausgeben müssen. Die frei werdenden finanziellen Mittel führen zu einem realen Einkommensgewinn der Konsument:innen. Dieser Einkommenseffekt kann nun dazu führen, dass aufgrund der niedrigeren Betriebskosten mehr Auto gefahren und somit mehr Benzin verbraucht wird (direkter Reboundeffekt) oder dass andere, ebenfalls energieverbrauchende Güter oder Dienstleistungen in Anspruch genommen werden (indirekter Reboundeffekt).

Bei einem Reinvestitionseffekt investieren Unternehmen die eingesparten Betriebskosten entweder in die Ausweitung der bisherigen Produktion (direkter Reboundeffekt) oder in neue Geschäftsbereiche (indirekter Reboundeffekt).

# Material

**Materielle Reboundeffekte** Effizienzmassnahmen können zu einer erhöhten Nachfrage nach Energie<sup>7s.172</sup> oder Rohstoffen führen. Der materielle Reboundeffekt bezieht sich auf jene Energie- und Ressourcenaufwände, die bei der Umsetzung effizienter Technologien indirekt erforderlich sind. Ein Beispiel ist die flächendeckende Einführung von Elektromobilität: Trotz der effizienteren Antriebstechnologie entstehen zusätzlich materielle Aufwendungen für den Aufbau der neuen Infrastruktur. So müssen etwa Stromtankstellen errichtet werden, um eine flächendeckende Versorgung zu gewährleisten.

**Psychologische Reboundeffekte** Wenn Verhaltensänderungen infolge von Effizienzsteigerungen die erwarteten Einsparungen wieder schmälern, spricht man von psychologischen Reboundeffekten. Ein Beispiel hierfür ist der Besitz eines Hybridautos, mit dem unter Umständen mehr Kilometer zurückgelegt werden als mit einem konventionellen Auto – im Glauben, besonders umweltfreundlich unterwegs zu sein.

**Cross-Factor-Reboundeffekte** Der Begriff «Cross-Factor» («faktorübergreifend») bezeichnet einen Reboundeffekt, bei dem eine Produktivitätssteigerung die Nachfrage nach Energie und/oder Material zusätzlich erhöht. Ein Beispiel hierfür ist die Ersetzung menschlicher Arbeit durch Maschinen und Automatisierung: Die höhere Produktivität kann mit einem gesteigerten Energieverbrauch einhergehen. Auch Effizienzgewinne, wie schnellere Mobilität oder schnelleres Internet, können dazu führen, dass Menschen mehr Zeit für zusätzlichen Konsum haben, was wiederum den Energieverbrauch erhöht.

Eine Berechnung des quantitativen Ausmaßes von Reboundeffekten ist sehr schwierig, da in der Regel erhebliche Unsicherheiten bestehen. Aus Meta-Studien kann als Faustformel die «Fifty-Fifty»-Regel abgeleitet werden: Langfristig und im Mittel ist mit gesamtwirtschaftlichen Reboundeffekten von mindestens 50 Prozent zu rechnen. Mit anderen Worten: Im Schnitt werden Energieeffizienzsteigerungen einer Wirtschaft höchstens die Hälfte des theoretischen Einsparpotenzials von Effizienztechnologien und -massnahmen realisieren, mitunter auch weniger.<sup>115</sup> Als Massnahme zur Begrenzung des Reboundeffekts ist einzig eine Obergrenze des Verbrauchs wirksam. Damit ist gemeint, dass nur dann effektiv weniger Energie verbraucht wird, wenn man deren Menge bewusst begrenzt. Siehe dazu auch Suffizienz<sup>7s.94</sup>.

## Ökosystemleistungen und Naturkapital

Alle Lebewesen sind als Teil der Biosphäre auf natürliche Stoffkreisläufe und Prozesse mit ihren Produkten, den Naturerzeugnissen<sup>7s.123</sup>, angewiesen. Diese sogenannten Ökosystemdienstleistungen der Umwelt werden einerseits von den Lebewesen direkt verbraucht, etwa durch das Atmen frischer Luft oder den Verzehr von Nahrungsmitteln, andererseits ist der Mensch auf diese Leistungen der Natur angewiesen, um die von ihm produzierten Güter überhaupt herstellen zu können.



[56] Der Mensch ist auf die Leistungen der Natur angewiesen, um überhaupt erst Güter herstellen zu können. Die Grenzen der Verfügbarkeit von Ökosystemdienstleistungen werden bei der Nutzung endlicher Ressourcen besonders deutlich, wie der Abbau von Carrara-Marmor in Italien zeigt.

Die kapitalistische Lebensweise westlicher Gesellschaften, die auf industrialisierten Produktionsmethoden und hohem Güterkonsum beruht, eignet sich in besonderem Masse Naturerzeugnisse aus dem Naturkapital an, ohne es jedoch

ausreichend vor Übernutzung zu schützen. Diese ressourcenintensive, wachstumsbasierte Wirtschaftsweise belastet die Umwelt und schränkt ihre Regenerierbarkeit ein. Da aber alle Güter mit den begrenzten Ressourcen der Erde hergestellt werden müssen, geben die Ökosysteme den Rahmen vor, in dem der Mensch wirtschaften kann.

Berechnungen des globalen ökologischen Fussabdrucks<sup>116</sup> und der planetaren Belastbarkeitsgrenzen<sup>117</sup> dienen als Grundlage, um zu verstehen, inwieweit die gegenwärtige Wirtschaftsweise die Ökosysteme an ihre Grenzen bringt. Will die Menschheit auch künftigen Generationen ein lebenswertes Dasein ermöglichen, führt kein Weg an einem ökointelligenten Umgang mit den natürlichen Ressourcen vorbei.<sup>118</sup>

Der ökonomische Ansatz des «Grünen Wachstums»<sup>119</sup> besteht darin, die Umwelt vor Übernutzung zu schützen, indem dem Naturkapital ein monetärer Wert zugewiesen wird. Er zielt darauf ab, Wirtschaftswachstum und Steigerung des Wohlstands vom Ressourcenverbrauch zu entkoppeln, was neue Wirtschaftsmodelle erfordert. Dazu gehört beispielsweise eine Steuerreform, die Rohstoffe und Energie höher und Arbeit niedriger besteuert.<sup>120</sup> Es ist jedoch umstritten, ob die Quantifizierung von Natur tatsächlich einen Weg aus der Umweltkrise weisen kann und ob damit die Transformation des Wirtschaftssystems gelingen wird.<sup>121</sup>

### Materialien im Überblick

Für die Nachhaltigkeit eines Produkts ist die Materialwahl von entscheidender Bedeutung. Um einen Überblick über die vielfältige Welt der Materialien aus Nachhaltigkeitsperspektive zu erhalten, sind Materialien im Folgenden in vier Gruppen eingeteilt. Für jede dieser Materialgruppen werden die unterschiedlichen Entstehungsprozesse, die Zeithorizonte ihrer natürlichen Erneuerung und ihres Zerfalles oder ihrer Zersetzung sowie die möglichen Recyclingoptionen<sup>122</sup> beschrieben:

**Biotische Materialien** Rohstoffe, die auf pflanzlichem, tierischem, mikrobiellem, pilz- oder algenbasiertem Wachstum beruhen, werden als biotisch bezeichnet. Meist durch Verrottung zersetzt, bleiben die Ausgangsstoffe biotischer Materialien im Stoffkreislauf der Biosphäre erhalten und dienen immer wieder als Grundlage der Entstehung neuer Biomasse. Biotische Materialien sind somit nachwachsende bzw. erneuerbare Rohstoffe, die bei nachhaltiger Bewirtschaftung permanent zur Verfügung stehen und hinsichtlich ihrer Verfügbarkeit zu bevorzugen sind. Zu den biotischen Materialien gehören beispielsweise Holz, tierische Wolle, pflanzliche Fasern,

[57]

Holz ist ein weit verbreiteter, nachwachsender und somit erneuerbarer Rohstoff, der bei nachhaltiger Bewirtschaftung permanent zur Verfügung steht. Ein Querschnitt durch einen Eichenstamm macht die Jahresringe und die verschiedenen Wachstumschichten eines Baumes sichtbar.

Horn und Häute oder Myzelien. Die Entstehungsprozesse der biotischen Materialien sind die kürzesten der vier Materialgruppen und bewegen sich in für den Menschen erfahrbaren Zeiträumen.



**Fossile Materialien** Unter fossilen Rohstoffen versteht man die in der Erde eingelagerten Kohlenstoffvorkommen, die sich unter Luftabschluss sowie Hitze und hohem Druck über Jahrtausende aus abgestorbenen Pflanzen und Tieren gebildet haben. Im Vergleich zu biotischen Materialien übersteigen die Entstehungsprozesse fossiler Materialien die auf menschliche Nutzungen bezogenen Zeithorizonte bei weitem. Aus diesem Grund gelten Materialien aus fossilen Ressourcen als endlich. Zu den fossilen Rohstoffen zählen Erdöl, Erdgas sowie Stein- und Braunkohle. Fossile Rohstoffe sind eine wichtige Ausgangsbasis für chemische Produkte, zu denen auch die grosse Werkstoffgruppe der Kunststoffe gehört. Theoretisch können einige Kunststoffprodukte aus fossilen Rohstoffen durch Recycling wiederverwertet werden. Da es aktuell aber kaum möglich ist, Kunststoffe zuverlässig sortenrein zu trennen, wird ein Grossteil dieser Stoffe verbrannt. Ihr Nutzen für diesen Zweck ist dann, wie beim Heizöl, nur die kurzfristig erzeugte Wärme. Danach steht der Rohstoff nicht mehr zur Verfügung. Bei der Verbrennung fossiler Materialien wird das darin gespeicherte CO<sub>2</sub> freigesetzt, das von der Biosphäre nicht mehr vollständig gebunden werden kann. Fossile Rohstoffe gelten daher als Treiber der globalen Klimaerwärmung.

[58]

Steinkohle ist ein Sedimentgestein, das vor Jahrtausenden durch die Karbonisierung von Pflanzen entstanden ist, weshalb sie als fossiler Rohstoff bezeichnet wird. Steinkohle besteht hauptsächlich aus Kohlenstoff und wird deshalb oft als Primärenergieträger verwendet.



**Mineralische Materialien** Mineralischen Ursprungs sind Rohstoffe, die durch abiotische, natürliche Prozesse über lange Zeiträume entstehen oder entstanden sind. Sie gelten daher als endliche Ressourcen. Ihre Abbaumethoden schädigen oft das lokale Ökosystem und hinterlassen tiefe Narben in der Landschaft. Insbesondere für die im Herstellungsprozess gebrannten mineralischen Materialien wie Zement, Ziegel, Kalksandstein oder Gips sind Recyclingverfahren noch wenig etabliert, weshalb viele dieser Baustoffe auf Deponien<sup>7S.229</sup> landen. Aufgrund der stark eingeschränkten Recyclingmöglichkeiten ist die Art der Wiederverwendung<sup>7S.97</sup> dieser Materialgruppe in der Regel Downcycling.



[59]

Gips ist ein weltweit vorkommendes mineralisches Gestein. Es entstand vor ca. 200 Millionen Jahren überwiegend durch Auskristallisation und Ablagerung infolge der Verdunstung von Meerwasser. Wenn Gips gebrannt wird, besitzt er die Eigenschaft, bei Zugabe von Wasser abzuhalten. Vielfach wird Gips in der Bauindustrie verwendet, beispielsweise für Gipskartonplatten, Putze oder Spachtelmasse.

#### **Metallische Materialien**

Metalle sind chemische Elemente, sie bilden den Grossteil des Periodensystems der Elemente. Zu ihnen gehören beispielsweise Eisen, Chrom, Mangan, Nickel, Zink, Kupfer und Kobalt sowie Seltene Erden, etwa Neodym oder Scandium. Die meisten Metalle kommen in der Natur nicht in reiner Form vor, sondern sind in Mineralien gebunden. Diese Mineralien werden als Erze bezeichnet.

Nach energieintensiver Gewinnung, Aufbereitung und Verhüttung können Metalle untereinander in Form von Legierungen mit neuen Eigenschaften verschmolzen werden. Metallische Rohstoffe werden in der Regel im Bergbau und im Tagebau gewonnen. «Deep Sea Mining», der Abbau von Rohstoffen am Meeresboden, könnte weitere Vorkommen dieser endlichen Ressource erschliessen, jedoch mit unabsehbar gravierenden ökologischen Folgen. Einige Metalle sind im Zusammenhang mit der Erzeugung erneuerbarer Energien<sup>7S.172</sup> unentbehrlich, zum Beispiel für den Bau von Batterien und Magneten in Windturbinen und Photovoltaikanlagen.<sup>123</sup>

Metallische Stoffe können mit hohem Energieaufwand nahezu ohne Qualitätsverlust recycelt und wiederverwendet werden. Metallische Materialien zerfallen durch Korrosion. Je nach Metall kann dieser Zersetzungsvorgang unterschiedlich lange dauern.



[60]

Zink ist ein Metall, das häufig in Legierungen mit anderen Metallen verwendet wird, zum Beispiel in Messing, einer Legierung aus Kupfer und Zink. Zink reagiert mit Luftfeuchtigkeit und Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) und bildet eine schützende Schicht, weshalb es oft als Korrosionsschutz für Stahlteile zum Einsatz kommt.

## Natürliche Materialien und Innovationen

Mit zunehmender Ressourcenknappheit und steigenden Treibhausgasemissionen werden biotische Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen zu einer wichtigen Alternative zu konventionellen, endlichen Materialien. Innovationen im Bereich biotischer bzw. biobasierter Werkstoffe sind notwendig, um die Abhängigkeit von begrenzten Ressourcen zu verringern. Dabei geht es einerseits um die breitere Anwendung bewährter biobasierter Materialien wie Holzwerkstoffe und andererseits um die Erschliessung neuer Quellen mit bisher nicht oder wenig industriell genutzten erneuerbaren Rohstoffen. In den letzten Jahrzehnten wurde auf diesem Gebiet viel geforscht: Völlig neue Werkstoffe sind aus bisher wenig oder gar nicht genutzten Rohstoffen entstanden, oder in Vergessenheit geratene Materialien und Werkstoffe wurden wiederentdeckt, modifiziert und weiterentwickelt. Darüber hinaus sind auch mineralische Werkstoffe, sofern sie aus unproblematischen, langfristig verfügbaren Quellen stammen und ein ausreichendes Recyclingpotenzial<sup>s.225</sup> aufweisen, interessante und vielversprechende Materialien, die nachhaltige Alternativen bieten können. Doch nicht jede neue Materialentwicklung ist sofort einsatzbereit und viele neue Materialien schaffen es nicht bis zur Marktreife, denn was im Labor funktioniert, ist nicht automatisch skalierbar und massentauglich. Nachfolgend sind einige Beispiele für besonders relevante oder innovative biotische und abiotische Materialien aufgelistet:

**Holz** Einer der ältesten, wichtigsten und am weitesten verbreiteten biotischen Werkstoffe ist Holz. Die breite Verwendung ist auf seine vielfältigen Eigenschaften, seine hohe Verfügbarkeit, seine einfache Verarbeitung und das über Generationen gewachsene Wissen über seine Nutzung zurückzuführen. Doch nicht nur der Werkstoff Holz selbst hat viele positive Eigenschaften: Bäume leisten während der Wachstumsphase einen wichtigen Beitrag zum Erosions- und Verdunstungsschutz, sie spenden Schatten, dienen im Verbund als Wälder der Wasserspeicherung, sind wichtige Reservoirs der Biodiversität und beeinflussen über ihren Wasserhaushalt<sup>s.185</sup> das globale Klima.<sup>124</sup>

Holz wird massiv als Vollholz und in Form von weiterverarbeiteten Holzwerkstoffen verwendet. Unter Vollholz versteht man Holzerzeugnisse, die direkt aus dem Baumstamm bzw. Rundholz gewonnen werden, wie zum Beispiel Balken, Bretter, Latten, Profile, Massivholz- oder Mehrschichtplatten. Holzwerkstoffe dagegen sind Platten und Formteile aus Holzlagen, Holzspänen oder Holzfasern, die zum Teil mit Bindemitteln verleimt und verpresst werden. Daraus entstehen Halbfabrikate



[61–64]

Von Holzpellets inspiriert, presst der Designer Renaud Defrancesco den Briket-Hocker aus Sägemehl- und Kartoffelfällen der Holzindustrie und Kartoffeln als natürlichem Bindemittel (Abb. links oben).

Das Unternehmen ecomnitWood verwendet Holzreste aus Sägewerken und ein natürliches Bindemittel aus Magnesiumkarbonat, um daraus Produkte wie die abgebildete Stehleuchte im 3D-Druckverfahren herzustellen (Abb. rechts oben).

Kork ist ein biotisches Material, das aus der Rinde der Korkeiche gewonnen wird und zur Herstellung vielfältiger Produkte, vor allem Flaschenkorken, verwendet wird. Die bei der

Produktion anfallenden Reststoffe können zu Korkgranulat geschreddert und anschliessend zu expandiertem Kork weiterverarbeitet werden. Dabei wird das Korkgranulat durch gleichmässiges Erhitzen mit heissem Dampf ohne Zusatzstoffe expandiert. Das kompakte Monomaterial «Black Cork» lässt sich gut auch mit CNC-Technologie verarbeiten.

Aufgrund seiner angenehmen, warmen Eigenschaften hat das Designstudio INCH die kreisrunden Sitzmöbel und Pflanzeninseln Forest Circles entworfen, die in den Büroräumlichkeiten von Roche Pharma Deutschland in Grenzach zum Einsatz kommen (Abb. unten).

wie Spanplatten, Faserplatten und OSB-Platten, teilweise unter Verwendung von Resten aus Verarbeitungsprozessen oder aus minderwertigem Holz.

Nebst seiner direkten Nutzung als Werkstoff dient Holz als Ausgangslage für eine Vielzahl weiterer Stoffe: Materialien auf Zellulosebasis wie Papier und Karton, aber auch Textilfasern wie Viskose oder durchsichtiges Cellophan. Das aus Holzzellstoff gewonnene Lignin dient als Bindemittel von Klebstoffen und ist Ausgangsstoff vieler Chemikalien. Aus Holzbestandteilen wie Lignin oder Zellulose können wiederum biobasierte Kunststoffe hergestellt werden.

Die in der Kreislaufwirtschaft<sup>8,86</sup> angestrebte Kaskadennutzung kann mit Holz beispielhaft umgesetzt werden. Sie beschreibt das Prinzip, Holz und Holzprodukte in mehreren aufeinanderfolgende Nutzungsstufen einzusetzen, bevor sie schliesslich energetisch verwertet werden. Zunächst wird Holz für Produkte wie Bauholz, Möbel, Bodenbeläge oder andere Konstruktionen verwendet. Nach Ablauf der Nutzungsdauer als Baumaterial lassen sich Vollholzprodukte in der Regel zu anderen Produkten verarbeiten, die ebenfalls einen hohen Nutzwert haben. In dieser Phase kann Altholz zerkleinert und zu neuen Produkten wie Spanplatten oder OSB-Platten verarbeitet werden. Am Ende der Nutzungsdauer können Holzwerkstoffe energetische Verwertung finden, etwa durch Verbrennung in Heizkraftwerken oder zur Erzeugung von Prozesswärme.

**Naturfasern** Naturfasern werden vom Menschen seit Jahrtausenden als vielseitiger Rohstoff genutzt. Dazu gehören alle Fasern, die von natürlichen Quellen wie Pflanzen, Tieren oder Mineralien stammen und sich ohne weitere chemische Umwandlungsprozesse direkt einsetzen lassen.<sup>125</sup> Pflanzenfasern sind zum Beispiel Baumwolle, Hanf, Flachs, Jute, Sisal, Kokos oder Stroh. Die in der Textilindustrie am häufigsten verwendete Pflanzenfaser ist Baumwolle. Baumwollplantagen verbrauchen jedoch enorme Mengen an Wasser und werden oft grossflächig mit Pestiziden und Herbiziden behandelt. Mögliche Alternativen mit zum Teil hervorragenden Eigenschaften bieten Pflanzenfasern, die als Nebenprodukte anfallen. Ein Beispiel ist Abacà, eine Faser, die aus Bananenstauden gewonnen werden kann. Das strapazierfähige Material findet Anwendung in Produkten wie Rucksäcken oder Schuhen.<sup>126</sup>

Zu den tierischen Fasern zählen Fasern, die aus Tierhaaren gewonnen werden, wie zum Beispiel Wolle von Schafen, oder auch Seide aus Raupenkokons. Beim

Einsatz dieser Fasern ist unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit jeweils sorgfältig ihre Herkunft zu prüfen, zusätzlich kommt hier der Aspekt des Tierschutzes zum Tragen. Naturfasern werden zu einer Vielzahl von Produkten verarbeitet, zum Beispiel zu Textilien, Seilen, Teppichen, Bewehrungsmatten, Geflechten, Verstärkungsfasern in Verbundwerkstoffen oder zu Dämmstoffen.

[65]

Mit *Sisal Sanctum* kreiert der Designer Fernando Laposse eine Installation aus rohem Sisal und demonstriert damit die sinnlich-haptischen Qualitäten dieser Naturfaser aus der Agave.



**Biobasierte Kunststoffe** Ein wichtiger und weitverbreiterter Werkstoff für die industrielle Massenproduktion ist Kunststoff. Grosses Potenzial für die Transformation zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise liegt darin, Kunststoffe, die überwiegend aus fossilen Rohstoffen gewonnen werden, durch solche aus nachwachsenden bzw. erneuerbaren Rohstoffen zu ersetzen. Biobasiert bezieht sich also auf die Herkunft der Rohstoffe. Als Eigenschaft können diese sowohl biologisch abbaubar als auch nicht biologisch abbaubar sein. Die biologische Abbaubarkeit eines Kunststoffs ist nicht unbedingt ein Indikator für seine Nachhaltigkeit. Sie ist in vielen Anwendungen nicht erwünscht, da sie unter Umständen die Dauerhaftigkeit eines Produkts einschränkt.

Ausgangsstoffe für biobasierte Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind vor allem Stärke und Cellulose aus Zuckern, mögliche Ausgangspflanzen sind stärkehaltige Pflanzen wie Mais oder Zuckerrüben sowie Hölzer, aus denen Cellulose gewonnen werden kann. Weitere Rohstoffe wie Chitin, Lignin, Kasein, Gelatine, Getreideproteine und Pflanzenöl werden zur Herstellung von biobasierten Kunststoffen verwendet. Auch Bakterien, Hefepilze und Algen stehen im Fokus der Forschung

zur Herstellung von Kunststoffen.<sup>127</sup> Zudem können biobasierte Kunststoffe auch aus anderen erneuerbaren Rohstoffen erzeugt werden. Große Hoffnung wird hier auf die Produktion von Kunststoffen aus Kohlendioxid<sup>128</sup> aus Industrieabgasen gesetzt, da diese neben dem Ersatz fossiler Rohstoffe auch das Treibhausgas CO<sub>2</sub> im Material speichern können.

Um biobasierte Kunststoffe für eine breitere Anwendung nutzbar zu machen, werden sie häufig mit Naturfasern kombiniert. Diese dienen als Verstärkungsmaterial und verleihen dem Verbundwerkstoff Festigkeit und Steifigkeit. Dafür eingesetzte pflanzliche Fasern sind Flachs, Hanf, Jute, Sisal, Kokos, Baumwolle oder tierische Fasern wie Wolle oder Seide. Sie verleihen dem Verbundwerkstoff nicht nur positive Materialeigenschaften, sie prägen oft auch das Erscheinungsbild des Werkstoffs und eröffnen neue gestalterische Möglichkeiten.

[66]  
Der italienische Möbelhersteller Kartell hat das ursprünglich aus ABS-Kunststoff hergestellte, kultige Aufbewahrungsmöbel *Componibili* in einer Version aus Biokunststoff herausgebracht. Die Alternative beruht auf dem Biopolymer PHA, das aus landwirtschaftlichen Abfällen gewonnen wird und biologisch abbaubar ist.



**Myzelbasierte Pilzwerkstoffe** Aus Pilzmyzel, dem unterirdischen Geflecht der Pilzfäden (Hyphen), das den eigentlichen Hauptbestandteil eines Pilzes ausmacht, können auf der Basis von biotischen Substraten wie zum Beispiel Hanf- oder Holzschnitzeln Kompositwerkstoffe hergestellt werden. Das mit Myzel versetzte Ausgangsmaterial wächst mithilfe von Negativformen in die gewünschte Form, das Produkt kann dann buchstäblich «geerntet» werden. Der sogenannte Myzelkomposit hat ähnliche Eigenschaften wie Schaumstoff, der je nach Substratstoff und Wachstumszeit in unterschiedlichen Dichten von ultraleicht bis hochfest produziert wird. Während seines Wachstums bindet der Pilz auch CO<sub>2</sub>.



[67–69]  
Auf Basis biotischer Substrate können Kompositwerkstoffe aus Pilzmyzel hergestellt werden. So haben Forschende des EDEK (Experimentelles und Digitales Entwerfen und Konstruieren) der Universität Kassel eine wellenförmige Trennwand aus einem Holz-Myzel-Verbund hergestellt (Abb. rechts). Myzelkomposite weisen ähnliche Eigenschaften wie Schaumstoff auf und können in unterschiedlichen Dichten produziert werden. Innovative Unternehmen und Start-ups nutzen diese Eigenschaften, um etwa Verpackungen herzustellen und so Erdölbasierter Polystyrolschaumstoff zu ersetzen (Abb. links).



**Algen** Als Algen werden im Wasser lebende Organismen bezeichnet, die Photosynthese betreiben, jedoch nicht zur Gattung der Pflanzen zählen. Algen wachsen in natürlichen aquatischen Umgebungen und bevorzugen je nach Art Süß- oder Salzwasser. Sie werden vor allem als Extrakte in Lebens- und Futtermitteln, aber auch als bioaktive Komponente für Kosmetika und medizinische Präparate eingesetzt.

In Algen enthaltene Biopolymere rücken zunehmend auch als Rohstoff für die Herstellung von biobasierten Kunststoffen, zum Beispiel Polyactid<sup>129</sup>, in den Fokus. Diese werden unter anderem im Verpackungsbereich in Form von Folien eingesetzt.<sup>130</sup> Algenbasierte Folien weisen eine gute Fettbeständigkeit auf und verhindern durch eine gute Sauerstoffbarriere das Austrocknen von Lebensmitteln. Als nachhaltiger Rohstoff sind Algen besonders interessant, weil sie schnell wachsen, keine Ackerflächen oder Düngemittel benötigen und während ihres Wachstums CO<sub>2</sub> binden.



[70–71]  
Algen enthalten Biopolymere, die als Rohstoff für die Herstellung biobasierter Kunststoffe genutzt werden können. Im Verpackungsbereich kommen algenbasierte Folien aufgrund ihrer guten Fettbeständigkeit und Sauerstoffbarriere zur Vermeidung von Austrocknung bei Lebensmitteln zum Einsatz.



**Ton und Lehm** Ton ist ein natürlich vorkommendes, anorganisches Material, das hauptsächlich durch Verwitterung von Tonmineralen besteht. Mit entsprechenden Zusatzstoffen<sup>7S.183</sup> versetzt dient Ton als Rohmaterial für Töpferwaren, Keramik, Klinker oder Terrakotta.

Natürliche Lehmböden in Mitteleuropa sind meist durch eiszeitliche Ablagerungen von durch Wind angewehtem Feinmaterial aus der Steppentundra entstanden. Angereichert mit Ton, Schluff und Sand dient Lehm als Ausgangsstoff zur Herstellung von Baumaterialien wie luftgetrockneten Lehmziegeln, Stampflehm oder Backstein (gebrannt). Lehm mit seinem natürlichen Vorkommen und der energiearmen Gewinnung erlebt als nachhaltiges Material in der Architektur und Innenarchitektur seine Wiederentdeckung. Dank seiner hervorragenden baubiologischen Eigenschaften bietet der Rohstoff Vorteile bei der Regulierung des Raumklimas sowie bei der Schall- und Wärmedämmung. Produkte aus Lehm sind leicht zu reparieren und theoretisch unbegrenzt recycelbar, weshalb sie als nachhaltige Alternative zu Zement und Gips gelten. Die Technologie des 3D-Drucks eröffnet weitere, neue Möglichkeiten in der Verarbeitung von Lehm. So können Hohlkörper einfach gedruckt werden, was wiederum neue Anwendungsmöglichkeiten schafft.<sup>131</sup>

Ein wichtiger Aspekt bei der Nutzung nachwachsender Rohstoffe ist der mögliche Konflikt zwischen Energie- und Güterproduktion einerseits und Nahrungs- und Futtermittelproduktion sowie Flächendruck auf die Natur andererseits. In diesem

Zusammenhang birgt die Nutzung von Nebenströmen der Nahrungsmittelproduktion und Produktionsabfällen zur Gewinnung von Rohstoffen für die Werkstoffproduktion grosse Potenziale, ohne in Konkurrenz zu Anbauflächen zu treten. Die «Leaf-to-Root»-Idee<sup>132</sup> aus dem Nahrungsmittelbereich, bei der alle Teile eines Gemüses verwertet werden, dient als Modell für die Nutzung von biotischen Rest- und Nebenprodukten als Rohstoffe. Nachfolgend finden sich mögliche Beispiele für die Nutzung von Nebenströmen aus der Nahrungsmittelproduktion:

**Kokosfasern** In einigen Ländern gehört die Kokosnuss zu den wichtigsten Nahrungsmitteln. Bei der Ernte fallen grosse Mengen an Fasern an, die die Nuss umhüllen. Aus diesem Nebenprodukt können hochfeste Werkstoffe gepresst werden. Als Bindemittel eignet sich biobasiertes Tannin, das ebenfalls aus einem Nebenstrom der Holz- und Papierindustrie stammt.<sup>133</sup>

**Bananenschalen und Olivenkerne** Bananenschalen, Nusschalen sowie Olivenkerne können zur Herstellung eines flexiblen, biologisch abbaubaren Materialverbundes verwendet werden. Interessant ist der Einsatz dieses Biokomposit vor allem in stark beanspruchten Einsatzbereichen, wie zum Beispiel bei Schuhsohlen. Der dabei entstehende Abrieb (Dissipation<sup>7S.232</sup>) der Schuhsohlen ist für die Umwelt unproblematisch.<sup>134</sup>

**Kaffeesatz, Maiskolben und Nusschalen** Ungenutzte Reststoffe wie Kaffeesatz, Maiskolben und Nusschalen können in Form von Biokompositen weiterverwertet werden. Diese Bioverbundwerkstoffe sind spritzgussfähig und somit für eine Vielzahl von Serienprodukten einsetzbar. Da sie keine erdölbasierten Bestandteile enthalten, erzeugen sie kein Mikroplastik und sind vielfach auch kompostierbar.<sup>135</sup>



**Baumwoll-Lint** Bei der Baumwollernte fallen als Nebenprodukt die an den Baumwollsamen haftenden Samenhaare, die sogenannten Linters, an. Sie können zu Zellulose verarbeitet werden, aus der recycelbare Produkte wie Akustikplatten<sup>136</sup> hergestellt werden können.



[74–75]  
Die bei der Ernte anfallenden, an den Baumwoll- samen haftenden Haare werden in der Regel entsorgt. Sie lassen sich jedoch zu Zellulose für recycelbare Produkte verarbeiten. Das Unternehmen Archisonic produziert aus diesem Nebenprodukt sogenannte Cotton Boards für Wandelemente und akustische Absorber.

Gestalter:innen kommt bei der Entwicklung innovativer Materialien eine besondere Rolle zu, denn die interdisziplinäre Arbeitsweise schafft Möglichkeiten der Kombination und Fusion verschiedenster Disziplinen wie Technik, Kunst oder Umwelt- und Sozialwissenschaften. Aus dieser Perspektive wird Materialentwicklung nicht nur technisch-funktional verstanden, sondern mit kulturellen, sozialen und ästhetischen Kontexten verknüpft. Das birgt das Potenzial, gerade nachhaltige Materialien marktfähig zu etablieren, ihre Hintergründe sichtbar zu machen und damit neue Perspektiven für einen Transformationsprozess in Richtung Nachhaltigkeit zu eröffnen. Gerade weil die Disziplin Design an der Schnittstelle von Gestaltung, Produktion, Nutzung und Ökonomie angesiedelt ist, sind Materialentwicklungen, die von Designschaffenden initiiert werden, häufig praxisnah, realitätsbezogen und dennoch innovativ.

**Sonnenblumenkernschalen** Sonnenblumen werden in grossem Umfang zur Gewinnung von Sonnenblumenöl angebaut. Die Schalen der Kerne und der Rest der Sonnenblumenpflanze fallen als Reststoffe an, von denen nur ein kleiner Teil als Tierfutter verwendet werden kann. In Materialforschungsprojekten wurde daher das Stängelmark der Sonnenblume näher untersucht, um daraus eine natürliche Alternative zu Schaumstoff zu entwickeln. Auch können schallabsorbierende Werkstoffplatten aus den Abfallprodukten der Sonnenblume hergestellt werden.<sup>137</sup>

Beim Einsatz innovativer Materialien in einem Projekt sind einige Aspekte zu beachten, damit die vordergründig nachhaltigen Effekte auch tatsächlich erzielt und Reboundeffekte<sup>107</sup> vermieden werden. Um die Nahrungsmittelknappheit nicht zu verschärfen, sollten neue biotische Werkstoffe nicht in Konkurrenz zu Nahrungsmitteln stehen und daher aus Reststoffen gewonnen werden, die nicht für die Ernährung genutzt werden. Bei den Herstellungsprozessen ist der Wasser- und Energieverbrauch<sup>178/185</sup> so gering wie möglich zu halten, damit eine positive Materialbilanz nicht durch einen hohen Energie- oder Wasserverbrauch zunichte gemacht wird. Besondere Aufmerksamkeit ist auch der Art des verwendeten Bindemittels zu widmen. Nicht selten werden den biotischen Materialien konventionelle Bindemittel wie Epoxidharze beigemischt, die später als nicht recycelbare Verbundwerkstoffe als Sondermüll entsorgt werden müssen. Neue Werkstoffe sollten zudem idealerweise mit herkömmlichen Maschinen und Werkzeugen bearbeitet werden können.

### Vom Naturzeugnis zum Endprodukt

Auf dem Weg zum Endprodukt durchläuft ein Rohstoff verschiedene Transformationsprozesse. Im Nachhaltigkeitsdiskurs werden diese Phasen unterschiedlich bezeichnet, entsprechend ändern sich die Nachhaltigkeitskriterien. Die Transformationsphasen lassen sich in Naturzeugnis, Rohstoff, Grundstoff, Werkstoff und Komponenten unterteilen, bevor daraus ein Endprodukt entsteht:

**Naturzeugnisse** Naturzeugnisse sind Produkte natürlicher Prozesse, die ohne menschliches Zutun entstanden sind oder entstehen. Sie bilden zusammen das sogenannte Naturkapital<sup>109</sup>. Dazu gehören beispielsweise Bäume, Pflanzen, Gesteine, Tiere und Wasser.

[76]  
Die Heidschnucke ist ein vom Menschen domestiziertes und gezüchtetes Nutztier aus der Gattung der Schafe. Aus dem Naturzeugnis Schaf lassen sich Rohstoffe für vielfältige Zwecke gewinnen: Ihr Fleisch und ihre Milch dienen als Nahrungsmittel oder der Herstellung kosmetischer Produkte, ihr Fell wird zur Wollgewinnung genutzt und aus ihrem Leder und ihren Hörnern werden verschiedene Gebrauchsgegenstände hergestellt.



Ein Naturerzeugnis gilt noch nicht als Rohstoff, solange der Mensch nicht die Absicht hat, es zu nutzen. Unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit sind der Schutz der Ökosysteme, die Minimierung von Eingriffen in die Umwelt sowie die Wahrung sozialer Bedingungen für Mensch und Tier wichtige Aspekte bei der Aneignung von Naturerzeugnissen als Rohstoffe.

**Rohstoffe** Unterschieden wird zwischen primären und sekundären Rohstoffen, wobei primäre Rohstoffe ursprüngliche, unbearbeitete, aus der Natur gewonnene Naturerzeugnisse sind. Sekundäre Rohstoffe hingegen werden durch Aufbereitung bereits verwendeter Materialien (Recycling<sup>7S.225</sup>) gewonnen. Primärrohstoffe unterscheiden sich von Naturerzeugnissen nur dadurch, dass ein Naturerzeugnis nicht notwendigerweise ein Rohstoff ist. Ein Baum zum Beispiel ist ein Naturerzeugnis, aber auch ein Rohstoff, wenn sein potenzieller Nutzen in Betracht gezogen wird. Eisenerz ist ebenfalls ein Rohstoff, wenn es in abbauwürdigen Konzentrationen und Vorkommen auftritt. Es gelten die gleichen Nachhaltigkeitskriterien wie für Naturerzeugnisse.

**Grundstoff** Unter Grundstoffen versteht man gewonnene Rohstoffe, die noch nicht unbedingt für technische Anwendungen optimiert sind. Sie bilden die Ausgangsbasis für die Herstellung spezifischer Werkstoffe. Roheisen, das aus Eisenerz verhüttet wird, bildet beispielsweise einen Grundstoff für die Stahlherstellung. Unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten sind die Umweltauswirkungen und der Energieeinsatz der Vergütungsprozesse zu berücksichtigen.

[77]  
Das Horn eines Schafbocks dient als Grundstoff für die Herstellung einer Vielzahl von Gegenständen. Wenn es zu Scheiben verarbeitet wird, entsteht ein Halbfabrikat, aus dem sich diverse Produkte, wie etwa Hornbrillengestelle, herstellen lassen.



[78]  
Nach Abschluss des Fertigungsprozesses und der anschliessenden Montage der Komponenten bildet die Brille das Endprodukt.

**Werkstoffe und Halbfabrikate** Ein Werkstoff besteht aus einem oder mehreren Grundstoffen, die speziell für bestimmte technische oder industrielle Anwendungen ausgewählt oder in ihrer stofflichen Zusammensetzung und Beschaffenheit so verändert werden, dass eine Weiterverarbeitung möglich ist. Werkstoffe bilden die Grundlage für nahezu alle technischen und handwerklichen Anwendungen und beeinflussen massgeblich deren Eigenschaften, Funktionalität, Lebensdauer<sup>7S.220</sup> und auch Nachhaltigkeit. Halbfabrikate sind Vorprodukte für die Herstellung von Endprodukten und werden beispielsweise in Form von Barren, Rollen, Profilen, Folien oder Platten gehandelt. Relevante Nachhaltigkeitskriterien bei der Verarbeitung zu Werkstoffen sind die Erhaltung der Kreislauftähigkeit<sup>7S.86</sup> der Rohstoffe, der möglichst geringe Einsatz von problematischen Zusatzstoffen<sup>7S.183</sup> und Energie sowie die Minimierung von Abfällen<sup>7S.179</sup> bei der Herstellung.

**Komponenten** Komponenten oder Bauteile sind Bestandteile eines Endprodukts und erfüllen jeweils spezifische Funktionen. Beispielsweise ist eine Speiche eine Komponente eines Rades und dieses wiederum eine Komponente eines Fahrrades.

Im Hinblick auf Nachhaltigkeitskriterien sind vor allem die Herstellungsprozesse der jeweiligen Industrie, aber auch die Eigenschaften Kompatibilität<sup>7S.140</sup> und Reparaturfähigkeit<sup>7S.222</sup> näher zu betrachten.

**Endprodukte** Erst im Endprodukt zeigen sich Form, Funktion und damit Nutzen und Wert in vollem Umfang, es ist die Summe der in Form gebrachten Materialien und aufeinander abgestimmten Bestandteile, Prozesse und Eigenschaften. Inwieweit ein Produkt kreislauftähig ist und wieder in seine Einzelteile und Ausgangsrohstoffe zerlegt werden kann, hängt dabei wesentlich von seinem Design ab.

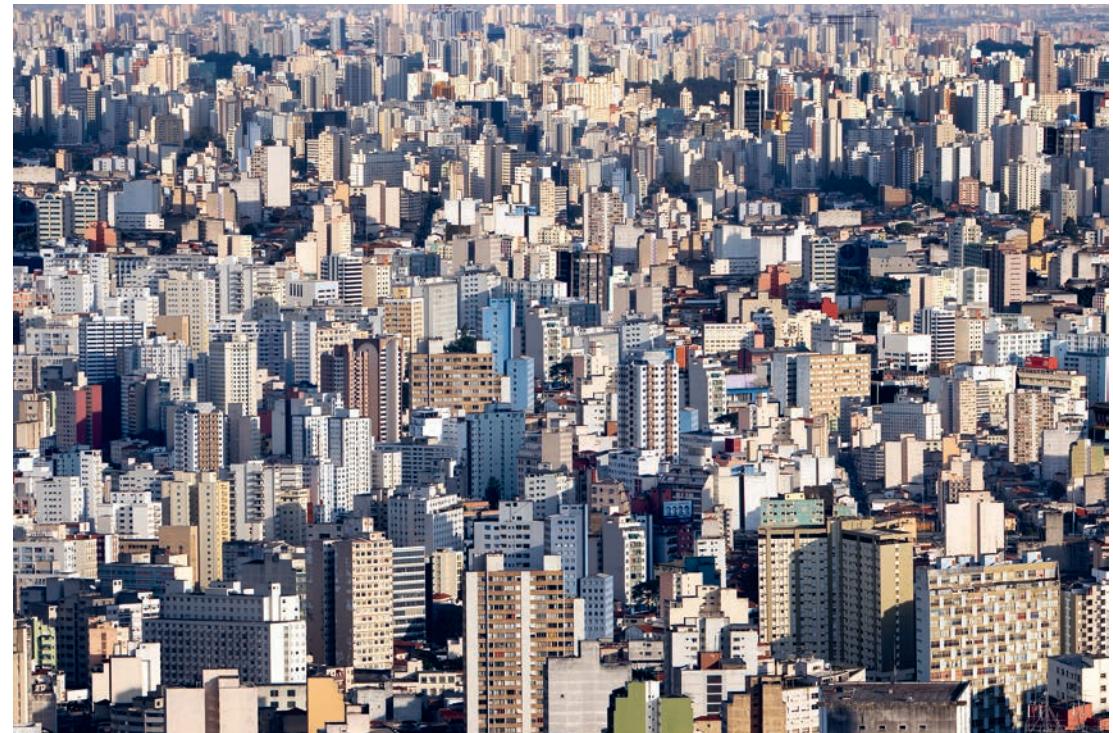


## Urbane Orte als Rohstofflager

Die vom Menschen geschaffene Umwelt, die sogenannte Technosphäre, als Rohstofflager zu betrachten, beschreibt den Ansatz des «Urban Mining», also der Rohstoffgewinnung durch den Rückbau von Konsumgütern und Infrastrukturen. Urban Mining geht von der Prämisse aus, den urbanen Raum als Materiallager, als riesige Rohstofflagerstätte zu begreifen, wobei Rohstoff hier Sekundärrohstoff bedeutet. Dadurch lässt sich der primäre Rohstoffverbrauch senken, und die Abaugebiete der natürlichen Rohstoffvorkommen werden entlastet. Anders als der Name vermuten lässt, bezieht sich Urban Mining nicht nur auf die Nutzung städtischer Lagerstätten, sondern auf den gesamten Güterbestand. Dazu gehören unter anderem Konsumgüter wie Elektrogeräte und Autos, aber auch Infrastruktur, Gebäude und Deponien<sup>7S.229</sup>. Diese «anthropogenen Lagerstätten» enthalten enorme Mengen an Wertstoffen in hoher Konzentration. Viele Metalle beispielsweise liegen in Gütern wie Bau teilen oder Maschinen in reiner oder hochlegierter Form vor – in ihren natürlichen Erzlagerstätten dagegen oft nur in geringen Konzentrationen. So entspricht der durchschnittliche Goldanteil eines Mobiltelefons dem von 16 Kilogramm Golderz.<sup>138</sup> Urbane Minen befinden sich zudem oft genau dort, wo die Rohstoffe benötigt werden, sodass Transportwege verkürzt werden können. Um das Potenzial der verbauten Rohstoffe im Urban Mining voll auszuschöpfen und damit Stoffkreisläufe zu schließen, ist die Kreislauffähigkeit<sup>7S.86</sup> von Gütern unabdingbar. Voraussetzung dafür ist, dass ein Produkt so konstruiert ist, dass es demontierbar<sup>7S.132</sup> ist und die im Produkt gebundenen Rohstoffe kreislauffähig sind. Denn nur Güter, die sich in ihre Einzelteile zerlegen lassen, können im Stoffkreislauf gehalten werden.

[79-80]  
Die vom Menschen gebaute Umwelt, die sogenannte Technosphäre, kann auch als riesige Lagerstätte für Sekundärrohstoffe betrachtet werden. Beim Urban Mining werden die Rohstoffe der gesamten Infrastruktur, die enorme Mengen an Wertstoffen in hoher Konzentration enthalten, wiederverwendet. Die Bilder veranschaulichen das enorme Ausmass und die Vielfalt der verschiedenen Stoffe, Materialien und Komponenten, die sich in der gebauten Umwelt verbergen.

Zu sehen sind die brasilianische Grossstadt São Paulo (Abb. oben) und eine amerikanische Familie mit ihren materiellen Besitztümern (Abb. unten).



## Wertschöpfungsketten

Die Umwandlung eines Rohstoffes in ein Endprodukt durch dessen Verarbeitung ist mit einer Wertsteigerung verbunden. Diese Wertsteigerung erfolgt in mehreren Schritten und wird als Wertschöpfungskette bezeichnet. Beispielsweise kann das Naturprodukt Baum als Rohstoff Holz genutzt werden. Durch das Zersägen des Baumstammes in Holzbretter wird das ursprüngliche Naturprodukt durch die Leistung des Sägewerks aufgewertet. Wird aus diesen Brettern in weiteren Arbeitsschritten ein Produkt hergestellt, steigt der Wert des verarbeiteten Holzes erneut. In diesem Prozess «schöpft» jeder Verarbeitungsschritt einen weiteren ökonomischen Mehrwert. Wertschöpfungsketten können nach dem Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit unter ökologischen, ökonomischen und sozialen Gesichtspunkten analysiert werden. Relevante ökologische Aspekte können dabei die Auswahl von Rohstoffen und Energieträgern<sup>7S.173</sup> sein oder

Konzepte zum Umgang mit Gefahrstoffen<sup>7S.181</sup>. Bei den sozialen Aspekten kann auf menschenwürdige Arbeitsbedingungen<sup>7S.187</sup>, wie die Einhaltung von Mindestlöhnen und die Absicherung der Arbeitnehmenden durch Sozialleistungen, geachtet werden. Ökonomische Aspekte fordern eine möglichst gerechte Verteilung der Wertschöpfung entlang der Lieferkette. Dieser Aspekt ist wichtig, da viele rohstoffreiche Länder nur an den ersten, meist weniger lukrativen Stufen der Wertschöpfung beteiligt sind und somit oftmals kaum von ihren Ressourcen profitieren. Je mehr Verarbeitungsschritte im Herkunftsland eines Rohstoffes selbst stattfinden, desto mehr werden neben der monetären Wertschöpfung auch handwerkliche Kompetenzen und nötiges Fachwissen gefördert. Häufig sind es rein ökonomische Gründe, die dazu führen, dass Rohstoffe in einkommensschwächeren Ländern verarbeitet und Wertschöpfungsschritte zu günstigeren Konditionen durchgeführt werden. Dies lässt sich am Beispiel der Textilproduktion, insbesondere der Fast-Fashion-Produktion, leicht verdeutlichen. Obwohl etwa der Stoff für ein Kleidungsstück aus indischer Baumwolle in Indien selbst weiterverarbeitet werden kann, verbleiben von der monetären Wertschöpfung einer Billigmodemarke in der Regel nur wenige Prozent im Ursprungsland. Grund dafür ist das globale Lohngefälle mit den zum Teil eklatanten Lohnunterschieden und dem enormen Preisdruck.<sup>139</sup> So profitieren rohstoffreiche Länder trotz vieler Wertschöpfungsschritte in vielen Fällen nur wenig von der monetären Wertschöpfung eines Produkts. Dem kann nur entgegengewirkt werden, indem Wertschöpfungsketten genau betrachtet, geplant und Gewinne möglichst gerecht verteilt werden. Dies führt in der Regel zu höheren Endverkaufspreisen oder einer geringeren Rendite für die beauftragenden Unternehmen. Für involvierte Unternehmen und Designer:innen ist es oft nicht einfach, Wertschöpfungsketten zu überblicken. Die Aufgabe, der sich Gestalter:innen stellen können, besteht darin, im Rahmen der eigenen Projekte ein Verständnis dafür zu entwickeln, bis zu welchem Punkt man eine gewisse Transparenz einfordern möchte. Das bedeutet unter anderem sich mit bestimmten Nachhaltigkeitsstandards vertraut zu machen, die diese Transparenz ermöglichen. Das hilft dabei die eigenen oder firmeninternen «roten Linien» zu erkennen und die Einhaltung der definierten Kriterien der nachhaltigen Unternehmensführung<sup>7S.25</sup> sicherzustellen.

### Stoffkreisläufe einplanen

Bereits in einer frühen Phase des Entwurfs werden Material- und Konstruktionsentscheidungen getroffen, die die Nachhaltigkeit eines geplanten Produkts massgeblich beeinflussen. Gerade weil

Gestalter:innen durch ihre initiale Position im Entwurfsprozess einen wichtigen Einfluss auf die Stoffströme eines zu entwickelnden Produkts haben, liegt es auch in ihrer Verantwortung<sup>7S.17</sup>, die daraus resultierenden sozialen und ökologischen Auswirkungen in das Betrachtungsfeld einzubeziehen. Die Materialwahl und die damit verbundenen Herstellungsprozesse sind aus Nachhaltigkeitsperspektive zentrale Faktoren, die den ökologischen Fussabdruck<sup>140</sup> eines Produkts prägen. Die eingeplanten Materialien sollten am Lebenszyklusende wiederverwendet oder recycelt werden können. Auch die Fügetechnik<sup>7S.132</sup> ist ein relevanter Faktor dafür, ob die im Produkt verbauten Materialien kreislauffähig<sup>7S.86</sup> sind. Aus diesem Grund ist eine gründliche Recherche vorab essenziell, zumal das einmal festgelegte Materialkonzept mit fortschreitender Projektdauer immer schwerer zu korrigieren ist. Der gewählte Gestaltungsansatz trägt demnach entscheidend dazu bei, ob die verwendeten Materialien in einer Reparaturwerkstatt<sup>7S.222</sup>, einer Recyclinganlage<sup>7S.225</sup>, auf einer Deponie oder in einer Müllverbrennungsanlage<sup>7S.229</sup> landen. Aus diesen Gründen sind Rückbaufähigkeit<sup>7S.132</sup> der Konstruktion und Kreislaufpotenziale der eingesetzten Rohstoffe bereits bei der Planung zu berücksichtigen und nach Möglichkeit auszuschöpfen.

Die Recyclingfähigkeit<sup>7S.225</sup> ist ein wesentliches Kriterium, das für jedes Material genau geprüft werden muss. Zwar können viele Rohstoffe mit teilweise erheblichem Aufwand wieder in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden, doch letztlich entscheiden vielfach wirtschaftliche Aspekte und die Qualität des gewonnenen Rezyklates darüber, ob ein Rohstoff tatsächlich wiederverwertet wird.<sup>141</sup> Ein Material oder Produkt muss zunächst entweder von den Konsument:innen zu einer Sammel- oder Rückgabestelle gebracht werden oder von professionellen Demontagebetrieben ausgebaut werden, um dann von Recyclingbetrieben identifiziert, geprüft und von Fremdstoffen getrennt zu werden. Darauf folgt der eigentliche Recyclingprozess um die gesammelten Stoffe wieder als Rohstoffe verfügbar zu machen. Der hohe Aufwand erklärt, warum beispielsweise viele potenziell recycelbare Kunststoffe nicht recycelt, sondern lediglich in einer Müllverbrennungsanlage verbrannt und thermisch verwertet werden. Viele Materialien, die auf dem Markt als recyclingfähig beworben werden, sind es nur theoretisch, da deren Recycling nicht wirtschaftlich ist und dementsprechend keine Aufbereitungsanlagen zur Verfügung stehen. Ein ökologisch nachhaltiger Gestaltungsansatz erfordert daher die Verwendung von Materialien, die von der Recyclingindustrie tatsächlich wiederverwertet werden können. Die alleinige Anwendung recyclingfähiger Materialien sollte dementsprechend kein Freibrief für die Deklaration als kreislauffähige Entwurfsstrategie sein.



[81] Mit dem ACX-Bürostuhl des italienischen Designers Antonio Citterio zeigt der Möbelhersteller Vitra, dass sich Stoffkreisläufe bereits in der Entwurfsphase einplanen lassen und als Verkaufsargument genutzt werden können. Dabei wird die Recyclingfähigkeit des Produkts von der Verwendung recycelter Materialien unterschieden und deren Anteil ausgewiesen.

Das Konstruieren ist ein wichtiger Teilespekt der Entwurfstätigkeit, damit ein Produkt, ein Objekt oder ein Bauwerk hergestellt und genutzt werden kann. Die Wahl des Materials hat Auswirkungen auf die Konstruktionsweise eines Produkts und ist daher ein wichtiger Aspekt bei dessen Konkretisierung. Zur Implementierung von Nachhaltigkeitskriterien gibt es verschiedene Konstruktionsansätze. Dazu zählen die Minimierung des Materialeinsatzes durch Ressourceneffizienz<sup>S.95</sup> mittels Konstruktionsweisen wie beispielsweise den Leichtbau, die Verwendung materialadäquater Fertigungsarten wie Konstruktionen aus Monomaterialien oder die Erzielung von Langlebigkeit<sup>S.220</sup> durch einen modularen Aufbau.

Die Konstruktionsarbeit umfasst in der Regel das Anfertigen von Berechnungen, Zeichnungen, Modellen und Simulationen. Dabei fließen Anforderungen und Nutzer:innenbedürfnisse in die Produktentwicklung ein und mithilfe von Funktionsmustern und Prototypen wird die Funktion definiert und erprobt. Soll die Produktentwicklung auch hinsichtlich der Konstruktion nachhaltigen Kriterien entsprechen, spielen neben der Materialwahl und der Fertigungstechnik auch die Art der Fügung der Einzelteile und die Dimensionierung eine entscheidende Rolle. Daraus ergeben sich Fragestellungen, die Aspekte wie die angemessene Komplexität, einen angemessenen Ressourcen- und Energieeinsatz oder die adäquate Wahl der Fügetechnik berücksichtigen. Diese werden im Folgenden genauer erläutert.

## Angemessene Komplexität

Die Rückbaubarkeit eines Produkts in seine Einzelteile ist eine wichtige Voraussetzung, um Komponenten und Materialien im Stoffkreislauf zu halten. Dementsprechend sollten Produkte, Objekte oder Bauwerke trennbar konzipiert und

die Zerlegbarkeit einer Konstruktion in einzelne Materialgruppen einfach und wirtschaftlich möglich sein. Ist die Durchführung der Zerlegung zu aufwendig und damit zu arbeits- und kostenintensiv, ist letztlich eine Entsorgung wahrscheinlich und damit die Kreislauffähigkeit<sup>S.86</sup> des Produkts in der Praxis nicht durchführbar.



[82–83]  
Für das Multifunktionsgebäude der Roche Pharma Deutschland in Grenzach entwickelte das Designteam von INCH agile Büroarbeitswelten. In den offenen, fließenden Projektflächen kamen verschiedene nutzungsspezifische, flexible Raumelemente wie etwa die «Creative Labs» zum Einsatz. Die Materialien und das konstruktive Prinzip dieser Elemente spiegeln einerseits die gewünschte Adaptierbarkeit durch einen modularen Aufbau wider. Andererseits stehen sie für die Verpflichtung zu einem kreislauffähigen Design. Als Tragstruktur wurde ein handelsübliches Rohrgestellsystem verwendet, das mit einfachen Plattenwerkstoffen aus Monomaterialien verkleidet ist. Diese sind adaptiv mit dem Gerüst verbunden und können mit handelsüblichen Werkzeugen demontiert werden.

Das sogenannte KISS-Prinzip<sup>142</sup> («Keep it simple and stupid!») bietet eine einfache Methode, um zu prüfen, ob ein geplanter Entwurf verhältnismässig ist. Es fasst den Diskurs über die Angemessenheit von Komplexität und Technik treffend zusammen. In seiner Grundaussage fordert das KISS-Prinzip dazu auf, eine möglichst einfache Lösung für ein Problem zu finden. Für die Gestaltung, den Entwurf und die Konstruktion von Objekten, Produkten oder Räumen bedeutet dies, dass naheliegende, einfache Umsetzungen anzustreben sind, die nicht mit unnötigen Funktionen oder überkomplexer Technik überfrachtet sind.

Wenn eine Konstruktion unlösbar verbunden ist, alle Komponenten aber aus der gleichen Werkstoffgruppe stammen, kann unter Umständen auf eine Auf trennung der einzelnen Bauteile verzichtet werden. Bei solchen Konstruktionen aus sogenannten Monomaterialien, wie beispielsweise bei einem reinen Holz-, Stahl- oder Kunststoffverbund sowie bei textilen

Geweben, ist eine sortenreine Rückführung der Ressourcen entsprechend möglich. Dem gegenüber stehen Verbundkonstruktionen oder Kompositwerkstoffe, wie zum Beispiel ein faserverstärkter Kunststoff oder verklebte Laminate, bei denen eine zerstörungsfreie Trennung kaum mehr möglich oder mit hohem technischen Aufwand verbunden ist. In der Konsequenz sind lösbare Verbindungen unlösbareren Verbindungen vorzuziehen, denn sie ermöglichen nicht nur die Zerlegung eines Produkts in seine Rohstoffe, sie erleichtern in der Regel auch die Wartung, Reinigung oder Reparatur<sup>7s.222</sup> und verlängern damit seine Lebensdauer<sup>7s.220</sup>. Bei der Planung ist zusätzlich darauf zu achten, dass die Demontage möglichst mit handelsüblichen Werkzeugen durchgeführt werden kann.

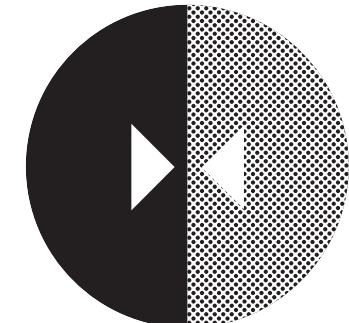
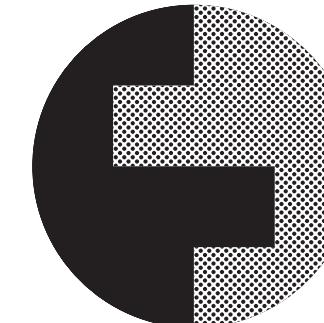
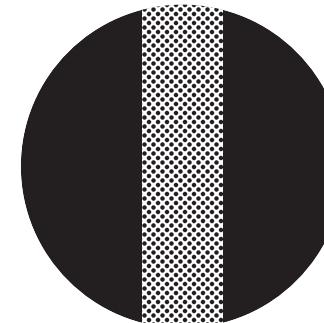
Zusammengefasst ist das Ziel einer kreislauffähigen Konstruktion die möglichst einfache und sortenreine Rückgewinnung der eingesetzten Materialien und die wirtschaftliche Demontage noch funktionsfähiger Bauteile. Entscheidenden Einfluss auf die Erfüllung genannter Faktoren hat die Wahl der Fügetechnik<sup>7s.132</sup>. Sie kann auch erheblichen Einfluss auf die Kosten eines Produkts haben, weshalb in Entwurfsprozessen die adäquate Fügetechnik von Fall zu Fall ermittelt werden muss.

Hinsichtlich einer ökointelligenten Konstruktionsplanung sind auch rechtliche Vorgaben<sup>7s.214</sup> zu berücksichtigen. Beispielsweise existieren Verordnungen zur Vermeidung von Abfällen oder Gesetze, die ein Vermischungsverbot und ein Verwertungsgebot für Stoffe vorsehen. Auch definiert der Aktionsplan für Kreislaufwirtschaft der Europäischen Union zunehmend verbindlichere Vorgaben hinsichtlich kreislauffähiger Konstruktionen für Produkte, die neu auf den Markt gebracht werden.<sup>143</sup> Zudem etablieren sich Bewertungsraster, die es den Konsument:innen erleichtern, die Rückbaufähigkeit eines Produkts zu beurteilen. Ein Beispiel hierfür ist der französische Reparierbarkeitsindex, der auf einer Skala von 0 bis 10 vor allem Elektrogeräte nach ihrer Reparierfähigkeit bewertet.<sup>144</sup> Des Weiteren gibt es die österreichische Bauproduktverordnung, die bei der Produktzulassung einen Recyclingnachweis fordert.<sup>145</sup>

### Fügetechnik

Der Zusammenhalt von Werkstücken, Materialien, Bauteilen und Komponenten als Produkte, Bauwerke oder andere Objekte wird durch das Fügen hergestellt. Das Verbinden oder Fügen ist daher ein zentraler Aspekt der Auseinandersetzung mit Konstruktion. Verbindungen können in verschiedene Kategorien eingeteilt werden, indem sie nach deren Lösbarkeit, nach ihrer Art der Verbindung oder nach dem Fertigungsverfahren betrachtet werden.

### Fügeverfahren [84]



Stoffschlüssig	Formschlüssig	Kraftschlüssig
unlösbar	lösbar	lösbar / bedingt lösbar
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Kleben</li> <li>● Löten</li> <li>● Schweißen</li> <li>● Vulkanisieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Verstiften</li> <li>● Verzähnen</li> <li>● Klettverbindung</li> <li>● Schwalbenschwanz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Verstiften</li> <li>● Nieten</li> <li>● Crimpfen</li> </ul>
<b>Nach der Lösbarkeit</b>		<p><b>Lösbare Verbindungen</b> können zerstörungsfrei getrennt werden, zum Beispiel Schraub- oder Klettverbindungen.</p> <p><b>Unlösbare Verbindungen</b> können nur durch Zerstörung der Fügeteile gelöst werden. Dazu gehören zum Beispiel Schweiß- und Klebeverbindungen.</p> <p><b>Bedingt lösbare Verbindungen</b> sind beispielsweise Nietverbindungen. Zum Trennen muss der Niet zerstört werden, nicht aber die verbundenen Bauteile.</p>
<b>Nach Art der Verbindung</b>		<p><b>Formschlüssige Verbindungen</b> nutzen die Form der Bauteile zur Verbindung. Dazu gehören Schwalbenschwanzverbindungen oder Reissverschlüsse.</p> <p><b>Kraftschlüssige Verbindungen</b> werden durch Reibungskräfte zusammengehalten. Schraub-, Press- oder Klemmverbindungen gehören zu dieser Kategorie.</p> <p><b>Stoffschlüssige Verbindungen</b> stellen eine Verbindung im Werkstoff selbst her. Dies ist beim Schweißen, Löten oder Kleben der Fall.</p>
<b>Nach Fertigungsverfahren (DIN 8593)</b>		<p><b>Zusammensetzen, Füllen, An- und Einpressen, Urformen, Umformen, Schweißen, Löten, Kleben, Textiles Fügen</b></p>

Die Norm DIN 8593 unterteilt das Fügen in neun Gruppen, in denen die gebräuchlichsten Fügeverfahren zusammengefasst sind.<sup>146</sup> Im Folgenden einige Beispiele dazu:

**Zusammensetzen** Zu dieser Gruppe gehören lose Fügeverbindungen wie beispielsweise das Auf- und Einlegen, Ineinanderschieben, Einhängen oder Einrasten von Werkstoffen oder Konstruktionsteilen. Diese Form des Fügens findet sich zum Beispiel beim Schichten von Dachziegeln, bei dem die zusammenpassenden Teile durch die Schwerkraft formschlüssig verbunden werden. Je nach Fall wird die Verbindung zusätzlich durch das Einbringen eines Stiftes oder Bolzens stabilisiert. Daneben gibt es Verriegelungen bei ineinander gesteckten Verbindungsteilen, die durch Druckkräfte gesichert werden, wie zum Beispiel bei Bajonettverschlüssen. Verbindungen dieser Gruppe sind in der Regel leicht lösbar.



[85-86]  
Beispiele für lose Fügeverbindungen sind das Schichten von Dachziegeln (Abb. links) oder das Stapeln von Stühlen (Abb. rechts). Durch die Schwerkraft werden die Teile formschlüssig miteinander verbunden, sodass sie sich wieder leicht lösen lassen. Dieser Verbund ermöglicht ein beliebiges Zusammensetzen und Auseinandernehmen sowie das einfache Auswechseln der Fügeteile für Wartungs- und Reparaturarbeiten. Darüber hinaus erlaubt er eine leicht durchzuführende, sortenreine Trennung der Einzelteile im Falle eines Recyclings.



**Füllen** Dieses Verfahren bezeichnet das Füllen von Hohlräumen mit Werkstoffen, etwa durch Einbringen von Flüssigkeiten, Gasen, Pulvern oder Pasten in Zwischenräume, die sich durch Phasenumwandlung oder chemische Reaktion verfestigen und dann Bauteile fixieren, Wärme ableiten oder auch isolieren. Beispiele für diese meist unlösabaren Verbindungen sind das Vergießen von Ankerbolzen oder das Ausschäumen von Türzargen.

**An- und Einpressen** Das Fügen durch Anpressen umfasst das Verbinden durch Schrauben, Nageln, Klemmen, Verkeilen oder Verspannen. Eine der häufigsten lösabaren Pressverbindungen ist die Verschraubung, bei der die zu verbindende Teile durch Anziehen eines Schraubgewindes aneinandergepresst werden. Solche Verbindungen beschädigen die Produkte bei der Demontage in der Regel nicht und können mehrfach gelöst und wieder zusammengefügt werden. Beim Nageln handelt es sich ebenfalls um eine Anpressverbindung, bei der je nach Konstruktion eine Demontage nur mit erhöhtem Aufwand möglich ist. Auch beim Klemmen wird eine Verbindung durch Anpressen erreicht, zum Beispiel bei einer Seilklemme oder durch eine sich verjüngende Verbindung wie einen Keil (Verkeilen) oder Konus (Verspannen). Verbindungen durch Einpressen werden durch Unter- und Übermasse erreicht, ein Innenteil wird in die etwas kleinere Aussparung eines Aussenteils gepresst, sodass die Werkstücke sich gegenseitig unter Druck klemmen. Pressfittings, Bördelungen oder Verbolzungen gehören zu dieser Gruppe. Je nach Material, Position oder Klemmkraft sind die Verbindungen leicht- bis unlösbar.

[87-88]  
Die Keilverbindung zeigt exemplarisch, wie sich Werkstücke gegenseitig unter Druck verspannen (Abb. rechts). Ein Gürtel kann als Sicherungselement verwendet werden, um eine Hose an den Körper «anzupressen» (Abb. links). Solche Anpressverbindungen beschädigen die verbundenen Teile in der Regel nicht, weshalb sie mehrfach gelöst und wieder zusammengefügt werden können.



**Urformen** Urformverfahren dienen dazu, an ein Werkstück mit geometrisch bestimmter Form ein Zusatzteil aus formlosem Stoff wie Schmelze oder Pulver anzufügen oder zwei Werkstücke dadurch miteinander zu verbinden. Das Fügen durch Urformen umfasst das Giessen, das Sintern, das Ummanteln und das Kitten. Diese Art des Fügens ist in der Regel unlösbar.

**Umformen** Hierunter fallen Verbindungen, bei denen die Werkstoffe während des Fügens verformt werden. Die wichtigsten Verfahren sind das Nieten, Clinchen, Bördeln,

Heften, Spreizen, Falzen und Stauchen. Teilweise werden die Hilfsfügeteile (Nieten, Clinchen) oder die Werkstücke selbst (Bördeln) umgeformt.

So wird beim Heften eine Heftklammer so umgeformt, dass sie ein oder mehrere Fügeteile zusammenhält, zum Beispiel beim Heften von Papier. Beim Bördeln wird ein dünnes Blech gebogen und mit einem anderen Werkstück ineinander gesteckt oder zusammengeschoben, sodass die beiden Werkstücke miteinander verklemt werden. Ein bekanntes Beispiel für eine Verbindung durch Umformen ist das Nieten. In den meisten Fällen ist eine Verbindung durch Umformen nur begrenzt lösbar.

[89]  
Zu den Verbindungen, die sich beim Fügen verformen, zählt beispielsweise das Bördeln. Mittels Bördeln wird ein Kronkorken luftdicht mit dem Mundstück einer Flasche verbunden.



**Schweißen** Unter Schweißen versteht man das Verbinden oder Zusammenfügen von Werkstücken unter Anwendung von Wärme und/oder Druck, sodass die Werkstücke eine Einheit bilden. Die am häufigsten durch Schweißen verbundenen Werkstoffe sind Metalle und Kunststoffe. Zu den gebräuchlichsten Schweißverfahren gehören das Lichtbogenschweißen, das Schmelzschweißen, das Punktschweißen und das Laserschweißen.

Neuere Werkstoffentwicklungen ermöglichen inzwischen auch das Schweißen von biotischen Werkstoffen wie Holz. Schweißverbindungen stellen in der Regel keinen problematischen Werkstoffverbund dar, da das Ausgangsmaterial beim Fügeprozess sortenrein bleibt und entsprechend recycelt<sup>225</sup> werden kann. Das Trennen solcher Verbindungen ist jedoch nur unter Zerstörung des Materials möglich.

**Löten** Löten ist ein Verfahren zum Verbinden von Metallen mithilfe eines geschmolzenen Zusatzwerkstoffes, des Lotes, ohne Aufschmelzen der Grundwerkstoffe. Gelötete Verbindungen sind oft weniger stabil als geschweißte, können aber durch Erhitzen wieder getrennt werden.

[90]  
Metalle oder Kunststoffe werden häufig geschweißt, wie das Beispiel von Schwimmflügeln exemplarisch zeigt. In der Regel werden durch Schweißverbindungen gleiche Materialien miteinander verbunden, sodass kein problematischer Werkstoffverbund entsteht. Das Trennen von Schweißverbindungen ist jedoch nur durch Zerstörung des Materials möglich.



**Kleben** Das Kleben gehört wie das Schweißen und Löten zu den stoffschlüssigen Fügeverfahren. Beim Kleben werden die Fügeteile durch einen Klebstoff miteinander verbunden. Das Kleben ist ein weit verbreitetes Fügeverfahren, da es in der Regel kostengünstig ist und gegenüber vielen Fügetechniken den Vorteil hat, dass unterschiedliche Werkstücke aus verschiedenen Werkstoffen mit geringem Bearbeitungsaufwand verbunden werden können. Dem Vorteil des Klebens steht jedoch der Nachteil gegenüber, dass eine Trennung meist nur unter Beschädigung der Bauteile möglich ist. Dadurch wird eine Reparatur oder Wartung erschwert oder sogar unmöglich gemacht. Werden jedoch gleiche Werkstoffe miteinander verklebt, so können sie entsprechend sortenrein recycelt werden, wie dies zum Beispiel bei Holzwerkstoffplatten der Fall ist.



[91]  
Beim Kleben werden Teile mittels Klebstoff verbunden. Dass eine Trennung meist mit einer Beschädigung der Bauteile einhergeht, zeigt das Beispiel von Werbeplakaten auf einer Litfasssäule. Bei dieser Fügetechnik sind der Austausch oder die Reparatur der Einzelteile erschwert oder sogar unmöglich.

[92]  
Bei der verbreiteten Fadenheftung werden die einzelnen Papierseiten durch einen Faden zum Buchblock gebunden.

**Textiles Fügen** Das textile Fügen umfasst eine sehr grosse Gruppe von Fügeverfahren. Ausgangslage bilden verschiedenste Materialien, welche durch Verfahren wie Weben, Stricken, Flechten, Filzen oder Vliesbildung zu textilen Halbfabrikaten oder Produkten verarbeitet werden. Textilien werden ihrer Struktur nach in Gewebe, Maschenware, Filze, Vliese und Geflechte eingeteilt. Durch Nähen, Knoten, Binden usw. können mittels textiler Hilfsfügeteile unterschiedliche Materialien oder Werkstücke zusammengefügt werden.



Neben diesen häufig angewandten Fügeverfahren existiert eine Vielzahl weiterer Verbindungsarten, wie beispielsweise lösbare Verbindungen durch Magnete, Vakuum oder Schwerkraft.

#### Materialreduktion durch Konstruktion

Eine zentrale Strategie für eine nachhaltige, ressourceneffiziente<sup>7S.95</sup> Produktgestaltung ist das «Design for Dematerialization»<sup>147</sup>. Das Ziel einer materialreduzierten Konstruktion besteht darin, die Anzahl und Menge der verwendeten Materialien und Komponenten zu verringern, ohne dass sich dies negativ auf die Funktion oder die Qualität des Produkts auswirkt. Das trägt nicht nur zur Schonung von Ressourcen bei, sondern bringt auch ökonomische Vorteile mit sich, da Material eingespart und Fertigungsprozesse vereinfacht werden können. Besonders im Rahmen der Kreislaufwirtschaft<sup>7S.86</sup> ist dieser Ansatz von grosser Bedeutung, da er Materialkreisläufe vereinfacht und Verluste minimiert.

Ein Produktaufbau mit weniger Materialien ermöglicht einerseits eine Einsparung von Ressourcen während der Produktion und andererseits eine einfachere sortenreine Trennung der Einzelteile bei der Verwertung<sup>s.225</sup> eines ausgedienten Produkts. Dies trifft in hohem Masse auf Konstruktionen aus Monomaterialien zu, also Produkte, die ausschliesslich aus einem Material gefertigt sind.



[93–94]  
Bei der Designstrategie der Ressourcenschonung durch materialreduziertes Design wird das eingesetzte Material durch eine entsprechende Konstruktion möglichst effizient genutzt.

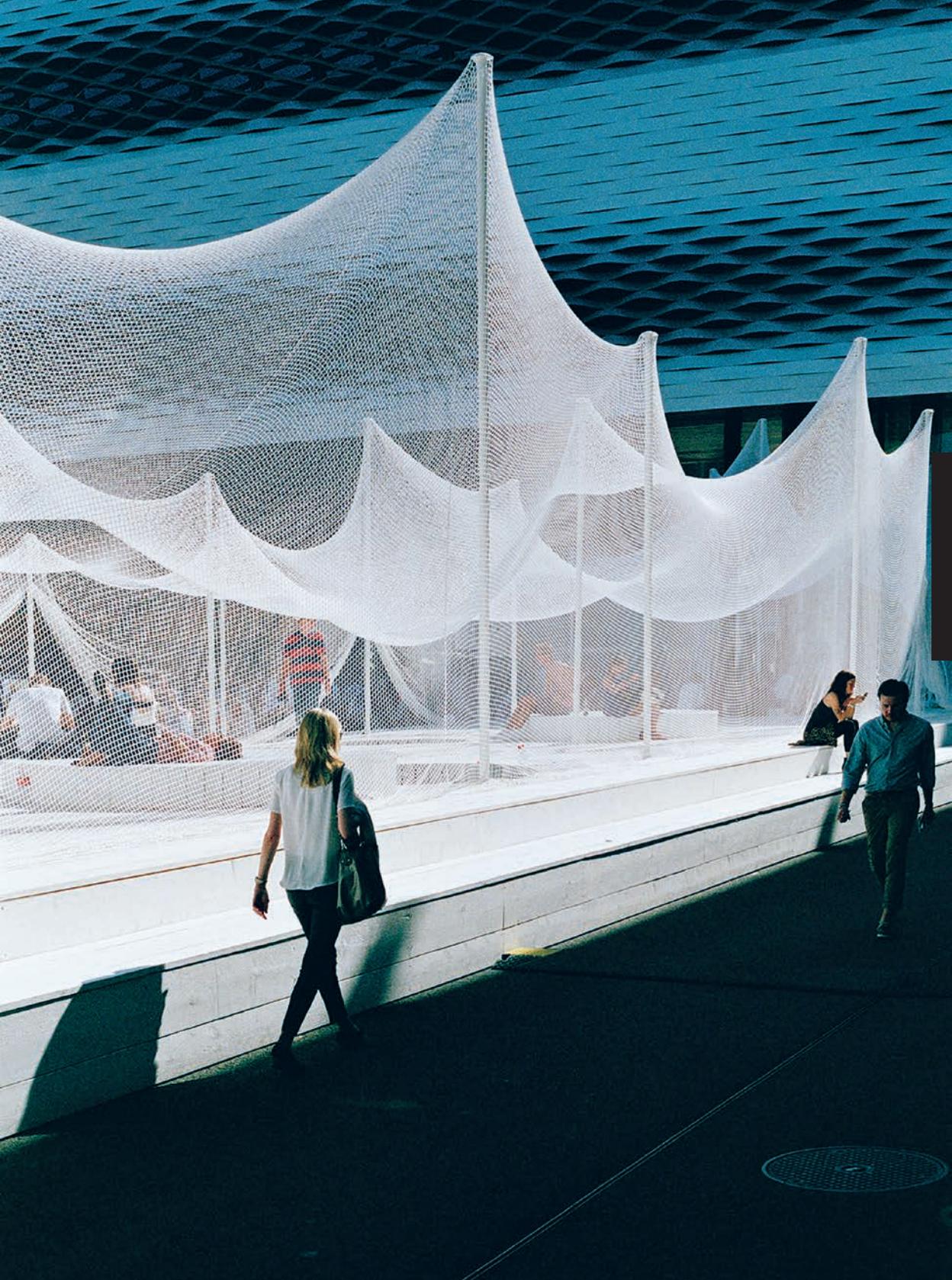
Die temporäre Installation *Zerzura*, die Aufenthaltsbereiche im öffentlichen Raum bietet, wurde während der internationalen Kunstmesse ART Basel aufgebaut. Das Designstudio INCH entwarf zusammen mit dem Architekten Jens Müller einen raumbildenden Baldachin, der lediglich aus weissen Netzen bestand, die auf unterschiedlich lange Stützen gelegt wurden. Trotz der Länge von fast 60 Metern fanden die Netze des Pavillons auf nur einer Standardpalette Platz und wurden nach der Messe als Sportnetze weiter genutzt.

Neben der Reduktion auf bestimmte Materialien oder Produktbestandteile ist auch die Materialoptimierung ein wichtiger Aspekt. Dabei wird das eingesetzte Material möglichst effizient genutzt, beispielsweise durch die Anpassung der Bauteilgeometrie, um mit weniger Material dieselbe Stabilität zu erreichen.

### Modularität und Kompatibilität

Modularität, Kompatibilität und Flexibilität sind Entwurfsstrategien, um Produkte, Objekte oder Räume anzupassungsfähig und damit langlebig<sup>s.220</sup> zu gestalten. Durch einen adaptiven Entwurfsansatz können vorhersehbare Veränderungen wie Abnutzung, technischer Fortschritt, Nutzungsänderungen oder veränderte ästhetische Empfindungen antizipiert und berücksichtigt werden. Aber auch unvorhersehbare Veränderungen der Rahmenbedingungen, wie zum Beispiel sich wandelnde kulturelle Praktiken, können bereits in der Konzeption mitgedacht und damit ein Stück weit aufgefangen werden. Je nach Fokus und Nutzungsbedingungen kann ein Entwurf durch verschiedene Ansätze variabel gestaltet werden:

**Modularität** Bei dem Konstruktionsprinzip der Modularität besteht ein System, ein Produkt oder eine Struktur aus unabhängigen, eigenständigen Teilen, die kombiniert oder ausgetauscht werden können. Diese standardisierten Module, auch Komponenten, Bauelemente, Baugruppen oder Bausteine genannt, können in Form





[95–99]  
Modularität bezeichnet das Prinzip, bei dem Teile einer Struktur miteinander kombiniert, erweitert oder ausgetauscht werden können. Das Sitzsystem Bob des schwedischen Möbelherstellers Blå Station ist modular aufgebaut und lässt sich in vielfältigen Varianten zusammenstellen und verändern (Abb. oben).

Für die Ausstellung *Harvesting Memories* über das Gewerbe der Winzer:innen nutzt die Szenografin Amandine Gini gelbe Kunststoffkisten, die normalerweise für die Traubenernte verwendet werden. In diesen werden Exponate aus dem Archiv des Museums zur Fête des Vignerons präsentiert. Nach Ende der Ausstellung wurden die Kisten an die Winzer:innen zurückgegeben (Abb. unten).



und Funktion unterschiedlich gestaltet sein. Der einfache Austausch einzelner Module sowie ggf. die Rekonfiguration ermöglichen damit die Anpassung eines Produkts anstatt des kompletten Austauschs. Modularität schafft damit eine wichtige Voraussetzung für die Reparaturfähigkeit<sup>78.222</sup> und damit für die Kreislauffähigkeit<sup>78.86</sup> des Produkts. Die Moduleinheiten sind so konzipiert, dass sie einfach zusammengefügt bzw. auseinandergerissen und miteinander kombiniert werden können, um Strukturen zu schaffen, die den Anforderungen, der Grösse oder der gewünschten Situation entsprechen. In Form eines Baukastenprinzips können die einzelnen Module wie Bausteine zu einer Vielzahl unterschiedlicher Lösungen zusammengestellt werden. Die Schnittstelle bzw. die Fügung zwischen den Modulen ist von zentraler Bedeutung, da sie die Erweiterung, den Austausch, die Aufteilung und damit die Flexibilität eines modularen Systems erst ermöglicht.

Je nach Branche können modulare Systeme sehr unterschiedlich sein. Im Möbeldesign sind insbesondere Regalsysteme auf Modularität ausgerichtet, die nach Bedarf erweitert, umgebaut oder anders konfiguriert werden können. Aber auch Messebausysteme oder Büroeinrichtungen sind für einen modularen Aufbau prädestiniert, da sie immer wieder umgebaut oder erweitert werden müssen. In der Elektronikindustrie sind modular aufgebaute Produkte noch wenig verbreitet, obwohl sich das Prinzip gerade in dieser Branche anbietet, da oft der Ausfall einer einzelnen Komponente das gesamte Gerät unbrauchbar macht. Eine Ausnahme im Bereich der Smartphones stellt das Fairphone<sup>148</sup> dar, bei dem die einzelnen Baugruppen durch einfaches Handling ausgetauscht werden können. In der Bekleidungsindustrie sind es vor allem spezielle Funktionsbekleidungen, die modular aufgebaut sind, sodass beispielsweise Innenfutter, Taschen oder Hosenteile je nach Bedarf an- oder abgenommen werden können.

**Kompatibilität** Sind modulare Systeme schon von Grund auf in sich kompatibel, ermöglicht Kompatibilität als Entwurfsstrategie auch die Kombination oder Verknüpfung unterschiedlicher Systeme, beispielsweise der Produkte verschiedener Hersteller:innen. Kompatibilität liegt vor, wenn Produkte so aufeinander abgestimmt sind, dass sie störungsfrei miteinander funktionieren oder gegeneinander austauschbar sind. Wie bei der Modularität ist auch bei der Kompatibilität die Schnittstelle bzw. die Verbindung der Elemente von zentraler Bedeutung. Kompatibilität wird häufig durch Standardisierung erreicht, sie

kann sogar gesetzlich vorgeschrieben sein. Ein bekanntes Beispiel ist die Vereinheitlichung von Steckern für Lade- und Datenstecker. Auch in der Verbindungstechnik wird Kompatibilität durch Normung erreicht. So werden einzelne Verbindungselemente in ihren Abmessungen genormt und können als universelle Schnittstelle unterschiedlicher Produkte eingesetzt werden. Auch Küchenkombinationen sind in der Regel so dimensioniert, dass sie auf Standardmasse genormte Einbaugeräte wie Kühlschrank, Geschirrspüler oder Backofen verschiedener Hersteller:innen aufnehmen und bei Bedarf einzeln austauschen können.

**Flexibilität** Wird Flexibilität, das heisst Anpassungsfähigkeit, durch Modularität und Kompatibilität erreicht, können Produkte oder Räume auch durch eine offene Nutzung und Anordnung oder eine anpassfähige Konfiguration flexibel gestaltet werden. Das bedeutet, dass die Grundkonzeption eine Ausgangssituation für die beabsichtigte Nutzung bietet, weitere nutzungen aber durch Umkonfiguration ohne grosse Eingriffe möglich sind. So können durch offene, fliessende Räume flexible Grundrisskonzepte umgesetzt werden. Statt starrer, fester Wandeinbauten wird der Raum durch die Möblierung selbst zoniert. Ändert sich die Nutzung, kann dies ohne bauliche Eingriffe durch Verschieben des Mobiliars oder durch flexible Trennwandsysteme erfolgen.



[100–102]  
Die Flexibilität von Produkten für einen universellen Einsatz kann durch Multifunktionalität erreicht werden. So lässt sich das Parkmöbel *Basilea* von Atelier Alinea etwa als Sitz oder Tisch verwenden. Werden mehrere Elemente zusammengestellt, entsteht ein grosser Tisch mit Bank, der sich für Feste im Freien eignet.

Produkte können flexibel gestaltet werden, indem sie unterschiedliche Nutzungen zulassen und so für verschiedene Anwendungen offen sind. Dadurch sind sie universell einsetzbar und ersetzen weitere Produkte oder helfen dabei, Platz zu sparen. Beispiele hierfür sind multifunktionale Möbel wie Klappbetten und Ausziehtische oder Möbel mit offener Nutzung wie einfache Hocker, die auch als Tritt oder Ablage dienen können.

Durch Modularität, Kompatibilität und Flexibilität kann ein anpassungsfähiges und damit langlebiges Design erreicht werden. Der Vorteil dieser offenen Strukturen kann aber auch gleichzeitig ihr Nachteil sein, da oft Kompromisse eingegangen werden müssen, zum Beispiel bei der Verbindungsstabilität, der Handhabbarkeit multifunktionaler Produkte, der Ergonomie oder der Raumakustik offener Raumgestaltungen.

### Verhältnismässigkeit gestalterischer Ambitionen

Am Anfang eines Entwurfsprozesses steht die Aufgabenstellung zur Befriedigung eines Bedürfnisses und eine daraus resultierende formale Idee, Vision oder Zielsetzung, die mit technischen Mitteln erreicht und umgesetzt werden soll. Neben funktionalen Aspekten beeinflusst aber auch die gestalterische Absicht, die hinter einem Produkt oder Projekt steht, die Wahl von Konstruktion<sup>7S.130</sup> und Material<sup>7S.110</sup>. So kann ein Entwurf ebenso durch die Idee eines bestimmten formalen Ausdrucks motiviert sein, sodass entsprechende Materialien und Konstruktionen Anwendung finden, um dieses Ziel zu erreichen. Kunststoffe werden zum Beispiel mit Glasfasern versehen, um dem Design eine filigrane Erscheinung zu verleihen. Oder aufwändige Konstruktionen werden mit hohem Material- und Logistikaufwand errichtet, um eine Szenografie für kurze Zeit zeigen zu können. Auch werden Lacken zuweilen problematische Zusatzstoffe<sup>7S.183</sup> beigemischt, um ein optisch interessantes Erscheinungsbild oder eine bestimmte Eigenschaft einer Oberfläche zu erzielen. Generell empfiehlt es sich, Gestaltungsabsicht, Konstruktionsweise und Materialeinsatz frühzeitig mit Aspekten der Nachhaltigkeit unter Einbeziehung von Fachplaner:innen<sup>7S.60</sup>, Spezialist:innen oder Produzent:innen abzugleichen. Dabei ist es wichtig, dass die Ambitionen des Entwurfs nicht im Widerspruch zu den im Projektbriefing vereinbarten Nachhaltigkeitszielen und übergeordneten Nachhaltigkeitskonzepten stehen. Wenn die gestalterische Idee die Kreislauffähigkeit<sup>7S.86</sup> des Produkts einschränkt, den Einsatz chemischer Zusatzstoffe notwendig macht oder dadurch die Risiken für Mensch und Umwelt bei der Herstellung erhöht, müssen die Prioritäten im Design entsprechend anders gesetzt werden.

Selbstverständlich sollten Nachhaltigkeitsaspekte kein Hinderungsgrund für kreative Ambitionen sein. Die Frage nach den Grenzen der Machbarkeit ist aber bei kreativen Ansätzen und innovativen Lösungen an nachhaltigen Kriterien zu orientieren.

### **Obsoleszenz von Produkten**

Obsoleszenz bedeutet wörtlich so viel wie «Abnutzung, Alterung oder aus der Mode kommen». Im alltäglichen Sprachgebrauch findet das Wort «obsolet» als «hinfällig», «nicht mehr gebraucht» oder «veraltet» Anwendung. Jedes Produkt wird früher oder später obsolet, doch die Gründe hierfür sind sehr vielfältig. Grundsätzlich ist zwischen geplanter und ungeplanter Obsoleszenz zu unterscheiden. Ungeplante Obsoleszenz beruht auf Nachlässigkeit, Unwissenheit oder schlicht Ignoranz. Hier könnte der Vorwurf lauten, dass ein:e Produzent:in eines Produkts nur am Verkauf und nicht an der Langlebigkeit des Produkts interessiert ist. Diese Form der Obsoleszenz durch Nachlässigkeit ist bei vielen preisgünstigen, austauschbaren Produkten mit schwacher Kundenbindung verbreitet.

Bei der geplanten Obsoleszenz kann zwischen korrekt und falsch geplanten Produkten unterschieden werden. Grundsätzlich liegt jedem Produkt eine Annahme über seine Lebensdauer zugrunde. Entweder erfolgt die Einschätzung der Lebensdauer explizit durch die Berücksichtigung von Verschleiss und Abnutzung mit einer konkreten Annahme, wie beispielsweise einer Garantie von fünf Jahren, oder sie erfolgt implizit durch wenig reflektierte oder ungenaue Annahmen. Korrekt geplanten Produkten liegt eine positive Obsoleszenz zugrunde, da bei solchen Produkten alle Komponenten gleich schnell altern, sodass das Produkt nicht wegen eines defekten Teils ausgemustert werden muss, obwohl die anderen Teile noch funktionieren würden. Außerdem können bei korrekt geplanten Produkten die Teile, die schneller altern oder obsolet werden, ohne grossen Aufwand ausgetauscht werden. Ein Beispiel dafür sind Schnürsenkel, die, wenn sie gerissen sind, ersetzt werden können, ohne dass dadurch der Schuh unbrauchbar wird. Ziel der geplanten Obsoleszenz ist es, das Produkt genau so zu dimensionieren, dass es die Erwartungen an seine Lebensdauer erfüllt.

Ein Sonderfall ist die frühzeitig geplante Obsoleszenz, die in der Nachhaltigkeitsdiskussion immer wieder thematisiert wird. Damit ist gemeint, dass Produzent:innen bestimmte Teile bewusst falsch dimensionieren oder Schwachstellen einplanen, sodass das Produkt nicht mehr funktioniert und auch nicht mehr repariert werden kann. Diese Form der Obsoleszenz kann auch auf einer Unternehmensstrategie beruhen, die zur Absatzsteigerung darauf abzielt, den Verbrauch von Gütern

zu beschleunigen, indem eine rasche Abnutzung oder Alterung der Produkte vorgesehen wird. Eines der ersten dokumentierten Industriegüter, das durch geplante Obsoleszenz bekannt wurde, ist die Glühbirne. Durch gezielte technische Veränderungen wurde die Brenndauer einer Glühbirne kalkulierbar. Ein geheimes Kartell der weltweit führenden Glühlampenhersteller:innen legte in den 1920er Jahren eine maximale Brenndauer fest, obwohl die Glühbirnen für eine viel längere Brenndauer hätten ausgelegt werden können, was den Absatz entsprechend ankurbelte.<sup>149</sup> Im Rahmen der Obsoleszenz lassen sich vier gängige Formen herausstellen:<sup>150</sup>

**Werkstoffliche Obsoleszenz** In Industriegütern verbergen sich oft Schwachstellen, die auf die Konstruktion oder die Materialwahl zurückzuführen sind. Entweder sind Bauteile zu schwach dimensioniert oder sie altern unterschiedlich. Dadurch entstehen Kosten für Reparaturen oder Ersatzteillieferungen, weshalb eine Neuanschaffung oft die kostengünstigste Lösung ist. Mögliche Ursachen für Schwachstellen in Produkten sind Kosteneinsparungen bei Entwicklung und Produktion, der Einsatz ungeeigneter oder falsch dimensionierter Werkstoffe, aber auch unsachgemässer Gebrauch. Fälle von gezielt geplanter werkstofflicher Obsoleszenz in Produkten sind eher selten und auch nur schwer nachzuweisen. Eine sorgfältige Produktentwicklung und Langzeittests können dazu beitragen, Schwachstellen im Produkt zu minimieren.

**Ökonomische Obsoleszenz** Diese Form der Obsoleszenz meint, dass ein Produkt nicht mehr weiter gebraucht wird, weil der Preis einer Neuanschaffung niedriger ist als die Reparaturkosten. Schwachstellen an der Hardware oder Software verursachen in der Regel diese Form der Obsoleszenz. Beispielsweise indem Materialkomponenten zu schwach dimensioniert sind oder Fehler an der Software oder im Programmcode ein Produkt unbrauchbar machen. Meist wird die Neuanschaffung einer kostspieligen Reparatur oder einem technischen Support vorgezogen.

**Funktionale Obsoleszenz** Auch Innovationen können zur Obsoleszenz von Produkten führen. Obwohl ein Produkt noch funktionstüchtig wäre, verlieren Geräte in den Augen der Konsument:innen an Wert, weil der technische Fortschritt den Kauf eines neueren Produkts suggeriert. Viele Unternehmen verfolgen die Strategie, neuere Modelle eines Produkts jeweils so attraktiv zu gestalten, dass sie die Unzufriedenheit mit dem Vorgängermodell stimulieren.<sup>151</sup> Ebenso kommt es vor, dass mit fortschreitender technischer Innovation bestimmte Betriebssysteme nicht mehr funktionieren, sodass Produkte wie beispielsweise Computer oder Mobiltelefone ersetzt werden müssen.<sup>152</sup>

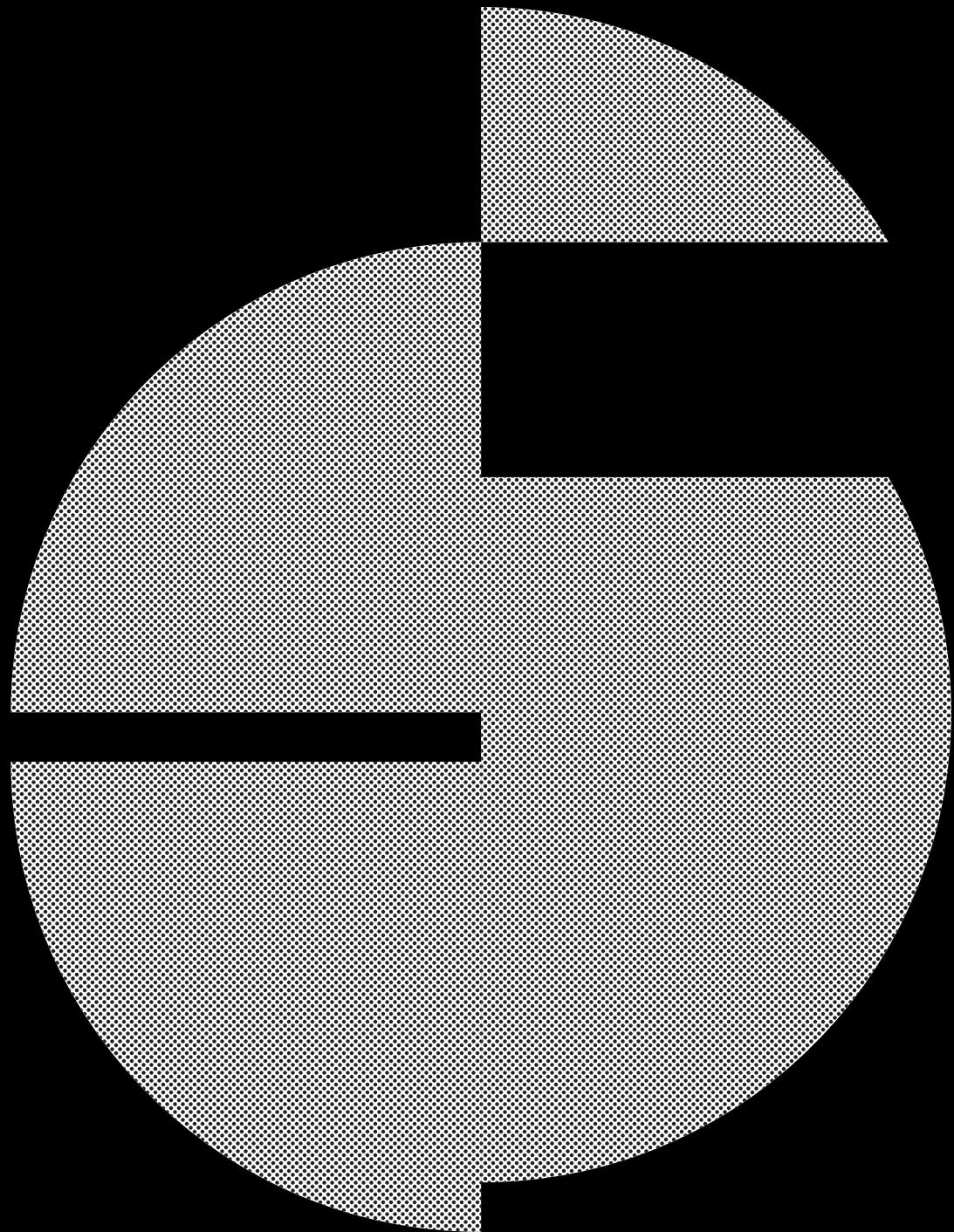


[103–104]

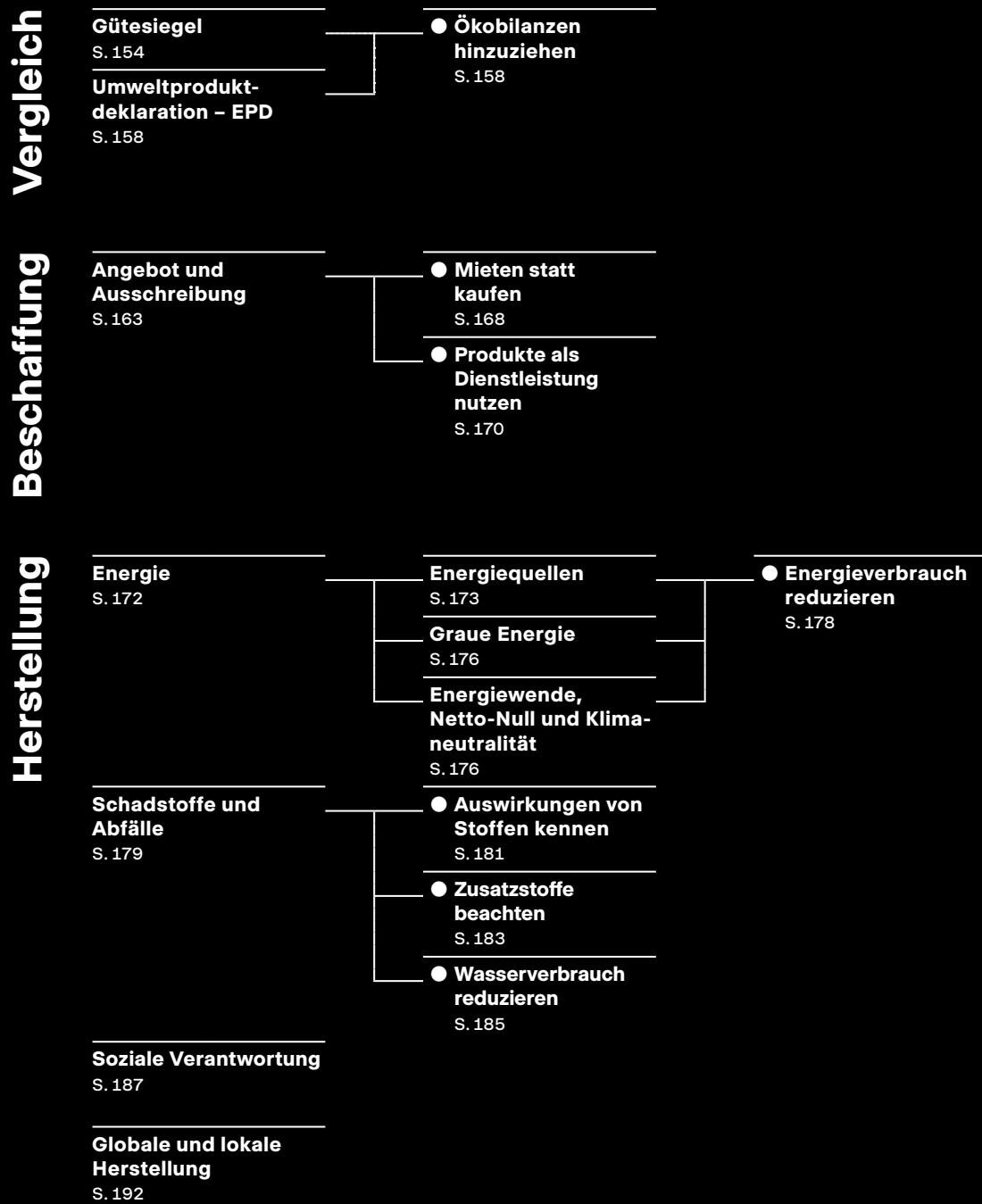
Durch die funktionale Obsoleszenz verlieren noch funktionstüchtige Geräte ihre Anwendungsmöglichkeiten, da der technische Fortschritt ihre Kompatibilität einschränkt und somit den Kauf eines aktuellen Produkts erforderlich macht. Ein Beispiel hierfür sind Tonträger: Die Kompaktkassette (Abb. rechts) wurde von der Compact Disc (CD) (Abb. links) abgelöst. Diese sollte wiederum durch die MiniDisc oder das Digital Audio Tape (DAT) ersetzt werden, welche sich jedoch nicht durchsetzten. Mittlerweile sind CDs ebenfalls obsolet, da Cloudsysteme und Streamingdienste physische Tonträger weitgehend verdrängt haben.

**Psychologische Obsoleszenz** Durch subtile psychologische Suggestionen, wie sie in Trends und Werbung zum Einsatz kommen, wird das Begehr nach Produkten geweckt, nach denen Konsument:innen bisher kein Bedürfnis hatten. Diese Form der Obsoleszenz ist in Branchen mit schnell wechselnden Trends weitverbreitet, beispielsweise im Fast-Fashion-Sektor. Dort kommt ein Kleidungsstück rasch aus der Mode, obwohl es noch tragbar ist. Die Obsoleszenz hängt hier stark mit Statussymbolen, Markenfetischismus und der Verbreitung von Trends in den sozialen Medien zusammen. Designer:innen haben im Bereich der psychologischen Obsoleszenz eine grosse Wirkkraft und sind oft geschult, auf den sich verändernden Zeitgeist zu reagieren. Sich einem Trend zu widersetzen, ist meist nicht zielführend, wenn es um Nachhaltigkeitsaspekte geht. Mögliche Strategien, um der psychologischen Obsoleszenz entgegenzuwirken, sind vielmehr die Entwicklung von modularen<sup>S.140</sup> Produkten mit beispielsweise leicht austauschbaren Komponenten oder leicht veränderbaren Oberflächen, mit denen sie dem jeweiligen Zeitgeist angepasst werden können. Anpassungsfähige Produkte und Kriterien für ein langlebiges<sup>S.220</sup> Produkt sind in diesem Sinne kein Widerspruch.

# Planung



3



**Auf Grundlage des Entwurfs wird ein Projekt im nächsten Schritt weiter konkretisiert. In dieser Phase der Ausführungs- und Detailplanung werden in der Regel die Umsetzungsgrundlagen erarbeitet, wie beispielsweise Planzeichnungen oder Schnittmuster. Ebenso wird die Material- und Farbwahl endgültig festgelegt oder die Oberflächenbehandlungen final bestimmt. Je nach Projekt werden Bemusterungen durchgeführt und Produkte miteinander verglichen. Daraus ergeben sich die Grundlagen für die Erstellung der Angebots- und Ausschreibungsunterlagen. Häufig ist dabei auch die Zusammenarbeit mit Produzent:innen und Fachplaner:innen erforderlich, um fertigungstechnische Abklärungen einfließen zu lassen.**

**Im Nachhaltigkeitskontext stehen in der Ausführungsplanung nachhaltige Beschaffungsmodelle sowie die Suche nach geeigneten Produktionsstätten im Vordergrund. Bei der bevorstehenden Herstellung liegt der Fokus der möglichen Umweltauswirkungen auf Energieträgern, Schadstoffen und Aspekten sozialer Nachhaltigkeit.**

## Gütesiegel

Umwelt- und Sozialstandards können durch Gütesiegel gekennzeichnet werden. Umgangssprachlich werden solche Siegel auch als Labels bezeichnet. Sie dienen als Orientierungshilfe bei der Beschaffung von Materialien und Dienstleistungen und garantieren je nach Siegel die Einhaltung ökologischer oder sozialer Nachhaltigkeitskriterien. Ob ein Produkt Träger eines Gütesiegels ist, kann in der Regel am grafischen Symbol im Produktkatalog, auf dem Produkt selbst, auf der Verpackung oder auf dem Lieferschein erkannt werden. Die konsequente Verwendung von Produkten und Materialien mit Gütesiegeln ist eine leicht umzusetzende Strategie, um einen hohen Grad an Nachhaltigkeit in der Projektarbeit zu erreichen. Da das Erstellen eines Labels keiner gesetzlichen Grundlage bedarf, kann theoretisch jede Organisation oder jedes Unternehmen ein Label kreieren. Dies hat zu einem regelrechten «Label-Dschungel» geführt, weshalb die Unterscheidung zwischen zertifizierten und nicht zertifizierten Siegeln wichtig ist. Zertifizierte Siegel haben die höchste Glaubwürdigkeit, da sie von einer unabhängigen, akkreditierten Zertifizierungsstelle überprüft werden müssen.<sup>153</sup> Bei Umweltlabels und -deklarationen unterscheidet die Internationale Organisation für Normung (ISO) in der Normenreihe<sup>154</sup> 14020 die folgenden Typen von Umweltzeichen:

**Typ I (ISO 14021)** Die Produkte müssen klar definierte Kriterien erfüllen, deren Einhaltung von einer externen Zertifizierungsstelle überprüft wird. Beispiele sind Bio-Labels, Blauer Engel usw.

**Typ II (ISO 14024)** Hierzu gehören Selbstdeklarationen, die nicht von einer externen Stelle überprüft werden. Ein Beispiel ist das Recyclingzeichen mit Angabe der Art des Kunststoffes.

**Typ III (ISO 14025)** Dieser Typ weist definierte Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus aus, entsprechend der Methode der Ökobilanzierung<sup>158</sup>, wie sie in einer ökologischen Umweltproduktdeklaration (EPD) verwendet wird. Hierauf wird im nächsten Kapitel eingegangen.

Obwohl vereinzelt Siegel aufgrund unzureichender Standards auffallen und der Verdacht des Greenwashings<sup>152</sup> zu einer gewissen Skepsis in der Öffentlichkeit führt, ist es dennoch sinnvoll, in der Projektarbeit mit Gütesiegeln zu arbeiten. Sie sind grundsätzlich die einfachste und schnellste Orientierungshilfe bei der Beschaffung von Materialien oder der Inanspruchnahme von Dienstleistungen. Einen Anhaltspunkt bei der Beurteilung von Gütesiegeln bietet beispielsweise der Eco-label-Index, der zahlreiche Labels aus verschiedenen Branchen listet.<sup>154</sup> Die meisten Gütezeichen beziehen sich auf einen isolierten Themenbereich, eingeteilt in die Kategorien Umwelt, Soziales, Gesundheit, Tierwohl und Sicherheit. Es ist allerdings auch üblich, dass Gütezeichen mehrere Kriterien kombinieren. Ein Beispiel hierfür ist das GOTS-Zertifikat (Global Organic Textile Standard), das in der Textilbranche sowohl als Öko- als auch als Sozialstandard verwendet wird. Nachfolgend findet sich ein Überblick über die wichtigsten Kriterien gängiger Gütezeichen:

**Umwelt** Gütesiegel, die sich mit Umweltthemen befassen, können Auskunft über den Anbau und die Gewinnung eines Rohstoffes sowie über gesundheitliche Risiken bei der Verarbeitung oder beim Gebrauch eines Produkts geben. Bekannte Umweltzeichen sind: FSC (Forest Stewardship Council), PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes), GOTS (Global Organic Textile Standard), Oeko-Tex, Textiles Vertrauen, IVN Natur Textil (Internationaler Verband der Naturtextilwirtschaft), Blauer Engel, Bio, Demeter usw. Für eine Produktkategorie oder Dienstleistung werden gemäß Typ-I-Umweltzeichen die Anforderungen an die entsprechenden relevanten Umweltauswirkungen definiert, die einzuhalten sind, um das Label zu erhalten. Dies kann etwa den möglichen Einsatz von Chemikalien (etwa Pestizide, Herbicide, Insektizide) oder den Energie- und Wasserbedarf<sup>172/185</sup> bei der Herstellung oder Nutzung regeln. Bei tierischen Produkten kann dies Anforderungen an die Fütterung oder die Haltung der Tiere betreffen (Tierwohl-Siegel).

**Soziales** Soziale Kriterien in Gütesiegeln beziehen sich in der Regel auf soziale Gerechtigkeit und das Wohlbefinden des Menschen. Gütesiegel zum Tierwohl sind bei den Umweltgütesiegeln zu finden. Bekannte soziale

Gütesiegel sind: Fairtrade, Fairwear, Claro, Geprüfte Sicherheit, Hand in Hand, GOTS, Made in Green und viele mehr. Sozialsiegel regeln die Arbeitsumstände<sup>78.187</sup> und teilweise auch die finanziellen Leistungen für die Mitarbeitenden in produzierenden Unternehmen. Zuweilen beziehen sich solche Siegel auf die gesamte Wertschöpfungskette<sup>78.126</sup> eines Produkts vom Anbau bzw. der Gewinnung eines Rohstoffes bis hin zum Vertrieb und dessen Nutzung. In der Regel betrachten sie aber nur einen Teilaspekt innerhalb der Wertschöpfungskette. Einige Sozialsiegel beziehen zudem die Wahrung der Rechte gröserer Stakeholder:innengruppen<sup>78.59</sup> mit ein – beispielsweise die Rechte der Anwohnenden eines Gebiets, in dem Rohstoffe angebaut oder abgebaut werden, oder der Schutz indigener Gruppen.

**Gesundheit** Gesundheitlich orientierte Gütesiegel geben Auskunft über die Wirkung eines Stoffes auf den Menschen und ggf. auf die Umwelt. Ein Beispiel hierfür sind Ausdünstungen aus Materialien, deren Beschichtungen oder eingesetzte Klebstoffe. Bekannte Gesundheitslabel sind Oeko-Tex 100/1000, Blauer Engel, Greenguard usw. Viele Siegel dieser Kategorie bewerten die mögliche Belastung des Innenraumklimas durch die geprüften Produkte.

**Sicherheit** Auch die Sicherheit von Produkten wird durch Gütesiegel gekennzeichnet. Ein weitverbreitetes Siegel dieser Art ist zum Beispiel das GS-Siegel (Geprüfte Sicherheit). Es bescheinigt, dass ein gebrauchsfertiges Produkt den gängigen Sicherheitsstandards und den entsprechenden Produktsicherheitsgesetzen entspricht.

Gütesiegel sind von Deklarationen, NGOs<sup>78.60</sup> oder Zertifizierungsstellen zu unterscheiden. In der Regel sind Deklarationen gesetzlich vorgeschrieben. Beispiele hierfür sind das Recycling-Symbol auf Kunststoffprodukten oder die Angabe der Energieeffizienzklasse. NGOs sind Nichtregierungsorganisationen zum Schutz der Umwelt, des Menschen oder des Tierwohls wie zum Beispiel Greenpeace oder WWF. Insbesondere das WWF-Logo wird, obwohl punktuell auch als Siegel verwendet, oft als Umweltgütesiegel missverstanden. Auch Kontrollinstanzen von zertifierungspflichtigen Labels werden manchmal mit Gütesiegeln verwechselt. Bekannte unabhängige Zertifizierungs- und Kontrollinstanzen sind beispielsweise SGS (Société Générale de Surveillance) oder TÜV (Technischer Überwachungsverein). Sie stellen sicher, dass die Ziele eines Gütesiegels eingehalten werden. Hinweise über den Hintergrund und die Glaubwürdigkeit eines Gütesiegels können auch auf unabhängigen, öffentlichen Plattformen in Erfahrung gebracht werden.<sup>155</sup>



[105] Obwohl der sogenannte Label-Dschungel die Übersicht erschwert, sind Gütesiegel grundsätzlich die einfachste und schnellste Orientierungshilfe bei der Beschaffung nachhaltiger Materialien oder Dienstleistungen. Die Unterscheidung zwischen zertifizierten und nicht zertifizierten Siegeln stellt ein erstes Selektionskriterium dar. Auch unabhängige Plattformen bieten Hilfe bei der Beurteilung von Gütesiegeln.

## **Umweltpunktdeklaration – EPD**

In einer EPD (Environmental Product Declaration) deklariert das herstellende Unternehmen die Umweltauswirkungen eines Produkts über seinen gesamten Lebenszyklus. So geben EPDs Auskunft über die Eigenschaften eines Materials oder Produkts und legen dessen Umweltverträglichkeit offen. Sie bilden die Grundlage für den direkten Vergleich von Nachhaltigkeitsaspekten gleichartiger Produkte. Dies kann wiederum die Entscheidung für ein bestimmtes Produkt oder Material im Designprozess beeinflussen. Damit Produkte verschiedener Hersteller:innen miteinander verglichen werden können, basieren EPDs immer auf einer Ökobilanz<sup>78,159</sup>. Solche Rahmenbedingungen für die Erstellung von EPDs sind in der ISO-Norm 14025<sup>156</sup> festgelegt und in den sogenannten PCR (Product Category Rules) für verschiedene Produkte und Dienstleistungen definiert.<sup>157</sup> Die PCR legen beispielsweise fest, welche Vergleichsbasis (funktionelle Einheit) zu verwenden ist, wie die Systemgrenzen zu setzen sind und welche Umweltwirkungen auszuweisen sind. Die Richtigkeit der EPDs wird wiederum von einer Drittpartei überprüft. EPDs sind öffentlich einsehbar und enthalten neben technischen Produktdaten auch Informationen über die Herstellerinnen:firma.

Die Erstellung von Umweltpunktdeklarationen wird für Hersteller:innen immer wichtiger, da die Angabe der Materialherkunft und die Einhaltung sogenannter Ökostandards immer häufiger durch EPDs nachgewiesen werden müssen. Allerdings geben EPDs die Nachhaltigkeitsleistung nur eingeschränkt wieder, da sie in der Regel keine Angaben zur Herkunft der verwendeten Rohstoffe und zu den sozialen Bedingungen bei der Gewinnung und Verarbeitung machen müssen.

Konsument:innen und Designer:innen haben es in der Hand, alle relevanten Informationen einzufordern. Und wenn EPDs eingefordert werden, kann dies den Druck auf die verantwortlichen Unternehmen erhöhen. Wie bei einem Nachhaltigkeitsbericht<sup>78,44</sup> oder einer Ökobilanz ist bei einer EPD ebenso eine kritische Prüfung notwendig. Auch wenn bei einer EPD Greenwashing<sup>78,52</sup> nur beschränkt möglich ist, sind EPDs aufgrund ihrer Komplexität und der darin verwendeten fachspezifischen Begrifflichkeiten oft schwer zu verstehen und zu interpretieren. Oft werden sie fälschlicherweise auch als Ökolabel interpretiert, ein Produkt mit einem EPD wird dann leichtfertig als ökologisch bewertet.

## **Ökobilanzen hinzuziehen**

Die Auswirkungen eines Produkts oder einer Dienstleistung auf die Umwelt treten an verschiedenen Orten der Welt auf. Daraus ergibt sich eine Vielzahl unterschiedlicher Auswirkungen, zum

Beispiel auf die menschliche Gesundheit, das Klima, die Biodiversität oder die Ressourcen. Eine ökologische Beurteilung muss dieser Komplexität entsprechend gerecht werden. Die Ökobilanz, oft auch als Lebenszyklusanalyse oder «Life Cycle Assessment» (LCA) bezeichnet, gilt als die geeignete Methode, um Umweltauswirkungen von Produkten, Dienstleistungen oder Betrieben umfassend zu beurteilen. Betrachtet werden dabei die verschiedenen positiven und negativen Umweltauswirkungen über den gesamten Lebensweg eines Produkts. Das bedeutet, die Analyse umfasst alle Phasen, die ein Produkt durchläuft – von der Rohstoffgewinnung über die Produktion, die Nutzungssphase bis hin zur Verwertung oder Entsorgung –, sowie die dafür notwendigen Ressourcen für Transporte, Herstellung, Hilfsstoffe und Infrastrukturen. Dabei wird eine Vielzahl von Einflüssen auf die Umwelt berücksichtigt. Dies können beispielsweise Emissionen bei der Rohstoffgewinnung, bei Transporten oder bei der Energiebereitstellung sein, aber auch der Ressourcenbedarf bei der Landnutzung oder beim Wasserverbrauch<sup>78,185</sup>. Die Vorgehensweise bei der Erstellung einer Ökobilanz ist in der Normenreihe ISO 14040 ff. beschrieben und umfasst die vier Schritte Untersuchungsrahmen, Sachbilanz, Wirkbilanz und Auswertung:<sup>158</sup>

### **Untersuchungsrahmen (funktionelle Einheit und Systemgrenzen)**

Jede Lebenszyklusanalyse beginnt mit der Definition der Ziele und Fragestellungen. Daraus ergeben sich das zu untersuchende System mit seinen Systemgrenzen sowie die Bezugsgröße, auf die sich die Auswertungen beziehen sollen. Diese Bezugsgröße wird in der Ökobilanzierung als funktionelle Einheit bezeichnet. Jedes Produkt oder jede Dienstleistung erfüllt eine Funktion oder erzeugt einen Nutzen. Dementsprechend ist es sinnvoll, die Umweltauswirkungen auf diese Funktion zu beziehen. Beim Vorliegen der gleichen Funktion ermöglicht das den Vergleich verschiedener Produkte oder Dienstleistungen.

Die Systemgrenzen legen im Wesentlichen fest, welche Prozesse in der Ökobilanz berücksichtigt werden, welchen zeitlichen und geografischen Rahmen die verwendeten Daten einnehmen und welche Umweltauswirkungen untersucht werden. Da die Wahl der Systemgrenzen wesentlichen Einfluss auf die Aussagekraft hat, ist zu beachten, dass bei einer zu engen Festlegung unter Umständen umweltrelevante Parameter, wie energieintensive Prozesse mit einem hohen Anteil an grauer Energie, ausgeklammert werden. Dadurch erscheint das Produkt fälschlicherweise als ressourcenschonender hergestellt, als es tatsächlich ist. Wird die Systemgrenze hingegen zu umfassend gewählt, übersteigt die Komplexität die Möglichkeiten der Berechnung und Handhabung der Ökobilanz.

**Sachbilanz (Inventar)** In der Sachbilanz werden die benötigten Mengen an Materialien, Transporten, Energie usw. pro funktioneller Einheit zusammengetragen. Um daraus die Emissionen und den Ressourcenbedarf über den gesamten Lebensweg zu ermitteln, werden Datenbanken verwendet, die entsprechende Informationen über Tausende Materialien und Dienstleistungen enthalten.

**Wirkbilanz (Auswirkungen auf die Umwelt)** In diesem Schritt werden die Umweltauswirkungen von Emissionen und Ressourcennutzung auf der Grundlage wissenschaftlicher Modelle berechnet. Typischerweise werden in einer Ökobilanz mehr als ein Dutzend verschiedene Umweltauswirkungen untersucht. Bisweilen liegt der Fokus aber auch nur auf einzelnen Umweltauswirkungen, beispielsweise dem Wasserfussabdruck (Water Footprint) oder den klimawirksamen Emissionen eines Produkts, angegeben in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. Bei diesen Beispielen ist die Rede von einer Wasser- bzw. Klimabilanz.

Um zu erkennen, wie relevant die verschiedenen Auswirkungen sind oder um zu entscheiden, welche Variante aus ökologischer Sicht zu bevorzugen ist, sind Indikatoren hilfreich oder sogar notwendig, welche die verschiedenen Umweltauswirkungen gewichten und in einer Kennzahl zusammenzufassen. In diese Gewichtung der verschiedenen Umweltauswirkungen fliessen neben wissenschaftlichen Erkenntnissen auch gesellschaftliche Wertvorstellungen ein. Dementsprechend sind unterschiedliche Betrachtungsweisen möglich, die eine Vielzahl von Bewertungsmethoden hervorgebracht haben. Eine in der Schweiz häufig angewendete Methode ist beispielsweise die der ökologischen Knappheit, bei der die Umweltauswirkungen in Umweltbelastungspunkten (UBP) ausgedrückt werden. Hier basiert die Gewichtung der verschiedenen Auswirkungen auf der Umweltsituation und den Umweltzielen eines Landes oder einer Region. Als Umweltziele werden Gesetze, internationale Verpflichtungen oder Zielsetzungen der Regierung verwendet. Weitere verbreitete Methoden, die in der EU entwickelt wurden, sind der «Environmental Footprint» oder die Methode «ReCiPe».

**Auswertung** Die Bilanzierung und Berechnung der Auswirkungen bilden die Grundlage für Schlussfolgerungen und Erkenntnisse. Damit können zum Beispiel Produkte oder Dienstleistungen entlang ihres Lebensweges auf Schwachstellen untersucht und Optimierungen abgeleitet werden. So werden Ökobilanzergebnisse immer häufiger als Grundlage für Eco-Design oder in Umweltmanagementsystemen verwendet. Zudem können Vergleiche

zwischen zwei oder mehreren Varianten durchgeführt werden, um so die ökologisch optimale Lösung zu finden. Darüber hinaus fördern die Ergebnisse von Ökobilanzen die Bewusstseinsbildung in der Gesellschaft.

Das Erstellen von Ökobilanzierungen erfordert viel Erfahrung und Zeit, weshalb es für Gestalter:innen in den meisten Fällen nicht realistisch ist, Ökobilanzen selbst zu erstellen. Im Internet sind jedoch verschiedene Ökobilanzergebnisse für Materialien und Dienstleistungen zu finden, die zumindest für eine erste Einschätzung der Umweltauswirkungen sehr hilfreich sein können. Zudem werden kontinuierlich Ökobilanzen veröffentlicht, die bei der Material- und Produktwahl oder bei der Optimierung bestehender Fertigungsprozesse herangezogen werden können. Dabei ist zu beachten, dass eine Ökobilanz ein Messinstrument ist, das für eine bestimmte Fragestellung die Auswirkungen auf die Umwelt aufzeigt. Dementsprechend ist bei der Interpretation einer Ökobilanz darauf zu achten, inwieweit die Zielsetzung der Ökobilanz mit der eigenen Fragestellung übereinstimmt und ob die funktionelle Einheit und die Systemgrenzen dafür sinnvoll gewählt wurden. Für einen nachhaltigen Designprozess ist es wichtig, Ökobilanzen lesen und interpretieren zu können. Zeigt es sich, dass eine weitergehende oder spezifische Ökobilanz notwendig ist, können entsprechende Fachplaner:innen<sup>7S.60</sup>, Umwelt- oder Ingenieurbüros zur Erstellung einer Bilanz hinzugezogen werden.

Ökobilanzen modellieren komplexe Systeme und sind daher mit Unsicherheiten behaftet, die durchaus 20 Prozent und mehr betragen können. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass die Resultate nicht überinterpretiert werden. Zudem gibt es Auswirkungen, die wissenschaftlich (noch) nicht oder nur unzureichend erforscht wurden. Beispielsweise bezieht die Ökobilanzierung lokale Gegebenheiten nur bedingt mit ein. Ökobilanzergebnisse sagen außerdem nichts über die Einhaltung von Gesetzen<sup>7S.214</sup> aus.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Ökobilanz bei korrekter Anwendung ökologisch umfassende und wissenschaftlich fundierte Entscheidungsgrundlagen zur Verfügung stellt, welche sinnvoll im Designprozess genutzt werden können. Während sich die klassische Lebenszyklusanalyse auf die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit beschränkt, wurde in den letzten Jahren die sogenannte S-LCA entwickelt. Die soziale Lebenszyklusanalyse ermöglicht die Bewertung der sozialen Auswirkungen entlang des gesamten Lebenszyklus eines



[106] Die Ökobilanz gilt als die aussagekräftigste Methode, um Umweltauswirkungen von Produkten, Dienstleistungen oder Unternehmen umfassend zu beurteilen. Sie betrachtet die Umweltauswirkungen über den gesamten Lebensweg eines Produkts und berücksichtigt dabei eine Vielzahl von Einflussfaktoren. So kann beispielsweise der ökologische Fussabdruck einer verpackten Salatgurke gezielt mit dem Anteil der Verpackung verglichen werden. Dadurch werden teilweise erstaunliche Erkenntnisse sichtbar, die eine realistische Beurteilung ermöglichen. So macht die Salatgurke 98 % des ökologischen Fussabdrucks aus, während die Verpackung nur 2 % beträgt.

Produkts. Ziel ist es, Aspekte wie Menschenrechte, Arbeitsbedingungen, Gemeinwohl und soziale Gerechtigkeit zu berücksichtigen. Derzeit zeigt sie im Wesentlichen, welche sozialen Risiken in verschiedenen Ländern und Branchen bestehen. Im Vergleich zur Methode der Ökobilanz ist sie als Bewertungsmethode relativ jung.<sup>159</sup>

## Beschaffung

### Angebot und Ausschreibung

Bevor ein Auftrag ausgeführt und Produkte hergestellt werden können, greifen viele Branchen auf eine Ausschreibung zurück oder holen Angebote auf dem Markt ein. In solchen Angebotsanfragen beschreiben und spezifizieren die Auftraggebenden die gesuchte Leistung. Alles, was diese während der Vertragslaufzeit von der anbietenden Person oder Unternehmen beziehen möchten, sollte zum Zeitpunkt der Beschaffung definiert und kommuniziert werden. Die Ausschreibung ist auch für die Nachhaltigkeit von Projekten und Produkten von zentraler Bedeutung, da hier konkretisiert wird, welche Anforderungen die Leistung in Bezug auf die ökologische oder soziale Dimension der Nachhaltigkeit erfüllen soll. Die Auftraggebenden können Vorgaben machen und besondere Leistungen speziell auszeichnen und honorieren.

Je früher Auftraggebende auch Kriterien der Nachhaltigkeit definieren, desto grösser ist ihr Hebel, effektiv nachhaltige Lösungen zu erhalten. Sollen beispielsweise alternative Nutzungsmodelle wie Mieten<sup>168</sup> statt Kaufen oder Produkte als Dienstleistung<sup>170</sup> eine Chance auf den Auftragszuschlag haben, muss dies in der Angebotsanfrage umgesetzt und in der Kostenkalkulation entsprechend berücksichtigt werden. Auch zentrale Überlegungen zur Suffizienz<sup>164</sup>, der Möglichkeit, ein Produkt nur zu leihen oder mit anderen Nutzenden zu teilen, sind möglichst frühzeitig anzustellen, denn die ressourcenschonendste Beschaffung ist jene, die gar nicht erst stattfindet. Die Auftraggebenden haben verschiedene Möglichkeiten ihre Anforderungen zu formulieren. Prinzipiell stehen ihnen dabei Muss- und Kann-Kriterien zur Verfügung:

**Muss-Kriterien** Dies sind Anforderungen an die anbietende Person oder Unternehmen, welche die zur Umsetzung des Auftrags erforderlichen Kompetenzen auszuweisen

hat. Beispielsweise können die Erfahrungen im Umgang mit kritischen Stoffen durch vorzuweisende Referenzen abgefragt und durch Angabe von Zertifikaten oder Gütesiegeln<sup>78.154</sup> nachgewiesen werden. Muss-Kriterien können sich auch direkt auf den Beschaffungsgegenstand beziehen: zum Beispiel mit Vorgaben zur Funktionalität, Kompatibilität und Modularität<sup>78.140</sup> mit bestehenden Produkten. Auch können Vorgaben zum Anteil von Recyclingmaterial<sup>78.225</sup>, zur Verwendung von recyclingfähigen, trennbaren und schadstofffreien Materialien sowie Anforderungen an die Langlebigkeit<sup>78.220</sup> und Reparierbarkeit<sup>78.222</sup> des Designs als Spezifikationen definiert werden.

**Kann-Kriterien** Hier können sich die angefragten Angebote voneinander unterscheiden. Sind die Muss-Kriterien erfüllt, haben die Anbieter durch abweichende, aber passende Lösungen die Möglichkeit, den Auftrag für sich zu entscheiden. Dabei erhält das Angebot mit den meisten Vorteilen beziehungsweise Pluspunkten den Zuschlag. Ein gewichtiger Teil der Kann-Kriterien macht in der Regel den Preis aus. Dieser sollte unter Berücksichtigung der Lebenszykluskosten beziehungsweise Gesamtnutzungskosten (TCO: Total Cost of Ownership) berechnet werden und umfasst nicht nur den Ankaufspreis, sondern auch Folgekosten für Betrieb, Unterhalt, Reparatur, Entsorgung oder Verwertung. Betrachtet man die Gesamtkosten über den Lebenszyklus, so kann ein in der Anschaffung teures Produkt auf lange Sicht dennoch die günstigere Investition sein – beispielsweise indem mit einem langlebigen Produkt kostenintensive Wartungen minimiert oder Reparaturen ermöglicht werden.

Das Hinzuziehen externer Spezialist:innen<sup>78.60</sup> kann für die Festlegung nachhaltiger Beschaffungskriterien hilfreich sein. So stehen zum einen privatwirtschaftliche Kompetenzzentren zur Verfügung und zum anderen kann staatliche Unterstützung für eine nachhaltige Beschaffung in Anspruch genommen werden.

Die Muss-Kriterien wie auch die Kann-Kriterien bestehen idealerweise aus den drei Elementen Beschreibung, Nachweis und Bewertungsschlüssel. Die Beschreibung gibt an, um welches Kriterium es sich bei der Anfrage handelt. Der Nachweis legt fest, wie die Anbieter die Erfüllung des Kriteriums nachweisen müssen. Und der Bewertungsschlüssel informiert schließlich darüber, welcher Erfüllungsgrad zu welcher Bewertung führt. Diese Angabe steigert die Transparenz im Auswahlverfahren und gibt den Auftraggebenden die Sicherheit, dass sie alle Angebote mit dem gleichen Raster bewerten und sie dadurch

vergleichbar sind. Alle Vorgaben, die von den Auftraggebenden mithilfe dieser drei Punkte (Beschreibung, Nachweis und Bewertungsschlüssel) gemacht werden, müssen später in den Werkvertrag übernommen und bestmöglich in der Umsetzung überprüft werden. Zu diesem Zweck definieren die Auftraggebenden pro Anforderung eine Kennzahl (Key Performance Indicator, KPI), anhand derer sich die Einhaltung der Anforderungen während der Vertragslaufzeit überprüfen lässt (siehe Kapitel Kontrolle<sup>78.201</sup>).

Zwecks Förderung der Nachhaltigkeit können die Auftraggebenden nebst Anforderungen an anbietende Personen oder Unternehmen auch konkrete Anforderungen stellen und Kriterien an die Produkte anlegen. Einige wichtige Kriterien für eine nachhaltige Produktbeschaffung werden nachfolgend aufgelistet und kurz erläutert:

**Langlebigkeit** Anforderungen an die Langlebigkeit eines Produkts umfassen die Verfügbarkeit von Ersatzteilen oder eine Garantielaufzeit, die über die rechtlichen Verpflichtungen hinausgeht. Auch viele der nachfolgend aufgeführten Gestaltungskriterien erhöhen schlussendlich die Langlebigkeit.

**Reparierbarkeit** Ein Produkt, das sich reparieren lässt, bleibt länger im Einsatz. Dabei ist zu beachten, dass die Reparatur mit möglichst wenig Aufwand ausführbar ist und sie sich im Vergleich zur Neuanschaffung finanziell rechnet.

**Modularität und Kompatibilität** Das Produkt sollte sich auch nach einer gewissen Nutzungszeit an sich ändernde Bedürfnisse anpassen lassen – beispielsweise indem sich der Bezug eines Möbelstücks auswechselt lässt, sodass eine möglichst lange Nutzungszeit gewährleistet ist.

**Demontierbarkeit** Indem sich das Produkt zerlegen lässt, können defekte Komponenten rasch repariert oder ausgetauscht und die einzelnen Materialien nach der Ausmusterung sortenrein und werterhaltend recycelt werden.

**Recyclingfähigkeit** Das Produkt ist kreislauffähig<sup>78.86</sup> und besteht aus Materialien, die möglichst werterhaltend wiederverwertet und recycelt werden können. Dies verhindert ein Downcycling, bei dem das Material mit abnehmender Materialqualität nur noch thermisch verwertet werden kann.

**Materialgesundheit** Es ist erstrebenswert, möglichst unproblematische Stoffe entlang der Wertschöpfungskette zu verwenden und möglichst auf den Einsatz ökotoxischer<sup>78.181</sup> Materialien zu verzichten. Als Nachweis kann eine Beschreibung verlangt werden, in der die Massnahmen zur kontinuierlichen Reduktion der Schadstoffe in einem Produkt ausgewiesen sind.

[107-109]

Der Produktdesigner Stefan Diez hat für den italienischen Möbelhersteller Magis das modulare Sofa *Costume* entwickelt. Die Basis bildet eine nur vier Millimeter dünne Innenstruktur aus recyceltem und recycelbarem Polyethylen, wodurch der Anteil des PU-Schaumstoffs auf ein Minimum reduziert wird. Dank der im Boden eingehängten elastischen Schlaufen ist das Sofa vollständig demontierbar, was die Reinigung und

das Ersetzen einzelner Komponenten ermöglicht. Mit Blick auf eine nachhaltige Beschaffung erfüllt das Sofa damit gleich mehrere Kriterien, da es langlebig, reparierbar, modular und recyclingfähig ist.



**Rücknahme und Verwertung** Die Anbietenden können dazu aufgefordert werden, das Produkt nach Gebrauchsende zurückzunehmen und einer möglichst werterhaltenden Verwertung zuzuführen. Die Wiederverwendung<sup>78.97</sup> des Produkts oder seiner Komponenten ist einem Recycling vorzuziehen.<sup>160</sup>

**Energieeffizienz** Produkte, die im Betrieb respektive während ihrer Nutzung Energie benötigen, sollten möglichst effizient<sup>78.95</sup> sein.

**Energie aus erneuerbaren Quellen** Anbietende nutzen für die Produktion des zu beschaffenden Produkts meist unterschiedliche Energiequellen<sup>78.173</sup>. Die Angebotsanfrage kann daher verbindliche Rahmenbedingungen festlegen, die bestimmen, woher und aus welchen Quellen die Energie stammt, oder gewisse Quellen ausschliessen.

**Labels und Zertifikate** Bei Rohstoffen und Dienstleistungen können Zertifikate oder Normen<sup>78.49</sup> die Einhaltung ausgewählter Nachhaltigkeitskriterien erleichtern und verifizieren. Dazu müssen sie in der Ausschreibung explizit benannt werden.

**Herkunfts-nachweis** Die Herkunft der Materialien und die Offenlegung der Wertschöpfungskette<sup>78.126</sup> können gezielt eingefordert werden. Auch lassen sich Ausschlusskriterien anführen, zum Beispiel «kein Tropenholz» oder «kein gentechnisch verändertes Saatgut».

**Sozialstandards** Je nach Produktionsstandort der Anbietenden gelten andere ökologische und soziale Rahmenbedingungen<sup>78.187</sup>. Jedes Land hat eine andere Rechtslage<sup>78.214</sup> und unterschiedliche Mindestlohn- und Sozialversicherungsstandards. In der Ausschreibung lassen sich daher Anforderungen formulieren, die über die jeweiligen minimalen Standards hinausgehen.

**Arbeit mit Bestand** Wichtig ist, dass bereits zum Zeitpunkt der Beschaffung und Ausschreibung eine mögliche Wiederverwendung vorhandener Produkte eingeplant wird. Bei der Möblierung eines neuen Gebäudes sollte der Bestand der künftigen Nutzenden überprüft und in die Beschaffung integriert werden.

Da der Anbietermarkt für kreislauffähige Produkte und Gesamtlösungen noch wenig etabliert ist, kann es auch sinnvoll sein, die Anforderungen als Kriterium mit einem Entwicklungspfad zu formulieren. Pro Jahr der Vertragslaufzeit verpflichten sich die anbietende Person oder Unternehmen, sich dem gesetzten Zielwert weiter zu nähern. Beispielsweise kann in den Beschaffungsunterlagen das Ziel definieren werden, wie hoch der Anteil wiederverwendeter Möbel an der Gesamtmöblierung sein soll und innerhalb welcher definierten Frist dieser Wert zu erreichen ist.

## Mieten statt kaufen

Bei der Beschaffung wird festgelegt, ob ein Bedarf durch Kauf oder in anderer Form gedeckt werden soll. Hier spielen alternative Geschäftsmodelle eine wichtige Rolle. Kund:innen haben nach dem Kauf eines Produkts für kurze Zeit ein Rückgaberecht und bei einem defekten Produkt gilt die Dauer der Garantiepflicht. Die Verantwortung für das gekaufte Produkt geht dabei schnell von der anbietenden Stelle auf die Kundschaft über. Konsument:innen gehen daher beim Kauf eines Produkts meist nur eine kurze Beziehung zu einem produzierenden Unternehmen ein und übernehmen mit dem Kauf auch Verpflichtungen, an die sie in der Regel nicht gedacht haben. Mit der Inbesitznahme sind sie beispielsweise für Wartung, Reparatur<sup>↗S.222</sup> oder Entsorgung<sup>↗S.229</sup> verantwortlich. Mit dem Kauf eines Produkts erwerben sie auch die darin gebundenen Ressourcen. Diese können unter Umständen umweltproblematische Stoffe enthalten. In der Regel verfügen Endnutzer:innen jedoch nicht über das nötige Hintergrundwissen, um damit eigenverantwortlich umzugehen. Angesichts der unüberschaubaren Menge an Gütern ist es unrealistisch, dass Verbraucher:innen diesen Verpflichtungen nachkommen. Hinzu kommt, dass mit steigendem Wohlstand viele Güter leicht erschwinglich sind und daher die fachgerechte Wartung und Reparatur defekter Produkte vielfach nicht mehr in Betracht gezogen wird. Die Folge ist die Entsorgung auf dem einfachsten Weg: über die Mülltonne. Selten veräussern Konsument:innen ein nicht mehr benötigtes Produkt über eine Gebrauchtwarenplattform, einen Trödelladen oder eine Bauteilbörse. Es ist bekannt, dass ein konsumorientiertes Verhalten, wie es die lineare Ökonomie vorgibt, erhebliche ökologische und soziale Probleme mit sich bringt.

Demgegenüber sind Mietverhältnisse eine interessante Alternative. Bei einem Mietverhältnis gehen die Nutzer:innen eine zeitlich befristete Beziehung mit einem Unternehmen ein und sind, wenn überhaupt, nur temporär Besitzer:innen eines Produkts. Dies bietet grosse Potenziale, da beispielsweise die Dauerhaftigkeit des Produkts zu einem wichtigen Geschäftsinteresse des anbietenden Unternehmens wird. In der Folge rücken die Reparaturfähigkeit, die ästhetische Anpassungsfähigkeit oder die Langlebigkeit<sup>↗S.220</sup> eines Produkts oder Angebots in den Fokus. Dies hat wiederum Auswirkungen auf die Produktentwicklung und das Design, da hier definiert wird, inwieweit Einzelteile gewartet, repariert, gereinigt oder ausgetauscht werden können. Ein Unternehmen ist in diesem Fall auch an einer langlebigen Produktgestaltung interessiert, damit die im Produkt gebundenen Ressourcen möglichst ohne Wertverlust wiederverwendet<sup>↗S.97</sup> werden können. Diese Entwicklung kann sich auf viele mögliche Produkte und Dienstleistungsangebote beziehen.

Die vorübergehende Nutzung, also das Mieten von Produkten oder Dienstleistungen für einen begrenzten Zeitraum, ist in einigen Bereichen bereits weitverbreitet. Es werden Möbel, Kinderprodukte wie Kinderwagen oder Spielzeug<sup>161</sup>, Werkzeuge, Kleidung, Autos, Wohnungen, Häuser usw. gemietet. Aus Nachhaltigkeitsperspektive ist es jedoch wichtig, das Ziel solcher «Partnerschaften» nicht aus dem Fokus zu verlieren, denn es geht darum, dass Hersteller:innen die Verantwortung für den gesamten Lebenszyklus ihrer Produkte übernehmen. In der Regel haben produzierende Unternehmen das grösste Einflusspotenzial auf die Entwicklung und Herstellung ihrer Produkte sowie für die dafür eingesetzten Ressourcen. Aus wirtschaftlichen Gründen sind sie auch daran interessiert, im Besitz der Ressourcen zu bleiben. Steht aber zwischen Produzierenden und Nutzenden ein Zwischenhandel oder ein Finanzinstitut, geht das positive ökologische Potenzial tendenziell verloren.<sup>162</sup> Das Beispiel der Autovermietung verdeutlicht dies: Beim Mieten eines Autos geht ein:e Fahrer:in ein Mietverhältnis mit der Autovermietung ein. Die Autovermietung fungiert in der Regel als Zwischenhändler:in, da sie die Autos nicht selbst produziert. Dieses Mietverhältnis hat zwar den positiven Effekt, dass das Auto nur für einen bestimmten Zeitraum genutzt werden kann, ohne es selbst besitzen zu müssen. Es entsteht jedoch nicht der vorteilhafte Effekt, dass Autoproduzent:innen Anreize haben, möglichst langlebige und energiesparende Fahrzeuge auf den Markt zu bringen. Ihr primäres wirtschaftliches Ziel ist nach wie vor, möglichst viele Neuwagen an Autovermieter:innen zu verkaufen. Würden die Fahrzeugherrstellenden ihre Autos jedoch direkt vermieten, wären sie an einem modularen<sup>↗S.140</sup>, reparaturfreundlichen, langlebigen und energiesparenden Autodesign interessiert, auch um einen möglichst grossen wirtschaftlichen Erfolg zu erzielen.

Ein Mietverhältnis darf dabei nicht mit dem Leasing von Produkten oder Dienstleistungen verwechselt werden. Leasing ist ein Kaufvertrag, der lediglich die Form der Ratenzahlung regelt. Es ermöglicht den Erwerb von Produkten oder Dienstleistungen, die sich Konsument:innen unter Umständen nicht leisten können und fördert damit sogar den Konsum durch Verschuldung.<sup>163</sup>

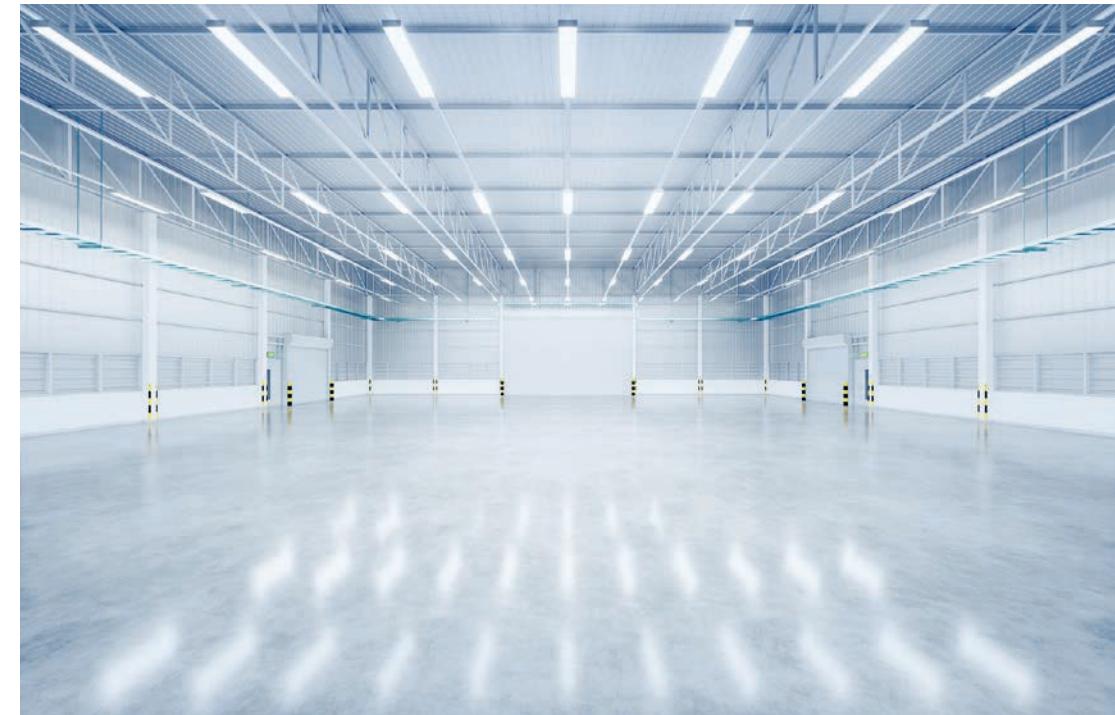
Ein Risiko bei der Vermietung oder temporären Inanspruchnahme von Gütern ist das teilweise mangelnde Verantwortungsbewusstsein der Nutzenden. Dies zeigt sich eindrucksvoll am Beispiel von Elektrorollern. Als Mietobjekte werden sie oft unsorgsam genutzt und nach dem Gebrauch liegen gelassen oder sogar zerstört.



## Produkte als Dienstleistung nutzen

Um den Nutzen eines Produkts oder einer Dienstleistung zu erhalten, besteht neben dem Kauf oder der Miete auch die Möglichkeit, primär die Leistung eines Produkts in Anspruch zu nehmen – wie es der Product-as-a-Service-Ansatz vorsieht. Dieses Modell ist in vielen Bereichen bereits verbreitet: So nutzen Menschen öffentliche Verkehrsmittel, ohne jedes Mal einen Bus oder eine Bahn zu mieten. Die zeitlich begrenzte Nutzung – etwa durch den Kauf einer Fahrkarte – ist dabei längst zur Gewohnheit geworden.

Im Designkontext lässt sich der der Ansatz Product as a Service gut am Beispiel einer Hersteller:innenfirma für Leuchten veranschaulichen. Benötigt ein Unternehmen beispielsweise Licht zur Beleuchtung von Büroräumen, so bedarf es im Wesentlichen der Dienstleistung «Licht». Das primäre Kaufinteresse gilt der Beleuchtung der Büroräume und nicht den Leuchten als solchen. Nach dem Product-as-a-Service-Ansatz kann ein Servicevertrag mit der Hersteller:innenfirma abgeschlossen werden, welche die Leuchten bzw. das Licht zur Verfügung stellt. Wenn die Leuchten nicht mehr funktionieren oder die erworbene Leistung nicht mehr im vollen Umfang erbracht wird, muss die Hersteller:innenfirma ihre Leuchten reparieren, aufrüsten oder erneuern. Konkret heißt das: Je weniger Leuchten zur Erhellung des Raumes benötigt werden und je seltener diese gewartet oder ersetzt werden müssen, umso mehr verdient die Firma daran. Somit wird es zu einem zentralen Geschäftsinteresse der Produzent:innen, ihre Produkte effizient, modular, robust und langlebig<sup>164, 220</sup> zu entwickeln. Hinzu kommt, dass das produzierende Unternehmen immer auch im Besitz der Rohstoffe bleibt, die zur Herstellung der Ware aufgewendet wurden. Damit hat das Unternehmen ein zentrales Interesse daran, seine Rohstoffe vollständig zurückzugewinnen, indem sie durch einfache Demontage wieder für die Herstellung neuer Produkte zur Verfügung stehen. Die Kreislauffähigkeit<sup>165, 86</sup> der Produkte ist damit gleichzeitig gewährleistet. In einem konventionellen Geschäftsmodell der linearen Wirtschaftsweise hätten die Leuchten gekauft werden müssen. Je mehr Leuchten die Hersteller:innenfirma verkauft hätte, umso mehr hätte sie daran verdient. Beim Modell Product as a Service, in diesem Beispiel «Light as a Service», verdient das Unternehmen umso mehr, je weniger Leuchten es liefern muss.<sup>164</sup> Diese Form der temporären Nutzung von Produkten gibt es mittlerweile in verschiedenen Branchen, zum Beispiel bei abonnementbasierten Dienstleistungen für Druckgeräte.<sup>165</sup> Auch in der Modebranche verbreitet sich das Modell zunehmend, bei dem eine bestimmte Menge an Kleidungsstücken über ein Abonnement für einen gewissen Zeitraum bezogen werden kann. Dieses Konzept der temporären Nutzung von Kleidung trägt jedoch



nicht unbedingt dazu bei, den hohen Ressourcenverbrauch durch schnelllebige Modetrends einzudämmen. Aus ökologischer Sicht wäre es vorteilhaft, wenn sich durch «Fashion as a Service» der Qualitätsanspruch bzw. die Nachfrage nach langlebiger Ware gegenüber billigen Fast-Fashion-Angeboten durchsetzen würde. In der Realität tritt jedoch das Gegenteil ein, denn der Bekleidungskonsum wird durch den ständigen Wechsel sogar noch gesteigert.

[160]

Beim Modell «Product as a Service» wird die konventionelle Kund:innenbeziehung neu gedacht: Anstatt Produkte zu verkaufen, bieten Unternehmen die benötigten Produkte als Dienstleistungen an, beispielsweise «Licht». Die Kund:innen mieten oder abonnieren eine Leistung, während die Anbieterenden die Geräte und die Wartung dafür bereitstellen. Dieses Modell reduziert Investitionskosten, erhöht die Flexibilität und ermöglicht eine nachhaltigere Nutzung der Ressourcen. Im Product-as-a-Service-Modell sind die Anbieterenden daran interessiert, ihre Geräte robust und zuverlässig zu konstruieren, sie zu warten und zu reparieren, um sie möglichst lange im Einsatz zu halten.

# Herstellung

## Energie

Für die Herstellung jedes Produkts wird eine bestimmte Menge Energie benötigt. Damit diese in der Produktion verfügbar ist, durchläuft die Energie verschiedene Umwandlungsschritte.<sup>166</sup> Natürliche Energiequellen wie Kohle, Erdöl oder Sonnenstrahlung werden als Primärenergieträger bezeichnet. In Kraftwerken oder Raffinerien werden sie in Sekundärenergie umgewandelt, die dann in Form von Sekundärennergieträgern wie Strom oder Benzin verfügbar ist. Aus diesen wird anschliessend Endenergie gewonnen, die bei den Verbraucher:innen ankommt und als Nutzenergie für einen bestimmten Zweck, beispielsweise die Produktion von Gütern, eingesetzt werden kann. Verluste entstehen während der Energieumwandlung und des Transports zwischen Bereitstellungsort und Verbraucher:innen.

In der Diskussion um die Nachhaltigkeit von Energie rückt die bei der Energienutzung frei werdende Menge an Treibhausgasen in den Fokus, da die Gase massgeblich zur menschengemachten Klimaerwärmung beitragen. Die gegenwärtige Produktion von Energie stützt sich mehrheitlich auf endliche Rohstoffe, die irgendwann zur Neige gehen werden. Dazu zählen die fossilen Primärenergieträger, bei deren Verbrennung gebundenes CO<sub>2</sub> freigesetzt wird, sowie die Kernenergie, bei der grosse Sicherheitsrisiken für die Umwelt bestehen. Erneuerbare Energien, wie die mittels Photovoltaik gewonnene Primärenergie der Sonne, sind hingegen theoretisch endlos verfügbar.<sup>167</sup>

Um die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die durch den Energieeinsatz bei der Produktion entstehen, zu reduzieren, ist es notwendig, die verwendeten Energieträger und deren Herkunft zu kennen. Mittlerweile definieren viele Unternehmen die für den Betrieb benötigten Energieträger, wodurch diese auch zu einem Auswahlkriterium bei der Angebotsabfrage oder Ausschreibung<sup>168</sup> werden können. Dies betrifft nicht nur den

Energieeinsatz während der Produktion, sondern auch die Emissionen, die bei der Entwicklung, Logistik und Distribution eines Produkts oder einer Dienstleistung entstehen.

In der Regel kennt ein Produktionsbetrieb den Energiemix seiner Energieanbieter und kann diesen offenlegen. Um den Rohstoffverbrauch und die daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen in Produktionsprozessen ermitteln zu können, müssen die Menge und die Art der verwendeten Primärenergieträger bekannt sein. Diese Angaben sind oft als Teil einer Ökobilanz<sup>169</sup> des Anbieters einsehbar. Wenn keine Ökobilanz vorliegt oder die CO<sub>2</sub>-neutrale Produktionsweise eines Unternehmens nicht nachvollziehbar ist, sollte bei der Evaluierung möglicher Produzent:innen die Verwendung der Energieressourcen thematisiert werden. Allein die entsprechende Anfrage im Evaluationsverfahren ist bereits lohnenswert, da sie das Thema ins Bewusstsein ruft.

Um die verschiedenen Primärenergieträger erkennen und aus Nachhaltigkeitssicht einordnen zu können, wird im Folgenden eine grobe Übersicht über die Herkunft der Energiequellen gegeben.

## Energiequellen

Die Entwicklung der Menschheit ist auch eine Geschichte der Fähigkeit, Energiequellen zu erschliessen. Ein Meilenstein war dabei die Nutzung des Feuers durch das Verbrennen von Holz, kein anderes Lebewesen auf der Erde ist dazu in der Lage. Mit der Sesshaftigkeit des Menschen wurde die tierische Muskelkraft für lange Zeit zu einer wichtigen Energiequelle, die es ihm ermöglichte, seine Produktivität zu steigern. Hinzu kamen Erfindungen zur direkten Nutzung von physikalischer Energie, wie beispielsweise der Wasser- und der Windkraft durch Wasser- und Windräder für Wasserpumpen oder Getreidemühlen. Bis zur Entdeckung und Gewinnung fossiler Energieträger seit Beginn der Industrialisierung im 18. Jahrhundert wurden fast ausschliesslich derartige erneuerbare Energiequellen genutzt.<sup>168</sup>

Die effiziente Förderung von Kohle und später des Erdöls waren zentrale Treiber der einsetzenden Industrialisierung. Sie verdrängten nach und nach die traditionellen Energieträger aus erneuerbaren Quellen und dominieren heute den Energiemarkt. Obwohl fossile Energieträger wesentlich zur Steigerung des weltweiten Wohlstands beigetragen haben, sind sie aufgrund des bei ihrer Verbrennung freigesetzten Kohlenstoffdioxids hauptverantwortlich für die globale Klimaerwärmung mit ihren gravierenden Folgen.

Mit der Erfahrung der Kernenergie gehört seit Mitte des 20. Jahrhunderts auch die nukleare Energiegewinnung zu den systemrelevanten Energiequellen. Die Unterscheidung



zwischen endlichen und erneuerbaren Energieträgern bildet die Grundlage für den Diskurs über die nachhaltige Nutzung von Energiequellen:<sup>169</sup>

**Endliche Energiequellen** Fossile Energiequellen sind über einen langen Zeitraum durch biologische und zum Teil nachfolgende geologische Prozesse entstanden. Zu diesen Energieträgern zählen Erdöl, Erdgas, Steinkohle und Braunkohle. Bei ihrer Verbrennung wird Wärmeenergie freigesetzt, die beispielsweise zum Antrieb von Motoren oder zum Heizen von Räumen genutzt werden kann. Danach stehen diese Rohstoffe nicht mehr als Energiequellen zur Verfügung, denn bei der Verbrennung fossiler Rohstoffe wird Kohlenstoff freigesetzt, der als Kohlendioxidgas entweicht. Die Biosphäre kann diesen Kohlenstoff nicht mehr vollständig binden, da seit der industriellen Nutzung sehr grosse Mengen fossiler Rohstoffe verbrannt werden. Endliche Energiequellen gelten daher als Treiber der Klimaerwärmung.

Ebenso zählt die Kernenergie zu den endlichen Energiequellen, da sie auf der Nutzung des nicht erneuerbaren Schwermetalls Uran beruht. Auch wenn die Kernenergie in der Nachhaltigkeitsdebatte gelegentlich als Zukunftstechnologie angeführt wird, da bei ihrem Betrieb keine direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen, stellen die Sicherheitsrisiken von Kernkraftwerken und die anfallenden radioaktiven Abfälle ein enormes Gefährdungspotenzial für die Umwelt dar.

**Erneuerbare Energiequellen** Erneuerbare Energiequellen werden auch als regenerative oder alternative Energien bezeichnet. Zu den wichtigsten erneuerbaren Energiequellen zählen die Solarenergie, die Wasserkraft und die Windenergie. Auch die Erdwärme, die durch radioaktive Zerfallsprozesse im Erdinneren entsteht, zählt zu den erneuerbaren Energien, solange nur so viel Wärme entnommen wird, wie nachströmt. Die Nutzung nachwachsender und damit erneuerbarer Rohstoffe in Biomassekraftwerken gewinnt zunehmend an Bedeutung.<sup>170</sup> Interessant dabei ist, dass nachwachsende Energieträger bei nachhaltiger Nutzung dauerhaft zur Verfügung stehen, da sie sich selbst erneuern.

Der Einsatz erneuerbarer Energiequellen hat aber auch Grenzen, denn sie zeichnen sich durch eine geringe Energiekonzentration und eine räumlich verteilte Erzeugung aus. Dies erfordert eine dezentrale Energieerzeugung und eine entsprechend aufwendige Infrastruktur. Um den heutigen Bedarf durch erneuerbare Energieerzeugung decken zu können, bedarf es einer intelligenten Kombination verschiedener Energiequellen, Energieträger,

[111–113]  
Zu den wichtigsten  
erneuerbaren Energiequellen  
zählen Solarenergie  
(Abb. unten rechts), Wasser-  
kraft (Abb. oben) und Wind-  
energie (Abb. unten links).  
Um den heutigen Bedarf  
durch erneuerbare Energie-  
quellen decken zu können,  
sind nicht nur grosse Land-  
flächen für deren Gewin-  
nung erforderlich, sondern  
auch eine entsprechende  
Infrastruktur, zu der Ener-  
giespeicher und intelligente  
Verteilsysteme gehören.

Technologien und Strategien. So muss neben der eigentlichen Energiegewinnung auch in die Entwicklung intelligenter Stromnetze, sogenannter Smart Grids, investiert werden. Darüber hinaus sind Speichermedien von zentraler Bedeutung, da insbesondere Sonnen- und Windenergie stark von Tages- und Jahreszeiten sowie dem Wetter abhängig sind. Solche Speicher können beispielsweise Batterien, Speicherseen, Wasserstofftanks oder unterirdische Kavernen sein.<sup>171</sup>

Doch stellen Energiespeicher auch eine zusätzliche Herausforderung dar, da sie spezifische Rohstoffe benötigen. So brauchen Batterien zur Speicherung von elektrischem Strom grosse Mengen an Lithium, Kobalt, Nickel und anderen Rohstoffen. Der Abbau dieser Rohstoffe ist oft mit problematischen Abbaubedingungen und enormen Umweltschäden verbunden. Ein anderes Beispiel sind Speicherseen, die für die Wasserkraftnutzung unverzichtbar sind, aber mit grossen Eingriffen in natürliche und oft sensible Ökosysteme verbunden sein können.

### Graue Energie

Ein weiterer Faktor bei der Betrachtung von Energieaufwänden ist die anfallende «graue Energie». «Grau» bezieht sich hier auf den unsichtbaren Aspekt des versteckten Energieaufwandes, der notwendig ist, um ein Material oder Produkt herzustellen. Grundsätzlich wird Energie für alle Prozessschritte der Herstellung benötigt, also für die Rohstoffgewinnung, die Produktion, den Transport, die Lagerung, die Verpackung, die Nutzung bis hin zur Entsorgung eines Produkts. Graue Energie steckt also prinzipiell in jedem Produkt.

Da die Herstellung eines Produkts oft auf langen Lieferketten beruht und komplexe Prozesse umfasst, ist es schwierig nachzuvollziehen, wie viel und welche Primärenergien bereits in das Produkt eingeflossen sind. Die Berechnung des gesamten Energiebedarfs kann daher meist nur von spezialisierten Unternehmen durchgeführt werden. Ein mögliches Hilfsmittel ist die Berechnung über eine Ökobilanz<sup>159</sup>, die auch den Anteil der grauen Energie eines Produkts ausweisen kann.<sup>172</sup>

### Energiewende, Netto-Null und Klimaneutralität

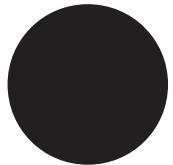
Die Erdatmosphäre besteht hauptsächlich aus den Gasen Stickstoff (N) (78,1%) und Sauerstoff (O) (20,9%) sowie einem geringen Anteil an weiteren Gasen. Der Anteil klimawirksamer Treibhausgase beträgt weniger als ein Prozent, er trägt aber wesentlich zur Erhöhung der Durchschnittstemperatur der Erdatmosphäre bei. Verantwortlich für die Verstärkung

des natürlichen Treibhauseffekts ist vor allem der vom Menschen verursachte Anstieg des Kohlendioxids (CO<sub>2</sub>) seit Beginn der Industrialisierung. Hauptursache ist die Verbrennung fossiler Primärenergieträger wie Kohle, Erdgas oder Erdöl. Diese vom Menschen verursachte Klimaerwärmung ist wissenschaftlich belegt und seit Jahrzehnten als Problem erkannt.<sup>173</sup> Auf der Weltklimakonferenz 2015 in Paris hat die Weltgemeinschaft dazu erstmals ein verbindliches Zeichen gesetzt und sich darauf geeinigt, den globalen CO<sub>2</sub>-Ausstoss auf eine maximale Erderwärmung von 1,5 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Temperaturniveau zu begrenzen. Die vereinbarten Massnahmen zur Erreichung der CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele beschreiben die Netto-Null-Strategie. Netto-Null bezeichnet das Gleichgewicht zwischen emittiertem Kohlenstoffdioxid und der Bindung von Kohlenstoffdioxid in natürlichen oder künstlichen Senken. Die Umstellung von fossilen auf erneuerbare Energieträger wird als Energiewende bezeichnet. Ziel der Netto-Null-Strategie und der dafür erforderlichen Energiewende ist es, den globalen CO<sub>2</sub> Ausstoss so weit zu reduzieren und der Atmosphäre so viel Kohlenstoff zu entziehen, dass eine weitere Erwärmung gestoppt werden kann. Ob dieses Ziel jedoch erreicht werden kann oder der Temperaturanstieg bereits höher ausfällt, wird heute bereits wissenschaftlich diskutiert.<sup>174</sup>

Netto-Null-Ziele werden häufig mit einer Jahreszahl beziffert, die angibt, bis wann das gesetzte Ziel beziehungsweise der stabilisierte Zustand erreicht werden soll. So gibt es beispielsweise Netto-Null-Strategien für 2030, 2040 oder 2050, wobei der Zeithorizont 2050 von vielen Staaten als erreichbares Ziel angesehen wird. Zur Umsetzung der Netto-Null-Ziele wird sowohl die Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen als auch die Bindung von CO<sub>2</sub> angestrebt. CO<sub>2</sub> kann beispielsweise in organischem Material wie Wäldern oder Mooren gebunden werden. Dies wird als natürliche CO<sub>2</sub>-Senke bezeichnet. Große Hoffnungen werden aber auch in künstliche Senken gesetzt, wie die «Carbon Capture and Storage Technology», kurz CCS-Technologie. Bei dieser Technologie wird das CO<sub>2</sub> am Ort des Austritts, beispielsweise aus einem Kamin, aufgefangen und in einer unterirdischen Lagerstätte deponiert.<sup>175</sup> Die CCS-Methode zur Abscheidung von CO<sub>2</sub> ist jedoch sehr energieintensiv. Zudem besteht die Gefahr, dass das gespeicherte CO<sub>2</sub> bei Undichtigkeiten wieder aus dem Boden entweicht.

Viele Produkte werden als klimaneutral gekennzeichnet. Trotz der zunehmenden Verbreitung des Begriffs fehlt aber ein einheitliches Verständnis darüber, was auf der Ebene der Produktion unter «klimaneutral» zu verstehen ist.<sup>176</sup> Im eigentlichen Sinne bedeutet Klimaneutralität, dass menschliche Aktivitäten das Klima insgesamt nicht beeinflussen. Für ein Produkt heisst das, dass die bei dessen Herstellung entstehenden

Emissionen durch die Nutzung regenerativer Primärenergieträger neutral sind oder an anderer Stelle wieder ausgeglichen werden. Dies wird mit dem Konzept der CO<sub>2</sub>-neutralen Produktion konkretisiert und vereinfacht, bei der nur das Gleichgewicht zwischen den Emissionen und Senken des Kohlenstoffs betrachtet wird. Das bedeutet, dass an einem anderen Ort Emissionen in gleicher Höhe kompensiert werden. In der Praxis funktioniert dies so, dass ein Unternehmen seine bei der Produktion ausgestossten CO<sub>2</sub>-Emissionen über Emissionszertifikate auf dem staatlich regulierten Markt oder von spezialisierten privaten Organisationen wie beispielsweise myclimate<sup>177</sup> erwerben, um damit Massnahmen und Klimaschutzprojekte zu unterstützen, die CO<sub>2</sub> speichern. Dies kann beispielsweise ein Aufforstungsprojekt sein, das über einen längeren Zeitraum CO<sub>2</sub> bindet. Solche Produkte oder Unternehmen, die Anspruch auf eine CO<sub>2</sub>-neutrale Produktion erheben, sind an entsprechenden Labels oder Zertifikaten erkennbar. Die Methode der CO<sub>2</sub>-neutralen Produktion durch den Handel mit CO<sub>2</sub>-Zertifikaten ist aber auch durchaus kritisch zu betrachten und muss im Einzelfall geprüft werden.<sup>178</sup> So kann das Aufforstungsprojekt beispielsweise nie vollendet werden oder der entsprechende Wald bleibt nicht dauerhaft bestehen.



### Energieverbrauch reduzieren

Gestalter:innen können in Zusammenarbeit mit produzierenden Unternehmen zur Reduktion des Energieeinsatzes eines Produkts beitragen. Die ganzheitliche Betrachtung von Wertschöpfungsketten<sup>126</sup> in der Produktentwicklung sind die Grundlage dafür. Im Folgenden werden mögliche Ansatzpunkte zur Reduzierung des Energieverbrauchs aufgezeigt:

**Energiequellen** Mit der Wahl des produzierenden Unternehmens ist auch die Verwendung der Energiequellen bzw. der Primärenergieträger verbunden, welche ein Unternehmen zur Herstellung seiner Produkte einsetzt. Das Spektrum reicht von endlichen bis zu erneuerbaren Energiequellen<sup>173</sup>. In der Regel setzt sich die von einem Betrieb eingesetzte Energie aus verschiedenen Primärenergieträgern zusammen. Doch meist kann ein Produktionsbetrieb seinen Energiemix offenlegen, da er seine Energielieferanten kennt. Wenn ein Betrieb seine Energie selbst produziert – beispielsweise mittels einer eigenen Photovoltaikanlage – und sowohl die gewonnene Leistung als auch den Verbrauch offenlegt, ist dies ein gutes Indiz für den Einsatz nachhaltiger Primärenergien. Die Wahl der Energiequelle bestimmt auch, wie viel CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre abgegeben wird. Insofern ist die Energiequelle ein relevantes Nachhaltigkeitskriterium für die

Erreichung der Netto-Null-Ziele<sup>176</sup>. Bei einer Angebotseinhaltung oder Ausschreibung<sup>163</sup> sollte daher auch der Energieeinsatz ein Auswahlkriterium sein.

**Effizienz** Design kann den Energieverbrauch unter Berücksichtigung effizienter Technologien<sup>70/95</sup> im Energiesektor gezielt senken: zum einen durch optimierte und aufeinander abgestimmte Produktionsprozesse und logistische Abläufe, zum anderen durch nachhaltig gestaltete Produkte, die auch in der Nutzungsphase zu hohen Energieeinsparungen führen können.

**Wiederverwendung** Die Wiederverwendung<sup>97</sup> von Rohstoffen, Komponenten, Halbfabrikaten oder bestehenden Produkten spart Primärenergie, die bereits für die Herstellung aufgewendet wurde. Der Re-Use-Ansatz ist Teil der Kreislaufwirtschaft<sup>86</sup> und verlängert durch die Wiederverwendung die Nutzungsdauer eines Produkts. Produkte benötigen in der Regel viel Energie für ihre Herstellung und weniger für ihre Wartung und Instandhaltung<sup>222</sup>.

**Logistik und Lagerung** Transportwege und Zwischenlagerung sind Prozesse, die zu einem hohen Anteil der grauen Energie<sup>176</sup> eines Produkts beitragen. Entsprechend gilt es, die Verhältnismässigkeit der Transportwege abzuschätzen und bestmöglich zu optimieren.

**Verzicht** Das Suffizienz-Konzept<sup>94</sup> stellt die konsequente Haltung zur Energieeinsparung dar. Durch den bewussten Verzicht auf nicht unbedingt benötigte Produkte werden Rohstoffe für Material und Energie gespart. Es ist jedoch darauf zu achten, dass der Verzicht nicht mit einem Reboundeffekt<sup>107</sup> gekoppelt ist und die Einsparung durch eine Ersatzhandlung wieder substituiert wird.

### Schadstoffe und Abfälle

Umweltbelastungen durch industrielle Tätigkeiten sind vielfältig und komplex. Vereinfacht betrachtet, lassen sie sich als Störfaktor in den Elementen Erde, Wasser und Luft und somit als Beeinträchtigung der Funktionen der Ökosphäre betrachten. Wasserströme, Windströmungen oder Erdbewegungen sind Teil des natürlichen ökologischen Kreislaufs und bestimmen massgeblich das Klima und die Lebensbedingungen auf dem Planeten. Aufgrund ihrer ständigen Bewegung können punktuelle Schadstoffbelastungen oder unsachgemäß entsorgte Industrieabfälle zu weiträumigen Belastungen des Ökosystems führen. Beispielsweise gelangen Schadstoffe über den Boden in das Grundwasser oder sie verteilen sich als leichtflüchtige Stoffe witterungsbedingt über weite Strecken mit Wasser- oder Windströmungen.<sup>179</sup>

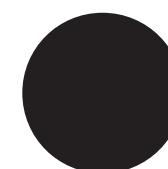
Erde, Wasser oder Luft können in ihrer Beschaffenheit stark variieren. So kann der Boden sandig, lehmig oder schluffig sein. Wasser wiederum kommt salzig oder süß, in verschiedenen Härtegraden und Aggregatzuständen vor. Auch die Zusammensetzung der Luft variiert je nach Klimazone und Höhenlage. Umweltbelastungen durch Schadstoffe oder nicht fachgerecht entsorgte Industrieabfälle verändern, beeinträchtigen oder zerstören die jeweils lokal vorhandene natürliche Beschaffenheit und Funktion dieser Elemente. Ein bekanntes Beispiel in diesem Zusammenhang ist die Erhöhung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre (Luft) durch die Verbrennung fossiler Rohstoffe. Da dieses Treibhausgas von der Biosphäre nicht vollständig gebunden werden kann, kommt es mitunter aufgrund des erhöhten CO<sub>2</sub>-Gehalts zu einem kontinuierlichen Temperaturanstieg des globalen Klimas.

Bei der Produktion von Gütern entstehen immer auch Industrieabfälle. Obwohl in den meisten Industrieländern standardisierte Wasser- und Luftfilteranlagen gesetzlich vorgeschrieben sind, gelangen dennoch viele Schadstoffe in die Umwelt. Da die Gesetzeslage<sup>78, 214</sup> von Land zu Land sehr unterschiedlich sein kann, ist es aus Nachhaltigkeitsperspektive wichtig, den Umgang mit Industrieabfällen am gewählten Produktionsstandort zu kennen.

Grundsätzlich sind Umweltbelastungen zu vermeiden und Industrieabfälle ordnungsgemäß zu entsorgen. Es sollten von Beginn an Verfahren angewandt werden, die kaum oder gar keine Schadstoffe während des Produktionsprozesses freisetzen. Fallen dennoch Emissionen an, sollten die belasteten Industrieabfälle möglichst vor Ort gereinigt oder gefiltert und anschließend sicher verpackt einer Müllverbrennungsanlage<sup>78, 229</sup> zugeführt werden. Eine solche Umweltschutzmaßnahme, bei der nachgeschaltete technische Massnahmen zur Reduzierung von Umweltbelastungen zum Einsatz kommen, wird als «End-of-Pipe»-Lösung («am Ende der Röhre») bezeichnet, da sie Schadstoffe vor dem Eintritt in die Umwelt abfängt.

Gelangen umweltgefährdende Stoffe dennoch in die Umwelt, besteht in gewissen Fällen die Möglichkeit einer Dekontamination. Ob eine solche Maßnahme, wie beispielsweise die Sanierung eines belasteten Standorts, angewandt wird, hängt jedoch häufig von wirtschaftlichen und rechtlichen Erwägungen ab. Da eine Altlastensanierung sehr teuer sein kann, wird manchmal auch bei nachweisbaren Kontaminationen auf eine Sanierung verzichtet. Hinzu kommt, dass sich Umweltbelastungen aufgrund der natürlichen Bewegung ökologischer Kreisläufe<sup>78, 86</sup> oft nicht dort anreichern, wo sie entstanden sind. Ein Beispiel in diesem Zusammenhang sind die Weltmeere als Sammelbecken riesiger Abfallmengen aus Kunststoffteilen und Mikroplastik.

Das Erkennen und Vermeiden von potenziellen Umweltbelastungen im Herstellungsprozess ist Teil einer gut vorbereiteten Ausführungsplanung. Es sollte gemeinsame Aufgabe von Auftraggeber:innen und Planer:innen sein, vor einem Herstellungsprozess abzuklären, wie Abfälle und Schadstoffe, die während der Produktion entstehen, möglichst vermieden werden können.



### Auswirkungen von Stoffen kennen

Im Zusammenhang mit den gesundheitlichen Auswirkungen von Stoffen auf Mensch und Umwelt wird häufig auch von der fachübergreifenden Wissenschaft der Ökotoxikologie gesprochen. Sie befasst sich mit der Gefahrenermittlung auf allen Ebenen der Biologie, vom Molekül bis zur gesamten Biosphäre.<sup>180</sup> Menschen stehen in ständigem Kontakt mit Konsumgütern, die Stoffe enthalten, die über Haut, Augen und Atemwege aufgenommen werden können. Einige dieser Stoffe sind für das Überleben essenziell, andere können den Organismus jedoch kurz- oder langfristig schädigen. Das macht es schwierig, eine generelle Toxizität festzulegen, zumal die Wirkung auch von der Menge abhängt. Generell sollten vorschnelle Kategorisierungen wie «giftig», «ungiftig», «ungesund» oder «gesund» differenzierter betrachtet werden. Er schwerend kommt hinzu, dass als gesundheitsgefährdend eingestufte Stoffe in einigen Ländern verboten sind, in anderen aber legal verwendet werden dürfen. Ein besonders deutliches Beispiel in diesem Zusammenhang ist Asbest. Die vielseitig einsetzbare mineralische Naturfaser ist nachweislich gesundheitsschädlich und dessen Anwendung dennoch in einigen Ländern nicht verboten. Um die eigene Wahrnehmung für das toxische Potenzial eines Stoffes zu schärfen, können folgende Vorgehensweisen bei der Beurteilung hilfreich sein:

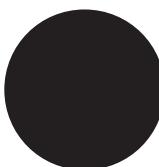
**Aggregatzustände isoliert betrachten** Abbau, Herstellung, Verwendung, Entsorgung und Akkumulationspotenzial (Persistenz) eines Stoffes sind in allen Aggregatzuständen getrennt zu betrachten. Dies bedeutet, dass das gesamte toxische Potenzial eines Stoffes berücksichtigt werden muss und nicht nur der Zustand nach der Verarbeitung. Am Beispiel von Polyurethanschaum (PU/PUR) lässt sich dies anschaulich erklären: PU-Schaum wird weltweit als Dämmstoff und als Matratzenschaum verwendet. Es handelt sich also um ein Material, mit dem Konsument:innen oft und direkt über die Haut in Berührung kommen. Zur Herstellung von PU-Schaum wird Isocyanat verwendet, das in flüssiger Form hochgiftig und ätzend ist. Im aufgeschäumten und gebundenen Zustand stellt Polyurethanschaum jedoch nur ein sehr

geringes Gesundheitsrisiko dar. Es ist daher abzuwegen, inwieweit die gesundheitlichen Gefährdungspotenziale aller Aggregatzustände für Mensch und Umwelt bei der Projektierung zu berücksichtigen sind. Das Wissen darum muss nicht zwangsläufig zum Verzicht auf einen Stoff führen. Die möglichen Risiken müssen jedoch klar mit dem Nutzen abgewogen werden können und gut handhabbar sein. Für Gestalter:innen ist es wichtig, sich der Toxizität eines Stoffes in allen Aggregatzuständen bewusst zu sein. Gegebenenfalls können alternative Stoffe in Betracht gezogen werden. Da Gestalter:innen in der Regel nicht über die notwendigen Fachkenntnisse verfügen, ist im Zweifelsfall eine Einschätzung oder Grundlagenermittlung durch Fachplaner:innen<sup>7S.60</sup> oder NGOs angebracht.

**Produktdatenblatt studieren** In Produktdatenblättern sind üblicherweise Informationen über die Inhaltsstoffe von Materialien zu finden. Es empfiehlt sich, solche Datenblätter anzufordern, zum Beispiel in Form einer EPD (Environmental Product Declaration)<sup>7S.158</sup>. Aber auch hier gilt, dass das Studium ohne Fachkenntnisse oft schwierig ist und entsprechende Fachleute hinzugezogen werden müssen. Eine grobe Abschätzung der Eigenschaften chemischer Stoffe ist über die REACH-Plattform möglich. Die Chemikalienverordnung REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) der Europäischen Union dient dem Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt vor den Risiken durch Chemikalien. Sie ist ein Kontrollorgan und gleichzeitig ein digitales Nachschlagewerk für Chemikalien.<sup>181</sup>

Als universeller Anhaltspunkt, können auch Gütesiegel<sup>7S.154</sup> für schadstofffreie oder schadstoffreduzierte Produkte bürgen. In der EU häufig verwendete Labels sind beispielsweise der Blaue Engel oder das Green-guard-Label. Letzteres wurde entwickelt, um den Gehalt an Chemikalien und anderen Schadstoffen in Innenräumen zu reduzieren und so die Luftqualität zu verbessern.

**Alternativen abwägen** Generell sind Stoffe mit geringerem toxischem Risiko risikobehafteten Stoffen vorzuziehen. Da eine einfache Recherche in diesem Zusammenhang meist wenig aussagekräftige Informationen liefert, kann auch hier der Vergleich durch Ökobilanzen<sup>7S.159</sup> oder EPDs hilfreich sein. Beide ermöglichen einen Material- oder Produktvergleich mit einer verbindlichen Aussage über die Umweltauswirkungen eines Produkts oder Materials.



### Zusatstoffe beachten

Zusatstoffe werden in vielen Herstellungsprozessen eingesetzt. Sie finden sich häufig und fast unbemerkt in Produkten, vergleichbar mit der grauen Energie<sup>7S.172</sup> oder dem virtuellen Wasserverbrauch<sup>7S.185</sup>. Entsprechend anspruchsvoll ist es, die Eigenschaften von Zusatstoffen zu kennen und im Vorfeld zu prüfen, welche für die Herstellung eines Produkts verwendet werden. Zusatstoffe können beispielsweise Lacke, Klebstoffe, Öle, Beschichtungen, Glasfasern oder bestimmte Zusätze in Herstellungs- oder Veredelungsprozessen sein.

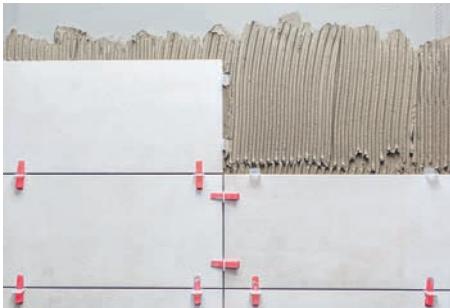
Nur selten werden Designer:innen über die Verwendung von Zusatstoffen informiert, da diese oft selbst von den Hersteller:innenbetrieben unbeachtet bleiben. Hinzu kommt, dass die Herstellung von Produkten ohne Zusatstoffe häufig nicht möglich ist. Zusatstoffe können zum Beispiel verwendet werden, um den Herstellungsprozess zu vereinfachen oder die Materialeigenschaften zu verändern. In jedem Fall ist zu prüfen, ob der Einsatz von Zusatstoffen den Nachhaltigkeitskriterien entspricht, die das Produkt erfüllen soll. So kann zum Beispiel eine Oberflächenbehandlung die Recyclebarkeit von Stoffen erschweren oder sogar verunmöglichen.

Ein weiterer Aspekt, der bei der Verwendung von Zusatstoffen berücksichtigt werden sollte, ist das Gesundheitsrisiko, das beim Herstellungsprozess, beim Transport oder bei der finalen Nutzung entstehen kann. Unter bestimmten Umständen kann ein Zusatstoff aber auch einen positiven ökologischen Effekt haben, beispielsweise indem er die Langlebigkeit<sup>7S.220</sup> eines Materials ermöglicht. Bei komplexen Produkten oder Projekten ist die Vielfalt der eingesetzten Zusatstoffe entsprechend gross. Gestalter:innen können nur Einfluss darauf nehmen, wenn sie dem Herstellungsprozess eine konsequente Recherche und Kontrolle voranstellen. Zusatstoffe lassen sich in folgende vier Kategorien einteilen: integriert, appliziert, angefügt oder prozessrelevant. In Bezug auf ökologische und soziale Aspekte haben sie unterschiedliche Eigenschaften und Konsequenzen:

**Integrierte Zusätze** Dies sind Stoffe, die fest mit dem Haupt- oder Trägermaterial verbunden sind. Sie finden sich in vielen Branchen, vom Bauwesen bis hin zur Kunststoffindustrie. Beispielsweise werden Kunststoffen häufig Glasfasern beigelegt, um die Stabilität zu verbessern. Es sollte jedoch beachtet werden, dass die Zugabe von Glasfasern das Recycling von Kunststoffen wie Polypropylen (PP) oder Polyethylen (PE) erheblich erschwert.

**Applizierte Zusätze** Dies sind Stoffe, die auf ein Grundmaterial aufgebracht werden, um die Gebrauchseigenschaften zu optimieren, das Trägermaterial langlebiger

zu machen oder die Ästhetik zu verändern. Diese Zusatzstoffe in Form von Lacken, Ölen oder aufgeklebten Beschichtungen sind weitverbreitete Applikationen und finden sich auf vielen Materialien. Ein Grossteil der applizierten Stoffe lässt sich zwar wieder vom Grundmaterial trennen, zum Beispiel durch Ablaufen, Abschleifen oder Abschaben der Beschichtungen. In den meisten Fällen ist der Aufwand jedoch gross und kostspielig, sodass die Stoffe je nach Art der Applikation aus wirtschaftlichen Gründen entsorgt und nicht recycelt werden. Zu applizierten Stoffen zählen auch Klebstoffe. Diese lassen sich oft nicht mehr trennen, sodass der gesamte Materialverbund in einer Müllverbrennungsanlage<sup>181,229</sup> entsorgt werden muss.



[114–115]  
Zur Anpassung von Materialeigenschaften oder als Hilfsmittel in industriellen Herstellungsprozessen werden häufig Zusatzstoffe eingesetzt. Ihre Verwendung bleibt dabei oft unbeachtet. Beispielsweise wird beim Verlegen von Fliesen Klebstoff benötigt, um die Fliesen auf dem Trägermaterial zu befestigen, ebenso kommen Distanzhalter aus Kunststoff zum Einsatz, um den Fugenabstand gleichmäßig zu halten (Abb. links). In der Textilindustrie werden Kleidungsstücke häufig mit Chemikalien behandelt, um bestimmte Eigenschaften zu erzielen. Dazu gehören beispielsweise Imprägniermittel, um Kleidung wasserabweisend zu machen, Färbe- und Behandlungsstoffe für spezielle Effekte wie Used-Looks oder Weichmacher, die für ein angenehmeres Tragegefühl sorgen (Abb. rechts). Der Einsatz von Chemikalien kann gesundheitsschädlich sein oder Umweltbelastungen verursachen.



**Angefügte Zusätze** Dies ist eine Bezeichnung für Verbindungs-, Koppel- oder Trennteile, wie beispielsweise eine Schraube oder ein Scharnier. Angefügte Zusätze lassen sich in den meisten Fällen mechanisch leichter trennen als applizierte Zusätze.

**Prozessrelevante Zusätze** Dies sind Stoffe, die den Herstellungs- oder Veredelungsprozess eines Materials oder Rohstoffs erst ermöglichen. Prozessrelevante Zusätze können einem Material auch besondere Eigenschaften verleihen. Beispiele hierfür sind das Brandverhalten oder die Oberflächenbeschaffenheit eines Ausgangsstoffes. Für Gestalter:innen ist es meist schwer, solche verborgenen Zusätze zu erkennen. Bei Unsicherheiten empfiehlt es sich, unabhängige Chemiker:innen, Ingenieur:innen oder entsprechend spezialisierte Umweltplanungsbüros<sup>182,60</sup> hinzuzuziehen.

### Wasserverbrauch reduzieren

Für die Herstellung eines Produkts werden je nach Branche enorme Mengen an Wasser benötigt. Der Wasserverbrauch ist vielfach selbst für die Projektbeteiligten schwer abzuschätzen und wenig sichtbar. In Fachkreisen wird deshalb vom «virtuellen» Wasserverbrauch gesprochen. Der virtuelle Wasserverbrauch kann mithilfe des Wasserfußabdrucks<sup>182</sup> berechnet werden und umfasst die Gesamtmenge an Wasser, die für die Herstellung eines Produkts oder einer Dienstleistung benötigt wird.<sup>183</sup> Beeindruckende Zahlen belegen, warum dem virtuellen Wasserverbrauch mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte. Mehr als 1000 Liter Wasser werden für die Herstellung eines Smartphones verbraucht, mehr als 2000 Liter für die Produktion eines einzigen T-Shirts<sup>184</sup>, über 20 000 Liter für die Herstellung eines Computers<sup>185</sup>. Neben dem sparsamen Umgang mit Ressourcen für Material und Energie ist der sorgsame Umgang mit Wasser ein wichtiger Faktor jeder nachhaltigen Produktion.

Wasser kommt natürlicherweise in allen drei Aggregatzuständen vor: flüssig als Wasser, fest als Eis und gasförmig als Wasserdampf. Wasser ist eine konstante Größe in der Biosphäre und kann trotz seiner Wandelbarkeit global gesehen weder zu- noch abnehmen. Dennoch ist es wichtig, sorgsam mit Wasser umzugehen, denn nur 2,5 Prozent des Wassers auf der Erde ist nutzbares Süßwasser.<sup>186</sup> Süßwasser ist jedoch regional sehr ungleich verteilt, nicht überall und in den ausreichenden Mengen vorhanden und oft auch nicht zugänglich und damit nicht nutzbar. Die ungleiche Verteilung von nutzbarem Wasser kann regional zu einer Übernutzung führen und damit zu Beschaffungswegen mit hohen Anteilen an grauer Energie<sup>182,172</sup>.

Ein weiteres Problem der Wassernutzung ist die Verschmutzung. In vielen Produktionsprozessen wird Wasser zu Abwasser verunreinigt und kann nur mit erheblichem Aufwand gereinigt werden. Verschmutztes Wasser wiederum schädigt Ökosysteme. Zur Bestimmung des «Wasserfußabdrucks»

(Water Footprint) wird Wasser in drei Kategorien unterteilt. Diese geben einen Anhaltspunkt für eine differenzierte Betrachtung der Wassernutzung:<sup>187</sup>

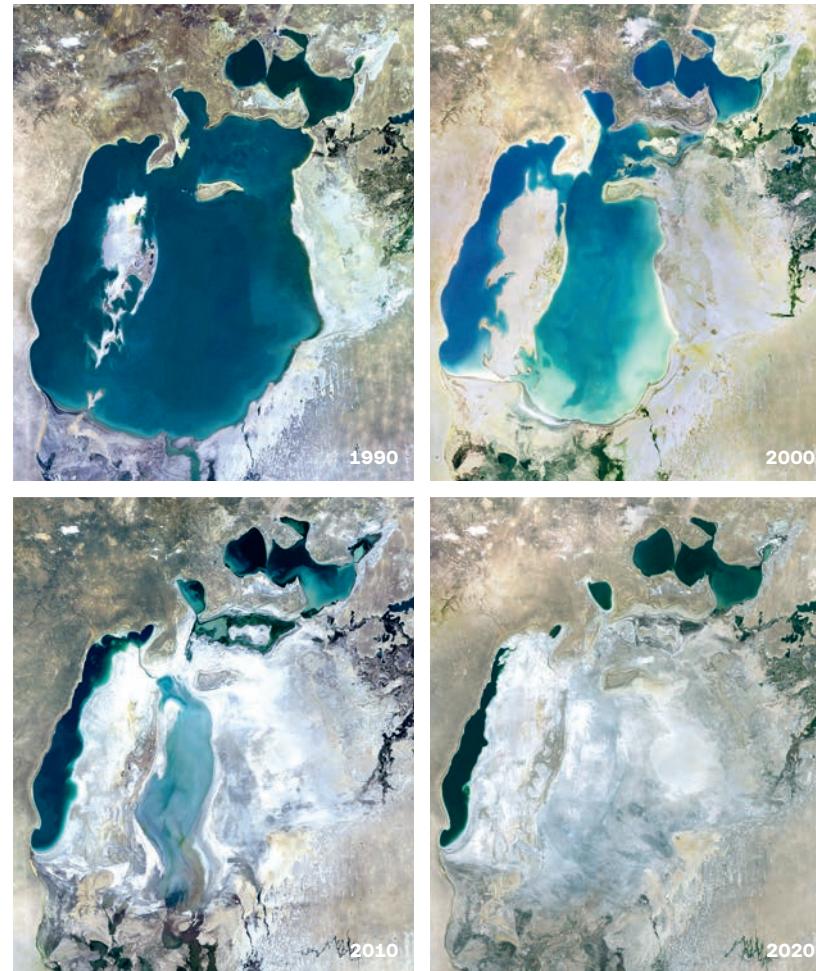
**Grünes Wasser** Damit ist natürlich vorkommendes Wasser wie Regenwasser oder im Boden gespeichertes Wasser gemeint, das zum Beispiel für den Wachstumsprozess von Pflanzen benötigt wird und über die Vegetation verdunstet. Reicht das vorhandene grüne Wasser für die Herstellung eines Rohstoffes nicht aus, muss auf blaues Wasser zurückgegriffen werden.

**Blaues Wasser** Dies bezeichnet eine Form der mechanischen Bewässerung oder Wasserentnahme aus Grund- oder Oberflächengewässern wie Flüssen oder Seen. Es ist die häufigste Form der Wassernutzung für die Produktion unserer Konsumgüter sowie für die Wasserversorgung privater Haushalte.

**Graues Wasser** Formen der Wassernutzung, die das Wasser verunreinigen, werden als graues Wasser bezeichnet. Viele Produktionsprozesse belasten die Wasserqualität, beispielsweise durch die Vermischung mit applizierten Zusatzstoffen<sup>188</sup> wie Ölen, Lacken oder Klebstoffen. Auch bei der künstlichen Bewässerung von Feldern entsteht graues Wasser, das mit Herbiziden oder Pestiziden kontaminiert ist.

Vor dem Hintergrund ungleich verteilter Wasserressourcen sollten Produktionsprozesse und Produktionsstandorte auch unter Berücksichtigung regionaler Gegebenheiten bewertet werden. Der in Produkten enthaltene virtuelle grüne und blaue Wasserexport ist vergleichbar mit dem Export von Rohstoffen und Energie. So zählen Baumwollproduzent:innen und Exportnationen mit grossen Bewässerungsregionen wie Indien oder Pakistan auch zu den grossen Exporteur:innen von blauem Wasser.<sup>189</sup>

Darüber hinaus gilt es, den Wasserverbrauch in den Produktionsprozessen so weit wie möglich zu minimieren. Dies beginnt bereits in der Ausführungsplanung, indem Effizienzansätze<sup>190</sup> für den Wassereinsatz im Design berücksichtigt und umgesetzt werden. So gibt es bereits produzierende Unternehmen, die geschlossene Wasserkreisläufe in Produktionsprozessen etablieren. Mit sogenannten Closed-Loop-Systemen kann Wasser zurückgewonnen und für wiederkehrende Prozesse genutzt werden. Grundsätzlich gilt, dass Produktionsbetriebe das anfallende Grauwasser trennen und reinigen müssen, bevor es zurück in die Ökosysteme gelangt. Mithilfe von End-of-Pipe-Massnahmen, wie beispielsweise Wasseraufbereitungsanlagen, kann das Wasser entweder für weitere Produktionsprozesse wiederverwendet oder in die öffentlichen Abwassersysteme und somit in eine Abwasserreinigungsanlage eingeleitet werden.



[116] Satellitenbilder zeigen das Schrumpfen des Aralsees, der einst zu den vier grössten Binnenseen der Welt zählte. Durch den Ausbau der Baumwollproduktion wurde Wasser in unverhältnismässigem Ausmass aus den Zuflüssen entnommen, was zu einem massiven Rückgang des Seespiegels führte, sodass der See in den letzten Jahrzehnten drastisch kleiner geworden ist. Die erheblichen Umweltschäden, der Verlust der Fischbestände sowie die Salz- und Chemikalienablagerungen haben einen wirtschaftlichen Niedergang der Region zur Folge.

Über den Produktionsprozess hinaus sollte der Wasserbrauch auch in der Nutzungsphase eines Produkts berücksichtigt werden. Viele Produkte benötigen Wasser für ihre Anwendung, Wartung oder Reinigung.

### Soziale Verantwortung

In einer marktwirtschaftlich organisierten Wirtschaft haben Planende und produzierende Unternehmen eine soziale Verantwortung gegenüber den Menschen und Lebewesen, die an einer Produktionskette beteiligt sind oder durch mögliche Emissionen der Produktion in ihrem Lebensraum beeinträchtigt werden. Die rechtlichen Grundvoraussetzungen sind oft unzureichend oder werden bewusst umgangen und führen in Kombination mit Wohlstandsgefällen und Lohnscheren zu problematischen Verhältnissen. Einige Unternehmen nutzen diese Ungleichheit, um ihre Margen und Profite zu maximieren. Das blosse Einhalten staatlicher Gesetze und Normen sollte daher nicht mit fundiertem sozialem Engagement gleichgesetzt

werden. Denn soziales Engagement umfasst auch eine aktive Förderung der sozialen Nachhaltigkeit, die in allen Ländern weiter ausgebaut werden sollte. Soziale Verantwortung lässt sich nicht delegieren. Sie betrifft grosse, international tätige Unternehmen ebenso wie kleine und mittelständische Unternehmen. Alle in einem Prozess involvierten Akteur:innen sind gleichermaßen aufgefordert, ihre soziale Verantwortung im Rahmen ihres Bereichs wahrzunehmen.

Ein Dilemma im Kontext der sozialen Verantwortung zeigt sich im Herstellungsprozess, genauer in der Abwägung zwischen kostengünstiger Produktion und den damit verbundenen sozialen Auswirkungen. Denn einerseits ermöglicht die Produktion in Ländern mit niedrigeren Lohnkosten die Schaffung von Arbeitsplätzen und trägt damit zur wirtschaftlichen Entwicklung bei. Dies kann positive soziale Effekte haben, indem der Zugang zu Beschäftigungsmöglichkeiten verbessert und eine soziale Entwicklung unter anderem in den Bereichen Ausbildung, Kinderbetreuung, Familie, Gemeinschaft und Gesundheit gefördert wird. Andererseits besteht die Gefahr, dass die Arbeitnehmenden nicht an den erwirtschafteten Gewinnen beteiligt werden und nur die Wirtschaftseliten davon profitieren oder das Geld ins Ausland abfließt – was soziale Ungleichheiten verschärfen kann. Zudem sind niedrige Produktionskosten oftmals mit schlechten Arbeitsbedingungen verbunden, wie niedrigen Löhnen, langen Arbeitszeiten und unsicheren Arbeitsverhältnissen, was den grundsätzlichen Prinzipien der sozialen Nachhaltigkeit widerspricht.

Als Orientierung für ein sozial verantwortungsvolles Handeln bieten sich neben den Menschenrechten<sup>189</sup> auch die bereits thematisierten 17 SDGs<sup>190</sup> (Sustainable Development Goals) an, die von den Vereinten Nationen 2016 als Ziel für eine nachhaltige Entwicklung festgelegt wurden. In Bezug auf die soziale Verantwortung in der Herstellung fördert SDG 8 menschenwürdige Arbeit und nachhaltiges Wirtschaftswachstum, während SDG 10 darauf abzielt, Ungleichheiten in und zwischen Ländern zu verringern. Die Themen Wochenarbeitszeit, Chancengleichheit und Mindestlohn sind in länderspezifischen Gesetzen<sup>191</sup> geregelt. Da diese Regelungen stark variieren können, sollten Gestalter:innen die Bestimmungen kennen, die für die Produktionsschritte gelten, an denen sie beteiligt sind. In der Europäischen Union macht die EU-Kommission arbeitsrechtliche Vorschriften in den Bereichen Arbeitszeiten, Teilzeitarbeit und befristete Beschäftigungsverträge sowie bei der Entsendung von Arbeitnehmenden.<sup>192</sup> Trotz Überwachung der Vorschriften kommt es gerade in der Produktion, wenn Gastarbeiter:innen, Saisonarbeiter:innen und Temporärangestellte die Arbeit verrichten, unter den Mitgliedsstaaten immer wieder zu Verletzungen dieses Arbeitsrechts.

Ein weiterer Indikator für sozial nachhaltiges Handeln ist das mögliche CSR-Engagement<sup>193</sup> (Corporate Social Responsibility)<sup>194</sup> von Hersteller:innen, das die jeweiligen freiwilligen Aktivitäten der Unternehmen hinsichtlich einer sozial nachhaltigen Entwicklung aufzeigt. Soziale Faktoren können dabei anhand verschiedener Parameter beurteilt werden. Die Auftraggebenden und Auftragnehmenden sollten klar definieren, welche Ziele sie in Bezug auf soziale Verantwortung in den Bereichen Geschäftstätigkeit (Markt), Mitarbeitende (Arbeitsplatz), Anspruchsgruppen (Stakeholder:innen<sup>195</sup>) und bei ökologisch relevanten Themen (Umwelt) verfolgen.

Weiter gilt es, Normen<sup>196</sup> und Gütesiegel<sup>197</sup> in Bezug auf Umwelt- und Sozialstandards und deren Einhaltung bei den Unternehmen abzufragen. Eine relevante Norm in diesem Zusammenhang ist beispielsweise der nicht auditpflichtige Leitfaden ISO-26000 für soziale Verantwortung oder der GRI-Standard für Berichterstattungen<sup>198</sup>. Branchenspezifische Gütesiegel hingegen, die soziale Aspekte im Speziellen beinhalten, sind zum Beispiel Fairtrade, Fairwear, Claro, Geprüfte Sicherheit, Hand in Hand, GOTS oder Made in Green. Es gilt herauszufinden, welche Gütesiegel für das jeweilige Projekt geeignet sind. Eine gute Möglichkeit, sich einen Überblick über Labels und deren Bewertung zu verschaffen, sind unabhängige Plattformen, die Gütesiegel miteinander vergleichen.<sup>199</sup>

In der Praxis lässt sich oft nicht eindeutig beurteilen, ob die geforderten und von den Hersteller:innen bestätigten Vorgaben eingehalten werden. Hier können NGOs<sup>200</sup> (Nichtregierungsorganisationen) wie zum Beispiel Amnesty International<sup>201</sup>, Public Eye<sup>202</sup> oder Human Rights Watch<sup>203</sup> helfen. In ihren regelmässigen Berichten zeigen sie auf, wo und von wem die Menschenrechte und Umweltstandards verletzt werden. Für eine Zusammenarbeit mit Hersteller:innen- oder Lieferfirmen lohnt es sich zudem, das Unternehmen und die dahinterstehenden Menschen in der Produktionsstätte zu besuchen. Durch den persönlichen Eindruck vor Ort, in Gesprächen mit den Inhaber:innen und den Mitarbeitenden wird erkennbar, ob soziale Kriterien angewandt werden. Als Grundlage für eine sozial nachhaltige Produktion werden im Folgenden sechs Punkte näher betrachtet:

**Anstellung** Arbeitsverträge sind wichtige Instrumente, um soziale Bedingungen und Rechtssicherheit für Arbeitnehmende festzuhalten. Neben der Entlohnung müssen darin Angaben zu Arbeitszeiten, Urlaub, Pausen, Kündigungsfristen und Sozialleistungen gemacht werden. Diese Punkte sind wichtig, um Abhängigkeiten von der arbeitgebenden Person oder dem Unternehmen zu verringern und rechtliche Grundlagen zu schaffen, die von den Arbeitnehmenden auch eingefordert werden können. In



[117–118]  
Wo Menschen arbeiten, müssen Aspekte wie Sicherheit, Gesundheit, Arbeitszeit und Gleichstellung geregelt werden. Soziale Verantwortung betrifft grosse, international tätige Unternehmen ebenso wie kleine und mittelständische Unternehmen. Die soziale Verantwortung ist nicht nur in Ländern mit niedrigeren Lohnkosten und in Kombination mit Wohlstandsgefallen eine Herausforderung, sondern betrifft genauso die Arbeitsbedingungen in Wohlstandsnationen. Auf den Bildern sind Näherinnen in einer kambodschanischen Textilfabrik zu sehen, die Bekleidungsstücke für namhafte internationale Unternehmen fertigen (Abb. oben), sowie ein Angestellter eines Paketlieferdienstes (Abb. unten), einer Branche, die regelmässig wegen prekärer Arbeitsbedingungen Schlagzeilen macht.

der Regel enthalten Arbeitsverträge oder Anstellungsreglemente Lohnstufenmodelle, allfällige berufliche Entwicklungsmöglichkeiten oder Angaben zum Umgang mit krankheitsbedingten Abwesenheiten, Arbeitsbedingungen bei Familienpflichten sowie Pensions- und Vorsorgemöglichkeiten.

**Arbeitsplatz** Wo Menschen arbeiten, müssen Aspekte wie Sicherheit, Gesundheit, Arbeitszeit und Erholung geregelt werden. Die Arbeitsbedingungen dürfen die Gesundheit der Arbeitnehmenden auch langfristig nicht gefährden. Möglichen Überbelastungen des Körpers ist durch die ergonomische Gestaltung des Arbeitsplatzes entgegenzuwirken. Tätigkeit und Dauer sind so zu gestalten, dass eine Überbeanspruchung vermieden und die Erholung durch Pausen gewährleistet wird. In allen Industrieländern gibt es solche arbeitsrechtlichen Regelungen und Sicherheitsstandards, die jedoch unterschiedlich ausgeprägt sind. Diese Bedingungen können in der Praxis durch direkten Augenschein ohne grossen Aufwand eingesehen und überprüft werden.

**Diskriminierung** Das Völkerrecht gibt vor, dass alle Menschen die gleichen Entwicklungsmöglichkeiten haben sollten. Das bedeutet, dass Diskriminierung in jeder Form bekämpft und Chancengleichheit<sup>7S.61</sup> für alle gewährleistet werden muss. Das Bestehen anonymer Anlaufstellen in Unternehmen ist daher ein wichtiges Zeichen, dass ein Unternehmen diese Verantwortung wahrnimmt.

**Gleichstellung** Die Gleichstellung aller Geschlechter sowie das Vorgehen gegen sexuelle Belästigung sind wesentliche Elemente der sozialen Nachhaltigkeit. Das Durchführen von Sensibilisierungskampagnen, die aktive und sichtbare Förderung einer Gleichstellungskultur und ein Engagement, das über gesetzliche Regelungen hinausgeht, sind Indikatoren dafür, dass soziale Nachhaltigkeit in diesem Bereich einen hohen Stellenwert hat.

**Bildung** Die Förderung von Aus- und Weiterbildungen sowie die Sicherung von Entwicklungs- und Karrierechancen in Unternehmen sind wichtige Grundlagen der Wissensproduktion und damit der sozialen Nachhaltigkeit, die in Industrieländern mit der Berufsausbildung eine lange Tradition hat und ständig weiterentwickelt wird.

**Entlohnung und Armutsbekämpfung** Eine gerechte Entlohnung, die sich an den Gewinnen der Wertschöpfungskette<sup>7S.126</sup> orientiert, ist ein wichtiger Aspekt sozialer Nachhaltigkeit. Die Wertschöpfungskette umfasst alle Stufen von der Rohstoffgewinnung bis zum Endprodukt und es ist entscheidend, dass alle Beteiligten fair entlohnt werden. Die Armutsbekämpfung richtet sich vor allem an

Schwellen- und Entwicklungsländer. Dafür sind Löhne notwendig, die über dem Existenzminimum liegen und einen angemessenen Lebensstandard ermöglichen. Entscheidend ist dabei der Unterschied zwischen «Minimum Wage» und «Living Wage». Während der Mindestlohn oft nicht ausreicht, um ein Leben in Würde zu gewährleisten, zielt der Living Wage darauf ab, alle notwendigen Lebenshaltungskosten einschliesslich unerwarteter Ausgaben wie Gesundheitskosten zu decken. In den Industrieländern muss darauf geachtet werden, dass die Unternehmen ihren Verpflichtungen nachkommen und ihren Beitrag zu den verschiedenen bestehenden Sozialversicherungssystemen leisten, damit Beschäftigte im Alter nicht in Armut geraten.

### Globale und lokale Herstellung

Globalisierung bezeichnet die Herausbildung weltweiter Märkte für Güter, Kapital und Dienstleistungen sowie die damit verbundene internationale Verflechtung der Volkswirtschaften. Moderne Kommunikations-, Informations- und Transporttechnologien sowie hoch spezialisierte Produktionsverfahren fördern die Globalisierung der Märkte, die durch den internationalen Abbau von Handelsschranken (Marktliberalisierung) weiter vorangetrieben wird. Hinzu kommen aber auch strukturelle Unterschiede zwischen den einzelnen Nationen, wie beispielsweise grosse Lohnunterschiede und andere arbeits- oder umweltrechtliche Regelungen<sup>7S.214</sup>. Diese unterschiedlichen Rahmenbedingungen können von Unternehmen gezielt genutzt werden, um die für sie günstigsten Produktionsstandorte und Absatzmärkte auszuwählen und ihre Aktivitäten weltweit zu koordinieren. Durch die globale Verflechtung der Wertschöpfungsketten<sup>7S.126</sup> stecken daher in fast jedem Produkt unsichtbare komplexe, weit verzweigte und fragmentierte Herstellungsprozesse. Ein technisch komplexes Produkt wie zum Beispiel ein Computer basiert auf global vernetzten Strukturen, da es aus einer Fülle von Materialien und Komponenten besteht und hochspezialisierte Fertigungsprozesse einer Vielzahl von Unternehmen erfordert. Im Gegensatz dazu folgt ein vergleichsweise überschaubares Produkt wie ein Holzstuhl einer grundsätzlich anderen Produktionslogik. Der Stuhl besteht aus wenigen Materialien, die benötigten Fertigungsprozesse sind überschaubar und das Produkt erfüllt weniger komplexe Anforderungen an seine Funktion. Im Gegensatz zum Computer kann er problemlos in einer lokalen Manufaktur hergestellt werden. Im Zuge der Globalisierung ist diese Logik jedoch ins Wanken geraten, denn in einer weltweit liberalisierten Wirtschaft wird auch ein Holzstuhl längst nicht mehr nur lokal, sondern fernab seines Bestimmungsmarktes hergestellt.

Aus Nachhaltigkeitssicht sind immer mehrere Faktoren für die Beurteilung der Nachhaltigkeit eines Produkts ausschlaggebend, sodass auch bei den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für die Herstellung verschiedene Faktoren gegeneinander abgewogen werden müssen. Ob ein Produkt aus sozio-ökonomischen Gründen lokal hergestellt werden kann oder aus produktionstechnischen Gründen auf globale Lieferketten und Arbeitsteilung zurückgegriffen werden muss, ist eine Frage der Verhältnismässigkeit. Diese entscheidende Frage nach der Verhältnismässigkeit stellt sich in der heutigen globalisierten Wirtschaft immer häufiger, wenn Massenprodukte zu niedrigen Preisen mit enormem logistischem Aufwand rund um den Globus transportiert werden. Produktionsaspekte von globaler und lokaler Produktion lassen sich im Hinblick auf das Thema Nachhaltigkeit wie folgt vergleichen:

**Global** Der globale Ansatz eröffnet ein weites Feld an Produktions- und damit Gestaltungsmöglichkeiten. Eine globale Produktion bietet den Zugang zu einer Vielzahl von Technologien<sup>7S.70</sup>, Ressourcen und einer grossen Bandbreite von Preisangeboten. Durch die Verlagerung der Produktion in ein Land mit einem höheren Lohngefälle können Produkte oft deutlich kostengünstiger hergestellt werden. Darüber hinaus ermöglichen global diversifizierte Lieferketten eine effiziente Abstimmung von Arbeitsschritten, was zu einer Optimierung des gesamten Produktionsprozesses führen kann. Auch bei der Beschaffung von Rohstoffen und Energie sind globale Strukturen von Vorteil, da viele Rohstoffe und gewisse Energieträger nur in bestimmten Regionen der Welt verfügbar sind. Niedrige Umwelt-, Sicherheits- und Arbeitsstandards<sup>7S.187</sup> sind jedoch in einigen Ländern der Grund für geringere Produktionskosten und stehen im Widerspruch zu sozialen oder ökologischen Nachhaltigkeitsanforderungen. Globalisierte Produktionsprozesse erfordern zudem einen enormen logistischen Aufwand und tragen damit wesentlich zur globalen Klimaerwärmung und Umweltbelastung bei. Risiken liegen in der Aufrechterhaltung einer gleichbleibenden Produktionsqualität, möglichen Wechselkursschwankungen und kurzfristigen Preisänderungen für Material und Logistik. Zudem ist das Produktdesign weniger an spezifische Kundenwünsche adaptierbar und eine kurzfristig angepasste Produktion oft nicht möglich. Generell profitieren daher eher Massenprodukte von der Globalisierung.

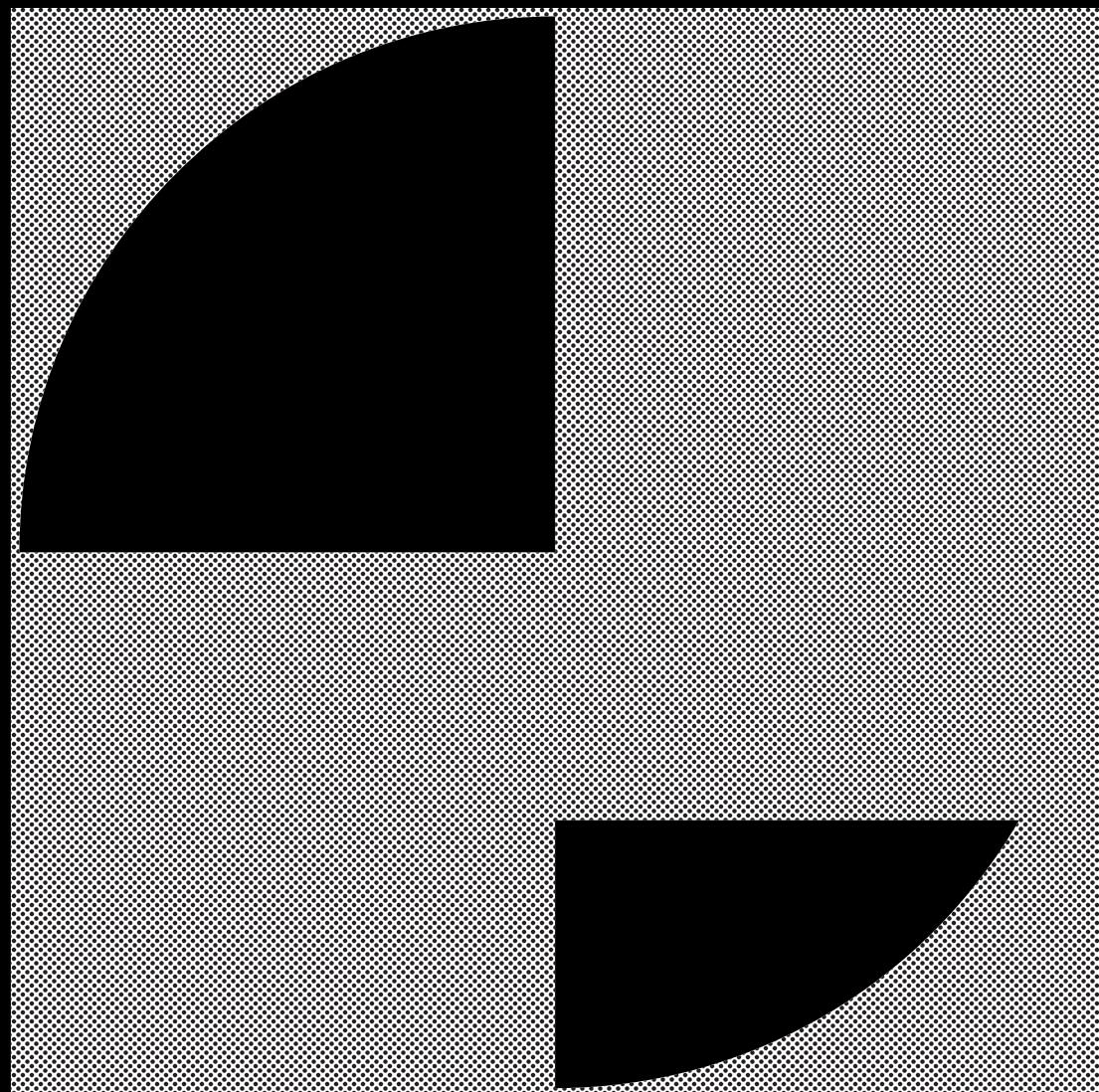
**Lokal** Eine lokale Produktion bietet aus Nachhaltigkeitssicht viele Vorteile, insbesondere hinsichtlich der Transparenz und Nachvollziehbarkeit von Wertschöpfungsketten. So lassen sich die Arbeitsbedingungen vor Ort

viel besser überprüfen, wenn die Wege kurz und die rechtlichen Rahmenbedingungen und kulturellen Ge pflogenheiten bekannt sind. Auch persönliche Beziehun gen zwischen Produktionspartner:innen können durch Betriebsbesuche niedrigschwellig gepflegt und vertieft werden, was Vertrauen schafft und Verantwortungsbe wusstsein stärkt. Zudem sind lokale Unternehmen in der sie umgebenden Öffentlichkeit bekannt und sich ihrer Bedeutung für die Region eher bewusst. Lokale Lieferket ten sind zudem weniger komplex als globale und daher leichter zu kontrollieren. Sie sind flexibler bei kunden spezifischen Anpassungen und können ohne grosse Dis tributionsinfrastruktur bedarfsgerecht «just in time» produzieren. Auch bei Energie- und Rohstofffragen bie ten lokale Lösungen viele Vorteile. Zum einen, weil die Versorgung mit regionalen Rohstoffen weniger Energie aufwand durch kürzere Transportwege verursacht und Synergien mit umliegenden Industrien oder kommunalen Infrastrukturen genutzt werden können. Zum anderen können erneuerbare Energiequellen<sup>173</sup> leichter ausgewählt werden. Zudem fallen Abfälle<sup>179</sup> und mög liche Schadstoffe dort an, wo sie entstehen. Umweltbel astungen und Arbeitsbedingungen werden durch die lokale Produktion sichtbar und schärfen das allgemeine Bewusstsein im Umgang mit Ressourcen. Die Konzen tration auf lokale Ressourcen und Unternehmen kann zwar die Anzahl möglicher Designlösungen einschränken, bietet aber den Vorteil authentischer Produkte mit einer persönlicheren Geschichte. Das Konzept der lokalen Ökonomie steht im Gegensatz zum Trend der Globalisierung. Es soll der Entfremdung der Gesellschaft und der Ausbeutung der Umwelt durch die Anonymisierung globalisierter Produktionsprozesse und damit der Aus lagerung von Verantwortung entgegenwirken. Durch die Zusammenführung von Produktion und Konsum an ei nem Ort entsteht eine kulturelle Identifikation, die die lokale Gemeinschaft stärkt. Durch Überschaubarkeit, Verantwortungsbewusstsein, persönliche Bezüge und kurze Wege sollen ökonomische und soziale Sicherheit sowie eine ressourcenschonende Wirtschaftsweise ent stehen. Ein konkretes Modell hierfür ist die Gemeinwohl ökonomie<sup>197</sup>.

**Think global, act local** In der Praxis lassen sich lokale und globale Aspekte der Produktion selten klar voneinander trennen, zu unübersichtlich ist die Verflechtung der Industrie in globale Prozesse. So sind auch vermeintlich lokal hergestellte Produkte oft von globalen Wertschöpfungsketten abhängig, oder Produkte werden nur noch

am heimischen Unternehmensstandort endmontiert, um sich das Prädikat «lokal» sichern zu können. «Lokal» ist dabei meist nur im Sinne des Produktionsstandortes zu verstehen – die Herkunft der Ressourcen oder die Fertigungstechnologie beruhen häufig auf globalen Zusam menhängen, denn viele Rohstoffe wie Aluminium, Stahl oder Kunststoffe sind das Ergebnis weltweit verfloch tener Produktionsprozesse. Im Sinne der Nachhaltigkeit kann es durchaus sinnvoll sein, ein Produkt primär von seinen lokalen Produktionsmöglichkeiten her zu denken, um einerseits die Transportwege kurz zu halten und andererseits die Transparenz des Produktionsprozesses zu erleichtern. Natürlich spielen dabei auch andere Nach haltigkeitsaspekte wie die geeignete Materialwahl, die Kreislauffähigkeit und die Verhältnismässigkeit<sup>180</sup> der gestalterischen Ambition eine wichtige Rolle. Gleichzeitig bietet die Verknüpfung lokaler und globaler Perspek tiven auch Chancen. Ein bekanntes Leitmotiv aus der Agenda 21, dem entwicklungs- und umweltpolitischen Aktionsprogramm der UNO für ein neues, nachhaltiges Modell der Globalisierung, lautet «Think global, act local»<sup>198</sup>. Demnach sollte man sich immer der globalen Auswirkungen seines Handelns bewusst sein, aber bereits im eigenen Umfeld kann viel bewirkt werden.

# Ausführung



4

Formen der  
Nachweiserbringung  
S. 201

Formen der  
Kontrolle  
S. 202

Potenzial der  
Dokumentation  
S. 206

Digitaler  
Produktpass – DPP  
S. 209

Konsequenzen  
bei Zu widerhandlung  
S. 204

• Produkte und  
Materialien  
deklarieren  
S. 207

**Das entwickelte Projekt bzw. die geplanten Produkte werden in der Ausführungs- und Produktionsphase gefertigt, geliefert und gegebenenfalls verbaut. Neben der Terminplanung steht die Qualitäts- und Kostenkontrolle im Vordergrund. Auch die Einhaltung der ökologischen und sozialen Nachhaltigkeitskriterien, die in den vorangegangenen Schritten festgelegt wurden, rücken nun in den Fokus. Die Kontrolle der definierten Nachhaltigkeitsanforderungen stellt in dieser Projektphase sicher, dass die in der Ausschreibung oder Bestellung formulierten Rahmenbedingungen eingehalten werden. Hierzu ist der Austausch mit Produzent:innen, Händler:innen oder externen Kontrollinstanzen ebenso notwendig wie eine klare Kommunikation und präzise gewählte Zeitpunkte der Kontrollen.**

**Die Ausführungsphase ist zudem der geeignete Zeitpunkt, um Produktinformationen aufzubereiten und möglichst dauerhaft verfügbar zu machen. Eine Materialdeklaration, eine aussagekräftige Dokumentation und ein digitaler Produktpass sind mögliche Formen, um die Voraussetzungen für den Verbleib der eingesetzten Materialien im Stoffkreislauf zu gewährleisten.**

# Kontrolle

Um sicherzustellen, dass die in den Ausschreibungsunterlagen oder in einem Vertrag definierten Nachhaltigkeitsanforderungen erfüllt werden, muss der/die Auftraggebende die entsprechenden Nachweise von der ausführenden Person oder dem beauftragten Unternehmen während des Produktionsprozesses oder nach Abschluss des Auftrags einfordern. Die Angabe der Nachweisform und die Art der Kontrolle sind wichtige Bestandteile der Definition von Nachhaltigkeitsanforderungen. Sie werden bei der Beschaffung bzw. Ausschreibung<sup>7S.163</sup> festgelegt und deren realistische Einhaltung wird gemeinsam formuliert. Die Einhaltung dieser Nachweise ist von der beschaffenden oder auftraggebenden Seite zwingend auf ihre Einhaltung zu überprüfen. Dazu gehört beispielsweise auch die Überprüfung der Aktualität angewandter Normen<sup>7S.49</sup>, Gütesiegel<sup>7S.154</sup> oder Gesetze<sup>7S.214</sup>. Grundsätzlich wird zwischen der Einhaltung gesetzlicher Anforderungen und weitergehenden, vertraglich vereinbarten Anforderungen unterschieden. Die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben ist eine Selbstverständlichkeit und kein gesondert zu erfüllendes Kriterium eines Auftrags. Darüber hinaus sind die weiteren Rahmenbedingungen, zu denen auch viele Nachhaltigkeitsanforderungen zählen, vertraglich zu vereinbaren und von Anbieter:innenseite zu belegen. Auch der Zeitpunkt und die Form von Kontrollen sollten bereits bei der Ausschreibung bzw. Beschaffung festgelegt werden. Von den Lieferanten kann gefordert werden, dass sie Überprüfungen und/oder Audits zulassen. Dies schafft Transparenz über den zu erwartenden Aufwand, denn ein Nachweis kann im Rahmen der Kontrolle durchaus zeit- und kostenintensiv sein. Solche Forderungen signalisieren jedoch auch, dass die Umsetzung ökologischer oder sozialer Massnahmen wichtig ist und entsprechend ernst genommen werden muss. Da die festgelegten Kriterien während der gesamten Vertragslaufzeit einzuhalten sind, ist eine Zwischenprüfung sinnvoll.

## Formen der Nachweiserbringung

Der oder die Beschaffer:in hat in den Beschaffungsunterlagen anzugeben, in welcher Form die Anbietenden Nachweise zu erbringen haben. Basis hierfür sind in der Regel Dokumente wie Zertifikate, Beschreibungen oder Berichte. Wenn Anbietende die Einhaltung der Anforderungen mit einer anderen, für sie besser geeigneten Nachweisform belegen möchten, sollte ihnen dies grundsätzlich ermöglicht werden. Dann ist allerdings darzulegen, dass die Kriterien mit diesem Nachweis effektiv erfüllt werden. Zur Nachweiserbringung stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, die auch miteinander kombiniert werden können:

**Nachweis mit einem Auditbericht** Als Nachweis für bestimmte Nachhaltigkeitsanforderungen kann ein:e Lieferant:in dem Auftrag einen Auditbericht beilegen. Ein Audit ist eine Kontrolle durch ein unabhängiges Unternehmen und stellt sicher, dass die definierten Anforderungen eingehalten werden. Beispielsweise kann die Einhaltung der Anforderungen bezüglich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im Textilbereich durch einen Auditbericht der NGO Fair Wear Foundation<sup>199</sup> nachgewiesen werden. Aber auch Anbietende, die noch nicht über ein entsprechendes Audit verfügen, kann eine Möglichkeit zur Angebotserfüllung gegeben werden. So kann der/die Beschaffer:in die Bestätigung für eine spätere Durchführung eines Audits als Nachweis anerkennen. Im beschriebenen Beispiel würde es also genügen, wenn ein:e Anbieter:in im Angebot bestätigt, dass die Produktionsstätten einem Audit zu einem späteren Zeitpunkt zustimmen. In diesem Fall ist in den Beschaffungsunterlagen das Vorgehen des Audits klar zu definieren: Wird das Audit von einer unabhängigen Drittpartei oder von den Beschaffenden selbst durchgeführt? Was genau wird überprüft? Wie viel Zeit haben Lieferfirmen von der Ankündigung bis zum Kontrollbesuch? Was geschieht, wenn das Audit mangelhaft ausfällt, die Erfüllung der Anforderungen also nicht in ausreichendem Masse bestätigt werden kann? Zudem gilt es festzulegen, welche Partei – Anbieter:in oder Beschaffer:in – für die Nachweiserbringung finanziell aufkommt. Gerade für ein Audit können hohe Kosten anfallen, die eventuell auch von den Auftraggebenden mitgetragen werden müssen, um auch kleineren Unternehmen eine Angebotsabgabe zu ermöglichen.

**Nachweis mit Gütesiegeln oder Zertifikaten** Der Nachweis zur Anforderungserfüllung kann auch über Gütesiegel oder Zertifikate<sup>7S.154</sup> erfolgen. So kann bei der Beschaffung von Holzprodukten beispielsweise das Gütesiegel FSC<sup>200</sup> (Forest Stewardship Council) oder das

europäische Zertifikat PEFC<sup>201</sup> (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) als Nachweis für eine ressourcenschonende Lieferkette akzeptiert werden. Im IT-Bereich wiederum würde je nach konkretem Beschaffungsgegenstand beispielsweise das Zertifikat TCO Certified<sup>202</sup> oder ein Cradle-to-Cradle-Zertifikat eine langlebige<sup>78.220</sup>, modulare Bauweise<sup>78.140</sup> der Geräte belegen. Solche Zertifikate unterliegen klar definierten Kontrollmechanismen. Meist werden die Lizenznehmenden in regelmässigen Abständen durch unabhängige Prüfinstanzen (z. B. ISO, TÜV oder GS) oder unabhängige, vereidigte Sachverständige geprüft. Andere Prüfinstanzen wie TCO Certified begleiten bereits die Produktentwicklung und zertifizieren dann den entsprechenden Gerätetyp.

**Nachweis mit Normen** Ein Unternehmen kann sich bei der Herstellung seiner Produkte an den Anforderungen von Normen<sup>78.49</sup> orientieren. Für Anbietende reicht die Einhaltung der Norm als Nachweis zur Erfüllung gewisser Nachhaltigkeitsanforderungen. Bei aktueller und gültiger Laufzeit einer Norm garantiert der oder die Lizenzgebende für die Einhaltung der Anforderungen. Werden weitere Informationen verlangt, zum Beispiel über die eingesetzten Materialien, können Anbietende diese Transparenz beispielsweise mit einem Produktdatenblatt oder einer Umweltproduktdeklaration EPD<sup>78.158</sup> (Environmental Product Declaration) ergänzend nachweisen.

**Nachweis mit einer schriftlichen Bestätigung** Diese Form der Nachweisführung kann insbesondere bei qualitativ formulierten Anforderungen eingesetzt werden, also speziell für Anforderungen, die weder durch Normen noch durch Gütezeichen abgedeckt werden können. So kann beispielsweise die Bereitschaft für ein Rücknahmekonzept der angebotenen Produkte nach Gebrauchsende von den Anbietenden schriftlich bestätigt werden. Diese Nachweisform ist bei Beschaffungsstellen üblich und kann als vorläufiger Ersatz für einen umfassenden, aufwendigen Nachweis genutzt werden. Im Beschaffungsprozess wird lediglich die schriftliche Bestätigung abgefragt. Wichtig ist, dass auch die schriftlich bestätigten Anforderungen in den Vertrag integriert werden.

### Formen der Kontrolle

Die Anbietenden belegen das Erfüllen der Anforderungen mittels verschiedener Nachweise, wie zuvor ausgeführt wurde. Die beschaffende Stelle darf von der Korrektheit der Nachweise ausgehen, sollte diese aber dennoch stichprobenartig

kontrollieren. Dementsprechend muss auch die Form der Kontrolle in den Beschaffungsunterlagen erwähnt und beschrieben sein. Abhängig davon, welche Form der Nachweis hat, sieht auch die Kontrolle entsprechend unterschiedlich aus:

**Kontrolle mit einem Audit** Wird von Anbieter:innenseite ein Bericht über ein bereits durchgeföhrtes Audit vorgelegt, prüft der/die Beschaffer:in dessen Gültigkeit und ob er von einer unabhängigen, anerkannten Drittpartei ausgeführt wurde. Sofern bei Angebotsabgabe noch kein Auditbericht beigelegt ist, sondern vorerst nur die Bereitschaft zur Durchführung des Audits erklärt wird, kann von der Option eines Kontrollbesuchs Gebrauch gemacht werden. Ein Audit kann selbst durchgeföhr oder bei einer offiziellen, unabhängigen Drittpartei in Auftrag gegeben werden.

**Kontrolle von Gütesiegeln oder Zertifikaten** Gütesiegel sowie Zertifikate müssen in regelmässigen Abständen auf ihre Gültigkeit hin überprüft werden. Sobald festgestellt wird, dass die Gültigkeit eines Zertifikats abläuft, ist bei der Lieferfirma ein aktuelles Zertifikat anzufordern. Besondere Aufmerksamkeit ist geboten, wenn ein Rahmenvertrag besteht, der über mehrere Jahre Gültigkeit hat und der beschaffenden Stelle die Möglichkeit gibt, während der Vertragslaufzeit mehrmals Produkte von dem/der Anbieter:in zu beziehen. In diesem Fall muss bereits bei der Formulierung des Nachweises daran gedacht werden, stets die aktuelle Version des Gütesiegels oder Zertifikats einzufordern. Die Rückverfolgbarkeit von Gütezeichen und Zertifikaten wird in der Regel durch eine COC (Chain of Custody) gewährleistet. Diese «Kette der Nachvollziehbarkeit» gibt mit einem auf dem Produkt oder Material angebrachten Code Auskunft über die beteiligten Unternehmen und Lizenzhalter:innen.

**Kontrolle von Normen** Diese Form des Nachweises ist für Auftraggebende praktikabel, da die Kontrolle einer Norm gewissermassen «ausgelagert» werden kann. Die Kontrolle der Normen erfolgt wie bei den prüfpflichtigen Zertifikaten durch Audits einer unabhängigen externen Instanz. Bei der Kontrolle einer ISO-Norm überprüft beispielsweise die International Standard Organization selbst, ob ein Unternehmen die Anforderungen einhält, welche deren Norm an seine Produkte stellt.

**Kontrolle der schriftlichen Bestätigung** Der/die Beschaffer:in hat die Möglichkeit, terminierte Kontrollen vorzunehmen oder auch stichprobenartige und unangekündigte Kontrollbesuche durchzuführen. Diese Form der Kontrolle beschreibt eine abgeschwächte Form eines Audits. Der Prozess verläuft weniger formell und resultiert nicht

in einem offiziell anerkannten Auditbericht, sondern in den meisten Fällen in einer schriftlichen Bestätigung der überprüften Einhaltung der Anforderungen seitens der Auftraggebenden. Ein:e Beschaffer:in kann beispielsweise einen Hersteller:innenbetrieb besuchen, um zu überprüfen, ob die von den Kund:innen zurückgenommenen Produkte dort tatsächlich für die Wiederverwendung aufbereitet werden.

Sofern Anbietende mit Subunternehmen und Lieferfirmen zusammenarbeiten, sind sie auch für deren Leistungen verantwortlich. In den Beschaffungsunterlagen muss daher schriftlich festgehalten werden, dass Dritte, die von Anbieter:innenseite zur Vertragserfüllung hinzugezogen werden, die definierten Anforderungen ebenso einhalten müssen. Idealerweise finden Kontrollen bereits vor dem Beginn der Produktion statt. Zu diesem Zeitpunkt sind die zu verarbeitenden Materialien in der Regel noch nicht bestellt und eventuelle Anpassungen in der Lieferkette noch möglich. Weitere Kontrollen während der laufenden Produktion haben den Vorteil, dass die Rohstoffquellen identifiziert und damit überprüft werden können – zum Beispiel durch Einsicht in die zu diesem Zeitpunkt getätigten Materialbestellungen. Diese geben in der Regel zuverlässigere Informationen über die Herkunft und den Qualitätsstandard der bestellten Rohstoffe als Produktdatenblätter. Möchten Auftraggebende von dieser Möglichkeit Gebrauch machen, muss im Vertrag festgehalten werden, wann welcher Einblick zu gewähren ist.

### Konsequenzen bei Zuwiderhandlung

Es ist möglich, dass Beschaffende bereits vor der Auftragsvergabe in einer Überprüfung von Anbietenden ungenügende Resultate erhalten. Aber auch bei einer Kontrolle während der Vertragslaufzeit kann festgestellt werden, dass Auftragnehmende die Anforderungen im Rahmen der Angebotsabgabe zwar bestätigt, aber nicht erfüllt haben. In diesem Fall muss die auftraggebende Seite aktiv werden und eine Anpassung einfordern, damit die Anforderungen im zugesicherten Umfang eingehalten werden.

Gerade wenn es um das Einfordern von Nachbesserungen geht, ist ein partnerschaftliches Verhältnis in der Zusammenarbeit zwischen Auftragnehmer:in und Auftraggeber:in wichtig. Grundsätzlich sind Auftragnehmende dazu verpflichtet, die im Vertrag definierte Leistung zu erbringen. Wenn das Verhältnis zwischen beiden Seiten partnerschaftlich ist, das heißt ein gewisser Spielraum in der Leistungserbringung eingeräumt wird, sind Auftragnehmende meist auch motivierter mitzudenken und proaktiv innovative Vorschläge und Verbesserungsideen

einzu bringen, die letztlich allen zugutekommen. Vor dem Hintergrund eines solchen partnerschaftlichen Verständnisses sieht der Prozess bei Zuwiderhandlungen oder Unzulänglichkeiten folgende mögliche Schritte vor:

- Die Mängel werden dem/der Auftragnehmer:in gemeldet, es wird eine detaillierte Problembeschreibung beigelegt.
- Gemeinsam werden Massnahmen festgelegt, um die Mängel zu beheben. Das umfasst sowohl Sofortmassnahmen als auch solche, die in der Umsetzung mehr Zeit brauchen, dafür die Mängel aber nachhaltig beheben. Die Parteien vereinbaren zudem, in welchem Zeitraum Auftragnehmende diese Massnahmen umsetzen müssen.
- Sofern Auftragnehmende die vereinbarten Massnahmen nicht umsetzen, spricht die beschaffende Stelle eine Mängelrüge aus.
- Sofern auf diese Mängelrüge nicht umfassend reagiert und die Mängel nicht behoben werden, zieht die auftraggebende Seite juristische Unterstützung hinzu.
- Mit juristischer Unterstützung versuchen die Parteien sich aussergerichtlich zu einigen, um die Mängel doch noch zu beheben und ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erzielen.
- Wenn keine Einigung erzielt wird, kann ein gerichtliches Verfahren eingeleitet werden. Solche Verfahren sind aber zeitaufwendig und kostenintensiv und machen eine weitere Zusammenarbeit schwierig. Idealerweise sollten die involvierten Parteien darum bemüht sein, diesen Schritt zu verhindern. Für die beschaffende Stelle ist es wichtig, dass sie in den Vergabedokumenten den Gerichtsort in den AGBs (Allgemeine Geschäftsbedingungen) angegeben hat und dieser von dem/der Anbieter:in akzeptiert wurde.

Wenn die Bemühungen zur aussergerichtlichen Behebung der Mängel nicht zielführend waren, hat die auftraggebende Seite gemäss ihren AGBs oder weiteren definierten Regelungen im Vertrag verschiedene rechtliche Möglichkeiten zu Sanktionen: Sie kann Anbietende von einem Vergabeverfahren ausschliessen, aus einem Verzeichnis streichen, eine Konventionalstrafe verhängen oder einen bereits erteilten Zuschlag widerrufen.<sup>203</sup> Diese Möglichkeiten zu Sanktionen stehen der Beschaffender:in auch dann offen, wenn sich Anbietende einer Kontrolle widersetzen, zu der sie mit Unterschreiben des Vertrags ihre Zustimmung gegeben haben, also beispielsweise für die Durchführung eines vereinbarten Audits.

Es ist zu empfehlen, die Anbietenden über den Qualitätssicherungsprozess zu informieren, der die Schritte von der Meldung eines festgestellten Mangels bis zu dessen Behebung oder allenfalls bis zur gerichtlichen Klärung im Beschaffungsprozess beinhaltet. Dies kann im Vertrag direkt oder als Anhang abgebildet und erläutert werden.

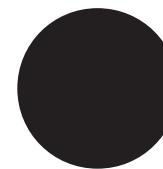
# Dokumentation

## Potenzial der Dokumentation

Eine umfassende Dokumentation ist ein wichtiges Instrument, um verschiedene Informationen über ein Produkt oder ein Projekt systematisch zusammenzufassen. Die Form der Dokumentation kann dabei variieren, das Spektrum reicht von direkt am Produkt angebrachten Informationen, zum Beispiel in Form von Etiketten oder Aufklebern, bis hin zu umfangreichen hinterlegten Dateien wie Handbüchern oder digitalen Produktpässen. Eine Dokumentation ermöglicht Transparenz und Rückverfolgbarkeit und gibt den Nutzenden Auskunft über den Produktionshintergrund und die Nutzung eines Produkts. Je nach Verwendungszweck kann die Dokumentation beispielsweise als Herkunfts- und Materialdeklaration<sup>7s.207</sup> dienen und über die Wertschöpfungskette<sup>7s.126</sup> der Bestandteile informieren, indem etwa spezifische Gütesiegel<sup>7s.154</sup> ausgewiesen werden. Zudem kann die Dokumentation eine Anleitung enthalten, wie ein Produkt oder Projekt sachgerecht montiert, gewartet<sup>7s.222</sup>, repariert und gegebenenfalls recycelt<sup>7s.225</sup> werden kann. So kann die Dokumentation auch wichtige Informationen über die Konstruktion<sup>7s.130</sup> und gegebenenfalls die verwendete Technologie liefern. Entsprechend vielfältig ist der Zweck einer Dokumentation: Zum einen erfüllt sie eine gesetzliche Vorgabe, mit der Produzent:innen eines Produkts beispielsweise einer länderspezifischen Nachweispflicht über die Herkunft von Rohstoffen oder Produktionsstandorten nachkommen. Zum anderen gibt sie Auskunft über die Reparatur- und Recyclingfähigkeit, wie sie zum Beispiel die europäische Ecodesign for Sustainable Products Regulation, kurz ESPR204, fordert. Die Dokumentation dient darüber hinaus auch der rechtlichen Absicherung im Zusammenhang mit gesetzlich vorgeschriebenen Gewährleistungspflichten, die bei unsachgemässer Handhabung eines Produkts erlöschen können.

Im Hinblick auf Nachhaltigkeitsaspekte ist die Dokumentation zentral, da fehlende Informationen über die Herkunft, Nutzung oder Entsorgung eines Produkts dessen ökologische und soziale Nachhaltigkeit mindern und das Potenzial eines langlebigen<sup>7s.220</sup> Produkts einbüßen können. Ob als Handbuch, Packungsbeilage oder direkt am Produkt angebrachtes Label: Für Designer:innen sind die Handhabung, die Form und die Sichtbarkeit der Produktdokumentation wichtige Elemente, die es bei der Produktentwicklung oder Auftragsabwicklung zu berücksichtigen gilt. In der aktuellen Nachhaltigkeitsentwicklung etabliert sich zunehmend auch die Hinterlegung von Informationen in einem digitalen Produktpass (DPP)<sup>7s.209</sup>, der alle relevanten Produktinformationen in standardisierter Form zusammenfasst und schnell abrufbar macht.

Je nach Produkt oder Projekt sind unterschiedliche Formen der Dokumentation erforderlich, eine Vereinheitlichung ist daher nur bedingt möglich. Neben bestimmten regulatorischen Anforderungen bietet die Dokumentation insgesamt ein grosses Potenzial zur Schaffung von Transparenz und damit zur Erreichung nachhaltiger Ziele.



## Produkte und Materialien deklarieren

Eine Produktentwicklung unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte ist ohne Deklaration der verwendeten Materialien kaum zielführend. Ein Produkt, das kreislauffähig<sup>7s.86</sup> entwickelt wurde, ist es nur dann, wenn seine Rohstoffe auch tatsächlich im Stoffkreislauf verbleiben. Das Funktionieren geschlossener Stoffkreisläufe setzt eine vollständige und fachgerechte Rückführung voraus und erfordert die Erkennbarkeit und Deklaration der entsprechenden Stoffe. Dabei gilt: Je mehr Stoffe wirtschaftlich recycelt<sup>7s.225</sup> werden können und je sortenreiner ein Rezyklat ist, desto grösser ist das Potenzial, einen Rohstoff im Kreislauf zu halten. Gerade bei Kunststoffen ist die Sortenreinheit von grosser Bedeutung, da sie sonst nur in minderer Qualität als Downcycling wiederverwendet werden können oder im häufigeren Fall als Brennstoff in Müllverbrennungsanlagen<sup>7s.229</sup> landen. Wann ein Produkt nicht mehr repariert werden kann und damit sein Lebensende erreicht, ist selten von vornherein klar. Damit es an diesem Punkt nicht verbrannt oder deponiert werden muss, sondern wiederverwendet<sup>7s.97</sup> oder recycelt werden kann, ist eine eindeutige Erkennbarkeit der verarbeiteten Materialien und Rohstoffe eine notwendige Voraussetzung. Eindeutig identifizierbare Materialien wie beispielsweise Holz oder Aluminium sollten ebenfalls deklariert werden, da eine chemische Oberflächenbehandlung ebenso wie eine bestimmte Materialzusammensetzung oder Legierung ein Hindernis für

die weitere Verwendung darstellen kann oder sie dadurch nicht mehr recyclingfähig sind und nicht mit anderen Rohstoffen vermischt werden sollten. Verschiedene Formate können helfen, um ein Produkt und seine Rohstoffe zu deklarieren und zu identifizieren:

**Kennzeichnung am Produkt** Verbraucher:innen kennen diese Form der Kennzeichnung beispielsweise als angenäherte Pflegeetiketten auf Kleidungsstücken oder als Beschriftung an Produktkomponenten. Ein Beispiel hierfür ist die Kunststoffkennzeichnung, die als Text oder Zahl in einem Dreieck zur Identifikation und Unterscheidung verschiedener Kunststoffarten dient und in das Material eingegossen wird. Neben der Kennzeichnung als Text kann das Material auch über einen QR-Code oder Barcode deklariert werden. Eine in das Produkt integrierte Kennzeichnung kann je nach Material geprägt, graviert, gelasert oder aufgedruckt werden.

**Kennzeichnung auf der Verpackung** Die Kennzeichnung auf der Verpackung ist eine weit verbreitete Form der Materialdeklaration. Sie ist häufig aufgedruckt. Da die Kund:innen aber in den seltensten Fällen die Produktverpackung aufbewahren, ist zum Zeitpunkt einer notwendigen Reparatur oder einer fachgerechten Entsorgung die Erkennung der Materialzusammensetzung oft nicht mehr gewährleistet. Bei Einwegprodukten wie Kugelschreibern oder Zahnbürsten ist die Verpackung in der Regel nicht mehr vorhanden, sodass die Entsorgung über den Müll die letztlich naheliegendste Lösung ist.

**Kennzeichnung in einer Gebrauchsanweisung** Generell sollte die Gebrauchsanweisung auch Informationen über die Herkunft und Zusammensetzung der Materialien enthalten. Je nach Komplexität des Produkts reicht der Umfang einer Gebrauchsanweisung vom kleinen Beipackzettel bis zum umfangreichen Handbuch. Im Gegensatz zur Deklaration auf der Verpackung ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Gebrauchsanweisung aufbewahrt wird, etwas grösser. Hinzu kommt, dass Gebrauchsanweisungen oft auch in digitaler Form bei den Produktanbietern verfügbar sind. Bei projektspezifischen Produkten und Einzelanfertigungen sollte darauf geachtet werden, dass die Nutzenden die Materialdeklaration niederschwellig einsehen können oder dem zuständigen Facility-Management eine umfassende Produktdokumentation zur Verfügung gestellt wird.

## Digitaler Produktpass – DPP

Mitte 2024 trat die europäische Ökodesign-Verordnung ESPR (Ecodesign for Sustainable Products) für nachhaltige Produkte in Kraft.<sup>205</sup> Sie sieht unter anderem vor, dass bis 2030 branchenübergreifend digitale Produktpässe (DPP) eingeführt werden. Durch die Bündelung und Bereitstellung aller relevanten Informationen dient der DPP als Schlüsselement, um Produkte künftig reparierbar, wiederverwendbar und recyclingfähig zu machen. Konkret handelt es sich beim digitalen Produktpass um einen Datensatz, der über einen auf jedem Produkt angebrachten 2D-Code zugänglich gemacht wird. Über diesen Code können Verbraucher:innen, Hersteller:innenfirmen oder andere Akteur:innen entlang der Lieferkette auf alle relevanten produkt- und materialbezogenen Informationen zugreifen – von Angaben zum CO<sub>2</sub>-Fussabdruck über Informationen zu schädlichen Inhaltsstoffen, Recycling<sup>206</sup> und Entsorgungsmöglichkeiten<sup>207</sup> bis hin zu Gebrauchsanweisungen<sup>208</sup>. Dieses Konzept schafft Transparenz, erleichtert die Rückverfolgbarkeit von Produkten und vereinfacht Wartung und Reparatur<sup>209</sup>. Damit sollen wichtige Nachhaltigkeitsziele erreicht werden, was aber zugleich eine umfangreiche Umstrukturierung des Datenmanagements in den Lieferketten bedeutet.

Der digitale Produktpass (DPP) ist ein Datensatz, der produkt- und materialbezogene Informationen für verschiedene Stakeholder:innen entlang der Wertschöpfungskette bereitstellt. Über einen auf dem Produkt angebrachten Code können diese Informationen abgerufen werden. So ist es möglich, Informationen zu erhalten, wie ein Produkt repariert, wieder verwendet oder recycelt werden kann. In der Regel sind DPP kostenpflichtige Datenbanken, in denen die Daten hinterlegt werden können.

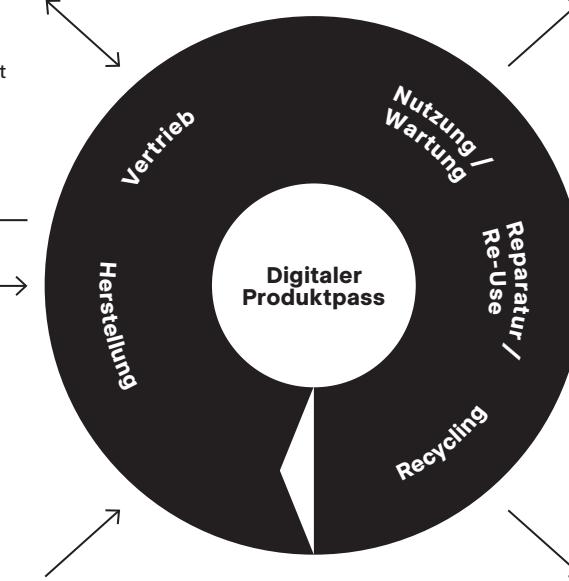
### Digitaler Produktpass [119]

#### Einzelhandel

- Senden:  
 ● Feedback zum Produkt  
 Erhalten:  
 ● Informationen zu Rohstoffen und Produktion

#### Hersteller:innen

- Senden:  
 ● Informationen zu Rohstoffen (Ort, Bedingungen, Beschaffenheit)  
 Erhalten:  
 ● Informationen zu Rohstoffen (Ort, Bedingungen, Beschaffenheit)  
 ● Feedback zur Beschaffenheit von Produkten und Bauteilen



#### Nutzer:innen

- Erhalten:  
 ● Produktinformationen (Umwelteinwirkungen, Reparaturmöglichkeit, Entsorgung)

#### Reparaturbetriebe/Remanufacturing

- Senden:  
 ● Informationen zur Beschaffenheit des Produkts  
 Erhalten:  
 ● Informationen zur Reparatur und zu Ersatzteilen

#### Rohstoffproduzent:innen

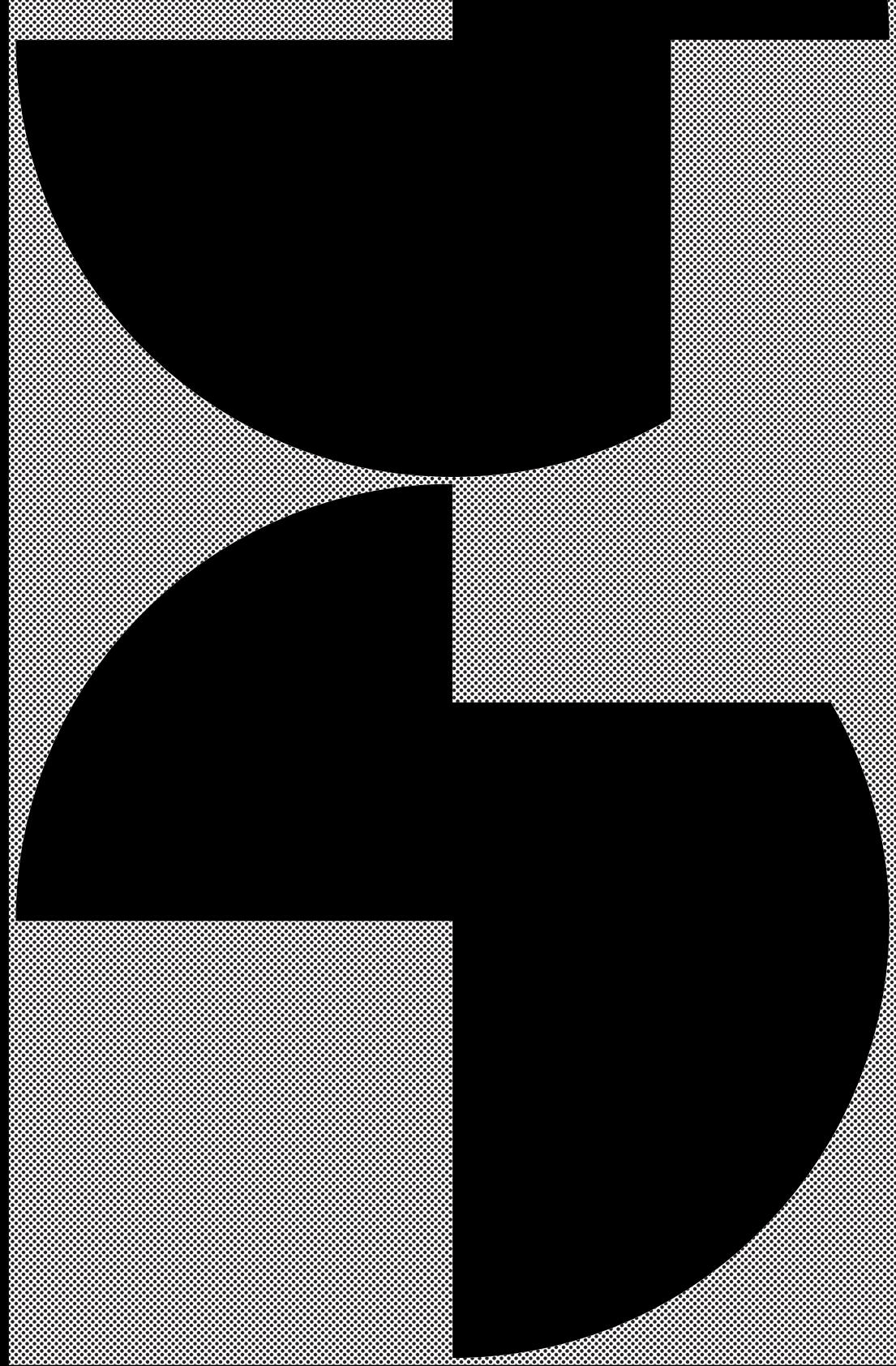
- Senden:  
 ● Daten zur Produktion (Ort, Bedingungen)

#### Abfallwirtschaft

- Erhalten:  
 ● Informationen über Materialzusammensetzung und Qualität

# Nutzung

5



**Die Nutzungsphase bezeichnet den Zeitraum nach der Inbetriebnahme eines Produkts oder Projekts, das von nun an genutzt wird. In dieser Phase zeigt sich, inwieweit die Nutzung den im Planungsprozess vorausgesetzten Nachhaltigkeitskriterien entspricht und die erwartete Lebensdauer erreicht werden kann. Um eine hohe Lebensdauer zu erzielen, steht in der Nutzungsphase die Instandhaltung durch Wartung und Reparatur im Vordergrund.**

**Kann das Objekt nicht mehr genutzt werden, folgt auf die Nutzungsphase die Verwertungsphase. Hier wird deutlich, inwieweit mit den geplanten Technologien, Konstruktionen und eingesetzten Materialien geschlossene Stoffkreisläufe gewährleistet werden können, ohne dass wertvolle Rohstoffe unwiederbringlich in einer Müllverbrennungsanlage oder Deponie verloren gehen. Die Verwertungsphase wird weitgehend durch rechtliche Rahmenbedingungen des Umwelt- und Klimarechts geregelt, wie sie zum Beispiel im europäischen Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft festgelegt sind. In der Nutzungs- und Verwertungsphase zeigen sich aber auch die Grenzen des Machbaren, da durch Verluste und Verschleiss ständig Stoffe in die Umwelt dissipieren. Das Entropiegesetz zeigt in diesem Kontext, dass ohne Energiezufuhr der Stoffkreislauf nicht geschlossen werden kann.**

## Umwelt- und Klimarecht

Seit Anfang der 1980er Jahre binden sich Umweltschützer:innen an Bäume, um deren Abholzen zu verhindern, fahren mit Schnellbooten vor den Bug grosser Walfangschiffe, um deren Betrieb zu stören, oder blockieren Autobahnen und Flughäfen, um gegen die Klimaerwärmung zu protestieren. Diese Form des zivilen Ungehorsams wird von lokalen Gruppen bis hin zu international agierenden Organisationen<sup>78,60</sup> gewählt, um Umweltzerstörung und soziale Ungerechtigkeiten einer breiten Öffentlichkeit vor Augen zu führen. Umwelt- und Klimaaktivist:innen verschaffen ihren Anliegen mit medienwirksamen Aktionen Sichtbarkeit und prägen so die zeitgenössische Wahrnehmung von Umweltthemen mit. Das Aufzeigen von Missständen reicht jedoch in der Regel nicht aus, um ein Umdenken in Gesellschaft, Politik oder Privatwirtschaft zu bewirken. Aktive Organisationen kommen meist nicht umhin, sich bei der Behebung von Missständen auf bestehende Gesetze, Vereinbarungen und Verpflichtungen zu stützen oder neue zu fordern. Nach Angaben des Umweltprogramms der Vereinten Nationen reichen immer mehr Menschen und Organisationen sogenannte Klimaklagen ein.<sup>206</sup> Solche Klagen stützen sich auf das Klimarecht als jüngsten Teilbereich des Umweltrechts. Sie fordern die Einhaltung geltenden Rechts und ziehen damit Staaten oder private Unternehmen gezielt zur Rechenschaft. Im Falle eines Urteils können dadurch Verhaltensänderungen erzwungen werden. So hat 2024 beispielsweise der Europäische Gerichtshof für Menschenrechte (EGMR) im viel beachteten Urteil der «Klima-Seniorinnen»<sup>207</sup> entschieden, dass die Schweiz zu wenig gegen die Klimaerwärmung und damit zum Schutz ihrer vulnerablen Bevölkerung unternimmt. Damit wurde ein kausaler Zusammenhang zwischen den Auswirkungen des Klimawandels und den Menschenrechten juristisch attestiert.<sup>208</sup> Solche Verfahren

[120]  
Mit medienwirksamen Aktionen und zivilem Ungehorsam in der Öffentlichkeit wollen Klimaaktivist:innen Gesellschaft und Politik auf die Konsequenzen der Klimaerwärmung aufmerksam machen. So blockierten Klimaaktivist:innen am Karfreitag 2023 die Autobahn am Gotthard, um auf den Klimanotstand hinzuweisen. Die Protestaktion fand im alljährlichen Osterstau statt, löste bei den Autofahrer:innen heftige Reaktionen aus und führte in den Medien zu hitzigen Debatten. Die Aktivist:innen, die sich auf der Fahrbahn festgeklebt hatten, wurden von der Polizei entfernt und vorübergehend festgenommen.



dauern in der Regel viele Jahre, und selbst wenn die klagende bzw. beschwerdeführende Partei juristisch erfolgreich ist, garantiert eine Verurteilung nicht unbedingt die gewünschte Veränderung. Dennoch sind juristische Mittel national wie international ein grosser Hebel im Kampf gegen Umweltzerstörung und Klimakrise. Sie haben zudem Signalwirkung und ermöglichen ein gesellschaftliches und politisches Umdenken.



[121] Die «KlimaSeniorinnen» posieren gemeinsam vor dem Europäischen Gerichtshof für Menschenrechte (EGMR) in Strassburg, wo sie 2024 in einem viel beachteten Urteil Recht bekommen haben. Der EGMR entschied, dass die Schweiz zu wenig gegen die Klimaerwärmung unternimmt und somit die besonders gefährdete Bevölkerungsgruppe der älteren Personen nicht ausreichend schützt.

Umweltbezogene und gesetzlich verankerte Vereinbarungen sind jedoch kein neues Phänomen des ausgehenden 20. Jahrhunderts. Erste rechtliche Massnahmen zum Schutz der Umwelt wurden bereits Mitte des 18. Jahrhunderts für grenzüberschreitende Gewässer vereinbart. Sie wurden notwendig, weil Gewässerverschmutzung, Überfischung oder Kanalisierung am Oberlauf von Flüssen zu teilweise gravierenden Umweltproblemen für die Länder am Unterlauf derselben Flüsse führten.

Als eigentliche Geburtsstunde der internationalen Umweltpolitik gilt die Stockholmer Konferenz von 1972 als erste Umweltkonferenz<sup>78,53</sup> der Vereinten Nationen. Aus ihr gingen die Grundzüge des internationale Umweltrechts hervor, des sogenannten Umweltvölkerrechts, kurz UVR.

Das UVR hat die Umwelt zum zentralen Schutzobjekt erklärt. Es befasst sich mit dem Schutz der Arten, der Ökosysteme und der Biodiversität sowie mit dem Schutz des Klimas, der internationalen Gewässer, der Meere und generell aller «Global Commons». Darunter versteht man sogenannte Gemeingüter wie Gewässer, Luft oder Wälder. Darüber hinaus regelt das UVR auch den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Tätigkeiten mit grenzüberschreitenden Auswirkungen. In diesem Zusammenhang gilt die Aarhus-Konvention<sup>209</sup> als wichtiger Meilenstein internationaler Vereinbarungen im Umweltbereich. Sie regelt und ermöglicht den grenzüberschreitenden Zugang zu Informationen, die Öffentlichkeitsbeteiligung an Entscheidungsverfahren und den Zugang zu Gerichten in Umweltangelegenheiten. Der grenzüberschreitende Aspekt ist denn auch die grosse Herausforderung für das UVR, denn die

länder spezifischen Regelungen verfolgen zum Teil widersprüchliche Anliegen.<sup>210</sup> Die Aufgabe besteht darin, nationale Interessen mit dem übergeordneten Umweltschutzziel der Weltgemeinschaft in Einklang zu bringen. Zu oft stehen kurzfristige nationale Interessen völkerrechtlichen Verpflichtungen entgegen und kontrarieren den internationalen Umweltschutz.

Das UVR befasst sich aber nicht nur mit grenzüberschreitenden Umweltfragen, sondern regelt auch innerstaatliche Sachverhalte und Umweltprobleme, denn das UVR hat Vorrang vor nationalem Recht und kann sich nationaler Gesetzgebung widersetzen. In der Praxis ist die Umsetzung jedoch sehr herausfordernd und nicht immer wirksam. Das Umweltvölkerrecht umfasst alle Regeln und Normen des internationalen Rechts und teilweise auch Normen, die von nichtstaatlichen Akteuren zum Schutz der Umwelt vereinbart wurden. Man spricht von transnationalem Recht, wenn ein Teil der Normen nichtstaatlicher Akteure sowohl von Staaten als auch von internationalen Organisationen als rechtsverbindlich übernommen werden. Prominente Beispiele solcher Abkommen sind die Klimakonvention und die Biodiversitätskonvention von 1992.

In der Rechtsentwicklung wird zwischen rechtlichen, moralischen und ethischen Normen unterschieden. Diese sind von Land zu Land unterschiedlich und spiegeln jeweils die sozialen, politischen und ethisch-moralischen Verhältnisse in einem Staat wider. In vielen europäischen Ländern ist der gesetzliche Schutz der Umwelt noch relativ jung. Abgesehen von Ausnahmen wie der Schweiz, wo 1983 ein eigenes Umweltschutzgesetz (USG) in Kraft trat, gibt es in den meisten europäischen Ländern kein einheitliches Umweltschutzgesetz. Dennoch regeln unzählige Gesetzesartikel, Richtlinien und Verordnungen den Schutz der Umwelt und der Ökosysteme in allen Ländern Europas.

Eine verbreitete Differenzierung umweltrechtlicher Aspekte ist die Unterteilung in das Vorsorgeprinzip, das Verursacherprinzip und das Kooperations- oder Integrationsprinzip. Unter Vorsorgeprinzip wird eine vorausschauende und umweltbewusste Planung verstanden, die Umweltbelastungen vorbeugt, nach dem Motto «Vorbeugen ist besser als Heilen». Hier geht es vor allem darum, dass Massnahmen nicht durchgeführt werden dürfen, wenn daraus Schäden für die Umwelt absehbar sind, auch wenn darüber noch kein wissenschaftlicher Konsens besteht. Das Verursacherprinzip hat zum Ziel, dass die Kosten für die Beseitigung von Umweltbelastungen nicht von der Allgemeinheit, sondern von den Verursacher:innen selbst getragen werden. Ein Beispiel hierfür sind die Abfallgebühren, die von den Verursacher:innen zu zahlen sind. Das Kooperations- oder Integrationsprinzip wiederum bezeichnet die Zusammenarbeit zwischen politischen Parteien, Bundesländern, Vollzugsbehörden, Wirtschafts- und Umweltorganisationen.

Viele Länder verfolgen bei der Umsetzung des Umweltrechts einen integrativen Ansatz. Dies bedeutet, dass die Umwelt als ein komplexes Zusammenspiel verschiedenster Kreisläufe und Abhängigkeiten verstanden wird. Dennoch werden Umweltbelastungen meist isoliert voneinander betrachtet, was auf die historische Entwicklung des nationalen Umweltrechts zurückgeht. Solche Verordnungen oder Gesetze sind oftmals im Nachgang aufgetretener Umweltkatastrophen entstanden wie beispielsweise die Regelungen im Umgang mit Luftverunreinigungen, Lärm, Strahlung oder mit umweltgefährdenden Stoffen<sup>s.179</sup>, Organismen und Abfällen. Letztlich regeln Verordnungen und Gesetzesartikel den Umgang damit, beispielsweise in Form einer Luftreinhalteverordnung oder einer Abfallverordnung. Im Zusammenhang mit dem Umgang chemischer Stoffe ist die europäische Chemikalienverordnung REACH ein nützliches und wirksames Instrument. REACH steht für «Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals» und ist eine öffentlich zugängliche Plattform, die über das Gefährdungspotenzial vieler chemischer Stoffe informiert.<sup>211</sup>

Ein Meilenstein in der europäischen Klimapolitik ist der 2019 vorgestellte European Green Deal. Damit verfolgt die Europäische Union das Ziel, ihre Netto-Treibhausgasemissionen<sup>s.176</sup> bis 2050 auf Null zu reduzieren.<sup>212</sup> Dementsprechend setzt der Europäische Grüne Deal unter anderem auf eine höhere Bepreisung fossiler Energieträger<sup>s.173</sup> und die Förderung erneuerbarer Energien. In der Folge wurde 2020 der Aktionsplan für Kreislaufwirtschaft verabschiedet und 2021 trat das Europäische Klimaschutzgesetz in Kraft. Dies sind zwei zentrale Bestandteile der europäischen Klimapolitik.<sup>213</sup> Der Aktionsplan Kreislaufwirtschaft ist als primär politisches Programm nicht rechtsverbindlich, wird aber sukzessive in verbindliche Rechtsartikel überführt. Er betrifft Designer:innen direkt, indem er zahlreiche Nachhaltigkeitsaspekte entlang einer Wertschöpfungskette<sup>s.126</sup> regelt und ganz konkret beim Design von Konsumgütern ansetzt. Er fordert eine angemessene Langlebigkeit<sup>s.220</sup>, Reparaturfähigkeit<sup>s.222</sup> und auch die Nachrüstbarkeit von Produkten. Ganz im Sinne der Kreislaufwirtschaft<sup>s.86</sup> ist beispielsweise eine Forderung, vorrangig wiederverwertbare Rohstoffe und Produktnutzungszyklen zu verwenden, bei denen die Rohstoffe durch Recycling<sup>s.225</sup> zurückgewonnen werden können. Darüber hinaus wird die Entwicklung von Handelsmärkten für die Nutzung von Sekundärrohstoffen gefördert, denn Rohstoffe, die recycelt werden, sparen viel Primärrohstoffe und Energie. Dies erfordert eine Vereinheitlichung der Sammelsysteme und eine Standardisierung der Klassifizierung von Materialien und Produktbestandteilen. Der Aktionsplan geht sogar so weit, die Verwendung gefährlicher Stoffe bereits in der Produktion einzuschränken und damit bestehende Standards<sup>s.49</sup> zu erweitern.

2024 aktualisierte die europäische Gesetzgebung die «Ecodesign for Sustainable Products Regulation», kurz ESPR.<sup>214</sup> Diese Regelung sieht unter anderem vor, die Reparierbarkeit von Produkten zu verbessern. Entsprechende Implementierungsverordnungen für einzelne Produktkategorien werden laufend eingeführt. In diesem Zusammenhang hat beispielsweise das «Right to Repair» eine breitere öffentliche Wahrnehmung gefunden. Dieses Recht auf Reparatur schränkt die Verbreitung von Einweg- oder Wegwerfprodukten ein und fördert langlebige und reparierbare Produkte. Darüber hinaus fordert es Ersatzteillieferungen weit über die üblichen Gewährleistungsfristen hinaus und fördert die Reparatur von Produkten, wo immer möglich, mit handelsüblichen Werkzeugen. Spätestens dann, wenn solche Forderungen auf eine gesetzliche Grundlage gestellt werden, beeinflussen sie die Handlungsweisen von Industrie und Produktion und in der Folge das Design von Produkten.

# Instandhaltung

## Langlebigkeit

Jedes Produkt oder Objekt durchläuft während seines Lebenszyklus verschiedene Phasen, vom Neuzustand über die eigentliche Nutzungsphase bis hin zur Ausmusterung. Abnutzung, Korrosion und Zersetzung wirken mehr oder weniger intensiv auf jedes Objekt ein und machen es schliesslich unbrauchbar. Aber je länger Güter genutzt werden können, desto länger müssen sie nicht ersetzt werden. Das spart Ressourcen in Form von Energie<sup>7S.172</sup> und Rohstoffen. Langlebigkeit ist daher ein wichtiger Faktor im Zusammenhang mit Produktnachhaltigkeit. Bei einem langlebig gestalteten Produkt sind Materialisierung und Konstruktion<sup>7S.130</sup> optimal auf die vorgesehene Nutzung abgestimmt.

Die Anforderungen an Dauerhaftigkeit und Langlebigkeit sind jedoch von Fall zu Fall unterschiedlich ausgeprägt. Nebst erstrebenswerten langlebigen Produkten gibt es auch temporäre Projekte wie zum Beispiel ein Messeauftritt oder die kurze Nutzungsdauer von Verpackungen. Die angestrebte Lebensdauer eines Produkts spielt daher eine wichtige Rolle, um die angemessene Lebensspanne eines Designs adäquat einschätzen zu können. Grundlegend dafür ist eine Entwurfsstrategie, bei der die Gestalter:innen bewusst den Ressourceneinsatz und die zu erwartende Nutzungsdauer<sup>7S.145</sup> verhältnismässig aufeinander abstimmen.

Die Nutzungsphase eines Produkts kann durch Wartung<sup>7S.222</sup> und Reparatur verlängert werden. Eine lebensverlängernde Wartung und Instandhaltung sind entsprechend auf Wartungsanleitungen, Materialbeschreibungen und Ersatzteile angewiesen. Auch durch Wiederverwendung<sup>7S.97</sup> (Re-Use) können Produkte oder deren Komponenten länger genutzt werden. Dieser Ansatz als Entwurfsmethodik kann durch kreative Gestaltungslösungen die Langlebigkeit von Produkten fördern.

Gestalter:innen können Produkte langlebig gestalten, indem sie bereits beim Entwurf eine robuste, wartungs- und reparaturfreundliche Konstruktion berücksichtigen. Die Langlebigkeit als einziges Merkmal für Nachhaltigkeit heranzuziehen, ist jedoch nur sehr bedingt anwendbar. Zu wechselhaft und unkalkulierbar sind Modeströmungen, sich ändernde gesetzliche Rahmenbedingungen oder technische Innovationen, die das Produkt obsolet werden lassen. So werben manche Unternehmen damit, dass ihre Produkte robust und langlebig sind und deklarieren sie deshalb als nachhaltig. Wenn zum Beispiel ein Büroarbeitsplatz trotz robuster Konstruktion aufgrund veränderter Nutzungsanforderungen nach wenigen Jahren veraltet ist und deshalb vorzeitig ersetzt werden muss, ist nicht mehr die Langlebigkeit, sondern die Kreislauffähigkeit<sup>7S.86</sup> der Konstruktion der entscheidende Faktor für Nachhaltigkeit.

Langlebigkeit allein über das Argument der «guten Form», also über ein vermeintlich zeitloses Design zu erreichen, ist aus Sicht der Nachhaltigkeitskriterien ebenfalls eine unzureichende Strategie, da formale Aspekte zu stark Trends und Modeströmungen unterliegen und ein Design schnell als veraltet und nicht mehr zeitgemäß angesehen werden kann. Umgekehrt bringt zum Beispiel eine qualitativ hochwertige und damit langlebige Kleidung aus Nachhaltigkeitssicht wenig, wenn ihr Design einem vorübergehenden Trend unterliegt und sie deshalb nach kurzer Zeit nicht mehr getragen wird (siehe auch Kapitel «Obsoleszenz von Produkten»<sup>7S.146</sup>).

Im Hinblick auf die Nachhaltigkeit ist es wichtig, die Materialisierung und Konstruktion eines Produkts entsprechend dem angestrebten Zeithorizont seiner Nutzung zu wählen. Im Kapitel «Materialien im Überblick»<sup>7S.110</sup> werden Rohstoffe in biotische, fossile, mineralische und metallische Rohstoffe unterteilt. Diese Einteilung kann auch Informationen über die Lebens- bzw. Nutzungsdauer daraus hergestellter Produkte liefern.

Die meisten Werkstoffe haben unterschiedliche Güteklassen, welche durch Reinheit, Mischung, Wuchs, Standort und Festigkeit definiert werden. Es ist daher wichtig, eine dem Verwendungszweck und der Nutzungsdauer entsprechende Werkstoffqualität zu wählen. Konstruktionsart und Werkstoffqualität stehen in direktem Zusammenhang mit der angestrebten Nutzungsdauer eines Produkts. Dieser Sachverhalt lässt sich anhand eines Baumwoll-T-Shirts veranschaulichen: Durch die Wahl von Baumwolle als Rohstoff kann von einer gewissen Lebensdauer des T-Shirts ausgegangen werden. Die Lebensdauer wird durch die Qualität der Baumwolle beeinflusst, die



[122] Langlebige Produkte zeichnen sich dadurch aus, dass ihre Materialisierung und Konstruktion optimal auf ihre vorgesehene Nutzung abgestimmt sind. Ein Beispiel hierfür sind die aus Aluminium gefertigten Gepäckstücke von Rimowa, die als sehr robust gelten. Das Unternehmen bietet für alle funktionellen Schäden an seinen Koffern eine lebenslange Garantie. Rimowa repariert oder ersetzt zudem fehlende Schrauben, Rollen oder abgesprungene Nieten und beult den Koffer bei Bedarf wieder aus.

einerseits durch den Anbauort und andererseits durch die Länge und damit Reißfestigkeit der Fasern bestimmt wird, da lange Fasern zu Garn versponnen eine höhere Qualität und damit eine längere Lebensdauer aufweisen als kurze Fasern. Werden beim Baumwoll-T-Shirt zwar hochwertige, lange Fasern verwendet, die Nähte aber an der falschen Stelle angebracht oder bei der Produktion ein zu schwacher Faden verwendet, kann das Kleidungsstück trotz hoher Stoffqualität aufgrund dieser Schwachstellen schnell kaputtgehen. Die Nutzungsdauer des Produkts und die Lebensdauer des Gewebes sind bei diesem Beispiel also schlecht aufeinander abgestimmt.

Inwieweit die Langlebigkeit von Produkten durch einen verantwortungsvollen und sorgsamen Umgang mit ihnen zu mehr Nachhaltigkeit beiträgt, liegt aber auch in den Händen der Nutzenden. So gesehen ist die eigentliche Nutzung eines Produkts ein weiterer wichtiger Faktor in Bezug auf die Lebensdauer eines Produkts. Die Art und Weise, wie beispielsweise ein Baumwoll-T-Shirt von Konsument:innen genutzt und gepflegt wird, beeinflusst die Lebensdauer erheblich. Dementsprechend wird in der Textilindustrie die Lebensdauer eines Kleidungsstücks in der Anzahl der Waschzyklen und nicht in der Tragezeit angegeben. In der Diskussion um die Nutzungsdauer von Produkten wird häufig das Argument der Langlebigkeit als Nachhaltigkeitskriterium herangezogen. Langlebigkeit ist zweifellos ein wichtiger Nachhaltigkeitsaspekt, legitimiert aber allein noch nicht den Einsatz von nicht kreislauffähigen Materialien oder Konstruktionen.

### **Wartung und Reparatur**

Bis vor wenigen Jahrzehnten waren die Wartung und Reparatur von Produkten eine Selbstverständlichkeit. Nebst ökonomischen Zwängen, der geringeren Verfügbarkeit von Rohstoffen und technologischen Grenzen von damals hat sich im Vergleich zu heute das Konsumverständnis radikal gewandelt. In einer globalisierten, kapitalistischen Gesellschaft ist ein immer schnellerer Konsum die notwendige Voraussetzung für das Erreichen der wirtschaftlichen Wachstumsziele geworden. Eine Konsumsteigerung wird auch dadurch erreicht, dass Produkte in immer kürzeren Zyklen durch neue ersetzt werden. Dadurch steigt aber ebenso der Bedarf an Ressourcen und Energie, mit hohen und vor allem nicht eingepreisten sozialen und ökologischen Folgekosten.

Die Wartung und die Reparatur der Konsumgüter stossen auf viele Hemmnisse und Hindernisse. Das weltweite Lohngefälle und die Verfügbarkeit von billigen Massenprodukten sind massgebliche Ursachen für die Wegwerfgesellschaft. Bei Konsumgütern mit niedrigem Anschaffungspreis lohnt sich eine

Reparatur finanziell oft nicht, da die mit billigen Arbeitskräften hergestellten Produkte gegenüber den vergleichsweise hohen Lohnkosten in den Industrieländern für eine Reparatur wenig attraktiv sind. Ein weiteres Hindernis für Wartung oder Reparatur ist die geplante oder vorzeitige Obsoleszenz<sup>78,146</sup> von Produkten. Diese teilweise absichtlich, teilweise fahrlässig in Kauf genommene vorzeitige Alterung eines Produkts sowie eine reparaturunfreundliche Konstruktion machen Wartung und Reparatur fast unmöglich. Darüber hinaus erschweren fehlende Ersatzteile und notwendige Spezialwerkzeuge eine Reparatur zusätzlich, weshalb viele Produkte zu früh weggeworfen werden. Dieser Entwicklung steht das Konzept der Kreislaufwirtschaft<sup>78,86</sup> gegenüber, deren Ziel es ist, Materialien und Produkte möglichst lange in ihren biologischen oder technischen Kreisläufen zu halten und zu nutzen. Eine wichtige Voraussetzung für ihren kontinuierlichen Erhalt ist ihre Wartung und Reparatur. Im Rahmen der 9R-Strategien<sup>78,90</sup> werden Wartung und Reparatur der Kategorie R4 (Repair) zugeordnet.

Für eine fachgerechte Wartung und Reparatur von Produkten sind Produktdokumentationen<sup>78,206</sup>, Wartungsanleitungen oder Materialbeschreibungen sowie die Verfügbarkeit von preisgünstigen Ersatzteilen unverzichtbare Grundlagen. Für Konsument:innen, die selbst Dinge reparieren möchten, bietet der Erfahrungsaustausch in Online-Blogs und Chats oder auf Reparaturwebsites<sup>215</sup> manchmal sogar nützlichere produktsspezifische Reparaturanleitungen als die Dokumentationen der Inverkehrbringer:innen selbst. Der Reparatur und Wartung durch Konsument:innen stehen jedoch häufig technische Hürden entgegen. Insbesondere die Reparatur elektronischer Geräte erfordert zum Teil spezifisches Fachwissen, Konsument:innen können sie daher häufig nicht selbst durchführen, weshalb eine billige Neuanschaffung eines Elektrogerätes oftmals einer kostspieligen Reparatur vorgezogen wird. Bei elektronischen Geräten können aber zunehmend bessere Fehlerbehebungs- und Diagnosetools sowie Open-Source-Software<sup>78,78</sup> eingesetzt werden. Auch Reparaturkurse oder Wartungsservices der Produktanbieter:innen, Produktschulungen oder Erfahrungsaustausch sind mögliche Hilfestellungen.

Aus rechtlicher Sicht macht es einen Unterschied, ob die Wartung und Reparatur von den Konsument:innen selbst oder von professionellen Services durchgeführt wird. Bei Reparaturen durch Konsument:innen oder nicht autorisierten Reparateuren erlischt in der Regel die Produktgarantie, wodurch sich produzierende Unternehmen vor der Haftung für Schäden durch unsachgemäße Reparaturen schützen. Das macht es für die Nutzenden wenig attraktiv, selbst Hand anzulegen. Zunehmend werden jedoch Wartungs- und Reparaturdienstleistungen von Produzent:innen selbst angeboten und können im Preis oder

im ServicemodeLL enthalten sein. Bei solchen Modellen haben die AnbieterInnen in der Regel ein unternehmerisches Interesse daran, dass ihre Produkte möglichst lange nutzbar bleiben und geringe Instandhaltungskosten aufweisen. Solche Dienstleistungen sind eine wesentliche Voraussetzung für Beschaffungsmodelle wie das Mietmodell<sup>78.168</sup> oder den Product-as-a-Service-Ansatz<sup>78.170</sup>.

Das Recht auf Reparatur (Right to Repair) oder die Angabe einer Reparaturfähigkeitskennzahl waren lange Zeit ungehörte Forderungen von Verbraucherorganisationen und NGOs. Zunehmend wird das Recht auf Reparatur aber auch in neuen Gesetzgebungen<sup>78.214</sup> berücksichtigt und verankert. Die wichtigste Aktualisierung der europäischen Gesetzgebung zur Verbesserung der Reparatur ist die «Ecodesign for Sustainable Products Regulation» (ESPR), die Mitte 2024 in Kraft getreten ist.<sup>216</sup> Diese Verordnung sieht unter anderem die Verbesserung der Reparierbarkeit von Produkten vor. Entsprechende Umsetzungsverordnungen für einzelne Produktkategorien werden nach und nach eingeführt. Besonders hervorzuheben ist dabei der französische Reparaturfähigkeitsindex (Indice de réparabilité)<sup>217</sup>, der seit 2021 für verschiedene Produktkategorien gilt und ein Vorbild für die in der ESPR vorgesehenen Vorgaben ist.

Bei der Entwicklung von Produkten, die nicht oder noch nicht unter die neuen Regelungen fallen, liegt die Verantwortung<sup>78.17</sup> letztlich bei den Konstrukteur:innen und Gestalter:innen, denn der gewählte Konstruktionsansatz entscheidet darüber, inwieweit die Reparatur eines Produkts möglich ist und gefördert wird. Der Wegwerfgesellschaft steht aber auch ein Wertewandel gegenüber, der die Kunst des Reparierens als Verschönerungstechnik zelebriert. Die wohl kultivierteste und älteste Form dieses Upcyclings findet sich in der japanischen Tradition des Kintsugi. Dabei werden zerbrochene Keramikstücke mit einem mit Goldstaub angereicherten Klebstoff geflickt und die Bruchstelle so zum Gestaltungselement. Auch der Zeitaufwand für Reparaturen in sogenannten Repair-Cafés rückt gegenüber dem sozialen Nutzen der gemeinsam verbrachten Zeit und der Sinnhaftigkeit der Tätigkeit selbst in den Hintergrund. In Reparaturwerkstätten, die mit einem 3D-Drucker ausgestattet sind, können zudem nicht mehr erhältliche Ersatzteile gegebenenfalls als Einzelstück nachproduziert werden. Solche alternativen Arbeitskonzepte stellen die Tätigkeit über den Profit und ermöglichen neue, soziale Geschäftsmodelle.



[123]  
Die wohl kultivierteste Form des Reparierens findet sich in der japanischen Technik des Kintsugi. Dabei werden zerbrochene Keramikstücke mit einem Goldlack gefüllt, wodurch die Bruchstellen selbst zu einem Gestaltungselement werden.

## Verwertung

### Recycling

Der Begriff «End of life» beschreibt im Gegensatz zu «End of use» das Nutzungsende eines Produkts, also den Zeitpunkt, an dem keine Weiterverwendung im ursprünglich vorgesehenen Sinn mehr möglich ist. Auch wenn ein Produkt möglichst lange genutzt werden kann, wird jede Produktkomponente früher oder später ihr Lebensende erreichen. Ein wesentlicher Teil der Produktgestaltung besteht daher darin, sich auch mit dem Nutzungsende eines Produkts und seiner finalen Verwertungsmöglichkeit auseinanderzusetzen und durch entsprechende Massnahmen dafür zu sorgen, dass eine nachhaltige Stoffverwertung erzielt werden kann.

Am Nutzungsende eines Produkts zeigt sich auch, inwieweit es unter Berücksichtigung nachhaltiger und kreislauffähiger<sup>78.128</sup> Kriterien entwickelt und hergestellt wurde und die eingesetzten Materialien ohne grossen Aufwand wieder in einem nächsten Nutzungszzyklus eingesetzt und recycelt werden können. Voraussetzung dafür ist, dass die Konstruktion<sup>78.130</sup> und der Materialverbund des Designs eine wirtschaftliche und möglichst sortenreine Materialtrennung überhaupt zulassen und dass entsprechende Recyclingverfahren für die eingesetzten Materialien zur Verfügung stehen. Um eine möglichst effiziente<sup>78.95</sup> werkstoffliche Verwertung zu erreichen, muss bei der Produktgestaltung auch auf eine gute Identifizierbarkeit unterschiedlicher Materialien geachtet werden, da der Recyclingprozess in der Regel mit einem hohen logistischen Aufwand verbunden ist.

Recycling bezeichnet den Aufbereitungsprozesse von Materialien, um diese zum Wiedereinsatz als Sekundärrohstoff für die gleiche oder eine verwandte Anwendung erneut verfügbar zu machen. Alltägliche Beispiele für häufig recycelte Rohstoffe sind Papier, Glas, Stahl, Aluminium oder PET.



[124-125]

Die italienische Stadt Prato in der Nähe von Florenz ist als Textilstadt bekannt und ein bedeutendes Zentrum des Textilrecyclings. Dort werden Altkleider aus Wolle nach Farben und Materialien sortiert (Abb. oben), wobei etwa Schafwolle, Kaschmir, Seide und Viskose von einander getrennt werden. Dies ist ein wichtiger Schritt für ein effektives Recycling, denn je reiner die Fasern sind, desto höher ist die Qualität der daraus hergestellten Textilien. In den Recyclinganlagen läuft der Prozess der üblichen Textilherstellung im Rückwärtsgang ab. Große Maschinen zerkleinern, schleudern und kämmen die Alttextilien, bis diese zu einem Brei aus Fasern geworden sind (Abb. unten). So werden sie wieder in ihre Ausgangsform zurückversetzt.

Es existieren zahlreiche materialspezifische Recyclingverfahren, die sich nach ihrer Verarbeitungsmethode in mechanisches, chemisches oder biologisches Recycling unterteilen lassen:<sup>218</sup>

**Mechanisches Recycling** Beim mechanischen Recycling werden die Bestandteile physisch zerkleinert und anschliessend sortiert, ohne dass sich die chemische Struktur der Materialien verändert. Für Kunststoffe und Metalle ist das mechanische Recycling die gängigste Form der stofflichen Verwertung. Durch Zerkleinerungs-, Sortier- und Waschvorgänge entsteht Granulat, das als Grundlage für neue Rohstoffe dient. Die Anzahl möglicher Recyclingzyklen bei Kunststoffen ist begrenzt, da deren mechanische Eigenschaften durch die Wiederaufbereitung beeinträchtigt werden. Metalle hingegen können theoretisch unendlich oft zerkleinert und eingeschmolzen werden. Doch die zunehmende Komplexität verschiedener Metalllegierungen erschwert eine mechanische Separierung zunehmend.

**Chemisches Recycling** Aufgrund des stetig steigenden Einsatzes von Mischkunststoffen und Verbundwerkstoffen, die durch herkömmliches mechanisches Recycling meist nur unzureichend verwertet werden können, werden neue Verwertungsmethoden entwickelt. Im Gegensatz zum mechanischen Recycling werden beim chemischen Recycling die Stoffe in ihre molekularen Bestandteile zerlegt. Ein entscheidender Faktor für die Nachhaltigkeitsbewertung des chemischen Recyclings ist sein hoher Energieaufwand<sup>178</sup>. Auch die zusätzlich notwendigen Prozessschritte, um aus den gewonnenen Verwertungsprodukten neue Ausgangsmaterialien zu schaffen, machen das chemische Recycling zu einem vergleichsweise komplexen Verwertungsprozess. Im Kontext einer nachhaltigen Produktgestaltung ist daher zunächst eine möglichst effiziente mechanische Verwertbarkeit anzustreben, bevor eine gezielte Produktauslegung für chemische Recyclingverfahren in Betracht gezogen wird.

**Biologisches Recycling** Beim biologischen Recycling werden natürliche Abbauprozesse kontrolliert, um biologisch abbaubare Materialien gezielt zu verwerten. Dabei wird im Allgemeinen zwischen aerobem (mit Sauerstoff) und anaerobem (ohne Sauerstoff) biologischen Recycling unterschieden. Die biologische Verwertbarkeit eines Materials hängt von dessen Molekularstruktur und nicht von dessen Ursprung ab, wodurch nicht alle biobasierten Materialien zwangsläufig einem biologischen Recycling unterzogen werden können. Dem biologischen Recycling lassen sich Stoffe zuführen, die durch Mikroorganismen

ersetzt und in Kohlenstoffdioxid und Biomasse umgewandelt werden können. Dazu zählen beispielsweise Pflanzenreste, Lebensmittelabfälle oder organische Kunststoffe. In entsprechenden Industrieanlagen werden diese Stoffe durch Verfahren wie Fermentation, Kompostierung oder anaerobe Vergärung verwertet. Die daraus gewonnene Biomasse kann als Pflanzendünger eingesetzt werden. Das bei den Zersetzungsvorgängen entstehende Biogas wird aufgefangen und durch Verbrennung in CO<sub>2</sub> umgewandelt, wobei Energie gewonnen werden kann.

Die gezielte biologische Verwertung von Produkten ist nicht mit einer Deponierung zu verwechseln, welche grundsätzlich vermieden werden sollte. Zwar finden auch auf Deponien<sup>78.229</sup> biologische Abbauprozesse statt, aufgrund unterschiedlicher Ausgangs- und Prozessbedingungen führt die Deponierung jedoch im Allgemeinen zu höheren Treibhausgasemissionen.

Unabhängig davon welches Recyclingverfahren zum Einsatz kommt, entscheiden oft rein wirtschaftliche Aspekte und die Qualität des gewonnenen Rezyklates darüber, ob ein Material überhaupt recycelt wird. Für die Entscheidung wesentlich ist, ob ein Absatzmarkt für das Rezyklat vorhanden ist und die Kosten für die Wiederaufbereitung vergleichbar mit jenen für die Beschaffung des Primärmaterials sind. Da diese Voraussetzungen häufig nicht gegeben sind, landen viele potenziell recycelbare Stoffe dennoch nur zur thermischen Verwertung in einer Müllverbrennungsanlage<sup>78.229</sup>. Außerdem ist ein wirtschaftlich rentables Recycling auf eine konstante Versorgung mit wiederverwertbaren Materialien angewiesen.

Grundsätzlich lassen sich zwei Kategorien von Rezyklaten gemäß ihrer Herkunft unterscheiden: «Post-Industrial Recyclate» (PIR) und «Post-Consumer Recyclate» (PCR).<sup>219</sup> PIR sind industrielle Produktionsabfälle, die häufig in hoher Qualität und unvermischt vorliegen. In der Regel verfügen herstellende Firmen über detaillierte Informationen zur Materialzusammensetzung ihrer Abfälle, sodass ein gezieltes und hochwertiges Recycling attraktiv, relativ einfach und oft sogar im eigenen Produktionsprozess möglich ist. Der Begriff PCR hingegen bezeichnet Materialien, die nach ihrer Verwendung von Endverbraucher:innen als Abfall in Haushalten oder Gewerbe anfallen und gesammelt werden. Eine Herausforderung beim Recycling von PCR ist die Identifizierung des Ursprungsmaterials, dessen sortenreine Trennung und eine mögliche Kontamination mit anderen Stoffen oder Materialien.

Im Zusammenhang mit Recycling werden manchmal die Begriffe Upcycling und Downcycling verwendet. Upcycling hat im engeren Sinne jedoch nichts mit Recycling als

Verwertungsmethode zur Wiederaufbereitung von Stoffen zu tun. Upcycling beschreibt vielmehr eine Methode der Wiederverwendung (Re-Use)<sup>78.97</sup>, bei der Abfallmaterialien durch kreative Aufwertung länger nutzbar gemacht und sogar wertsteigernd verändert werden können. Downcycling, auch als «degradatives Recycling» bezeichnet, ist der Prozess der Wiederverwendung von Abfällen, bei dem Stoffe mit einer Wertminderung entstehen. Ein Beispiel hierfür ist das Recycling von verschiedenen Kunststoffen, die miteinander vermengt werden. Dadurch gehen ihre ursprüngliche Reinheit und Qualität verloren und sie können danach nicht mehr in Kreisläufen erhalten bleiben.

### **Müllverbrennungsanlage und Deponie**

Noch immer wird die Mehrzahl nicht mehr benötigter Güter und Stoffe verbrannt oder deponiert statt wiederverwendet.<sup>220</sup> Jedes Land hat seine eigene Abfallwirtschaftsstrategie, wobei tendenziell in wirtschaftlich schwächeren Ländern die Deponierung von Abfällen verbreiteter ist als in wirtschaftlich stärkeren Ländern, in denen die Entsorgung meist über Müllverbrennungsanlagen geregelt ist. Einige Länder, so beispielsweise die Schweiz, haben ein Abfallsorgungskonzept, das Mülldeponien verbietet, doch viele Staaten in Europa setzen immer noch auf Mülldeponien. Müllverbrennungsanlagen bzw. Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) und Deponien sind Ausdruck einer linearen Wirtschaftsweise.

Die Entsorgung von Abfällen auf Deponien war lange Zeit die gängige Methode, da die Abfälle konzentriert und somit nicht unkontrolliert in der Umwelt verteilt wurden. Deponien bergen jedoch eine Reihe von Risiken, die es zu vermeiden gilt:

**Umweltschäden** Mülldeponien können toxische Chemikalien und Schadstoffe in den Boden und das Grundwasser freisetzen. Dies kann zu langfristigen Umweltschäden und zur Kontamination von Trinkwasserressourcen führen.

**Luftverschmutzung** Deponien emittieren Methan (CH<sub>4</sub>), ein sehr wirksames Treibhausgas, das zur globalen Klimaerwärmung beiträgt. Auch andere Schadstoffe können in die Luft gelangen, was die Luftqualität beeinträchtigt.

**Gesundheitsrisiken** Menschen, die in der Nähe von Mülldeponien leben, sind einer erhöhten Gefahr von Gesundheitsproblemen wie Atemwegserkrankungen und anderen schwerwiegenden Krankheiten ausgesetzt, die durch die Exposition gegenüber gefährlichen Chemikalien und Giften verursacht werden.

**Verlust von Lebensraum** Mülldeponien beanspruchen grosse Flächen, die sonst als Lebensraum dienen könnten. Dies trägt zum Verlust der Biodiversität bei.

**Ressourcenverschwendungen** Auf Mülldeponien landen viele Materialien, die recycelt oder wiederverwendet werden könnten. Dadurch werden wertvolle Ressourcen und Energie verschwendet, die unwiderruflich verloren gehen.

In der EU gilt seit 1999 die Richtlinie 1999/31/EG, die darauf abzielt, negative Auswirkungen der Ablagerung von Abfällen auf Oberflächenwasser, Grundwasser, Boden, Luft und die menschliche Gesundheit zu vermeiden oder zu mindern. Dabei werden Deponien in drei Kategorien eingeteilt<sup>221</sup>: Deponien für gefährliche Abfälle, Deponien für ungefährliche Abfälle und Deponien für inerte Abfälle, das heißt Abfälle, die nicht abgebaut oder verbrannt werden können, wie Beton, Gips, Fliesen usw. Alle EU-Länder müssen innerstaatliche Strategien zur schrittweisen Verringerung der Mengen von biologisch abbaubarem Abfall auf Deponien anwenden. Derzeit werden vor allem in den Ländern Süd- und Osteuropas noch sehr grosse Mengen der Abfälle auf Deponien entsorgt.

Für die Entwicklung hin zu einer Kreislaufwirtschaft muss der Anteil an recycelten Stoffen massiv erhöht werden, denn verbrannte oder deponierte Stoffe sind grösstenteils unwiederbringlich verloren. Doch auch die Abfallbeseitigung über thermische Prozesse ist nicht unproblematisch. Inwieweit die «thermische Verwertung» in einer Müllverbrennungsanlage als vorteilhaft bezeichnet werden kann, hängt von mehreren Faktoren ab:

**Filterung der Abluft** Bei Verbrennungsprozessen entstehen zum Teil giftige Stoffe, die ohne spezielle Massnahmen mit der Abluft in die Umwelt gelangen. Deshalb ist die Filterung der Abluft einer Müllverbrennungsanlage von entscheidender Bedeutung. In der Regel ist sie durch länderspezifische Luftreinhalteverordnungen gesetzlich geregelt.<sup>222</sup> Während giftige Stoffe aus der Abluft gefiltert und separat deponiert werden können, entsteht bei Verbrennungsprozessen aber auch das Treibhausgas CO<sub>2</sub>. Zwar ermöglichen technische Lösungen mit Rückgewinnungssystemen das Einfangen des klimaaktiven CO<sub>2</sub>, diese sind jedoch sehr kostenintensiv. Zudem bleibt es eine Herausforderung, aufgefangenes CO<sub>2</sub> dauerhaft zu lagern oder in industrielle Prozesse einzuspeisen.

**Rückführung von Rohstoffen** Die Rückgewinnung einzelner Rohstoffe aus einer Müllverbrennungsanlage ist technisch herausfordernd, kann aber durchaus lohnend sein. Moderne Müllverbrennungsanlagen haben der Verbrennung vor- und nachgeschaltete Prozesse, um beispielsweise Metalle aus der Schlacke auszuscheiden.<sup>223</sup> Neben Stahl betrifft dies auch Halbedel- und Edelmetalle wie Platin, Silber oder Gold. Diese Abtrennung metallischer

[126–127]  
Die ZAV Recycling AG in Hinwil in der Schweiz ist eine der weltweit ersten Anlagen, die eine umfassende und hocheffiziente Metallrückgewinnung aus der Schlacke von Kehrichtverwertungsanlagen ermöglicht. Dabei werden Eisen- und Nichteisenmetalle in einer Grobschlackenaufbereitung aus der Schlacke abgeschieden und in verschiedene Fraktionen eingeteilt. Nichteisenmetalle kleiner als 15 mm werden mit einem Trenntisch nach Dichte getrennt, sodass das Aluminium-Granulat direkt den Schmelzwerken zugeführt werden kann.

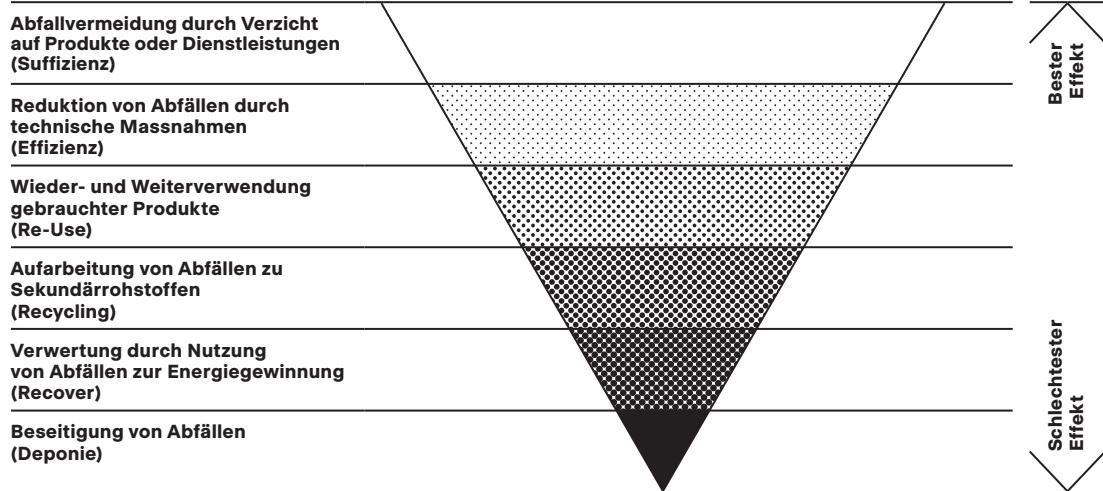
Rohstoffe ist eine Form des Urban Mining<sup>224</sup> und ein wichtiger Beitrag zur Reduzierung unwiderruflicher Stoffverluste (Dissipation<sup>225</sup>).



**Nutzung der Abwärme** Bei Verbrennungsprozessen entsteht Energie in Form von Wärme. Die Abwärme aus Verbrennungsprozessen wird vielerorts als Fernwärme an Haushalte verteilt und abgegeben. Sie kann aber auch von der Industrie oder von Landwirtschaftsbetrieben genutzt werden, weshalb sich in den Einzugsgebieten einer Müllverbrennungsanlage oft warmluftabhängige Betriebe ansiedeln. So können zum Beispiel Gewächshäuser für den Anbau von Nahrungsmitteln beheizt werden, was nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch sinnvoll ist.

Werden Produkte so gestaltet, dass sie nicht im Stoffkreislauf erhalten bleiben, gelangen auch unbedenkliche und recyclingfähige Stoffe in eine Müllverbrennungsanlage. Die dort als Schlacke vermengten Stoffe werden deponiert und gelten damit als kontaminiert. Dadurch tragen alle nicht verwerteten oder nicht ordnungsgemäss entsorgten Produkte zur Anhäufung einer stetig wachsenden Altlast bei. Aus diesem Grund gilt generell der Grundsatz «Verwertung vor Deponierung».

## Zero Waste Pyramid [128]



### Dissipation von Stoffen

Das Wort Dissipation leitet sich vom lateinischen «dissipatio» ab, was so viel wie «Zerstreuung» bedeutet. Im Zusammenhang mit nachhaltigen Prozessen bezeichnet Dissipation den Verlust von Stoffen, die durch menschliche Produktionsprozesse und Produkte in die Umwelt gelangen. Bei der Dissipation werden Stoffe über Luft, Wasser oder Boden in der Umwelt verteilt. Dies führt einerseits zu einer Verringerung der verfügbaren Rohstoffe und andererseits zu einer Belastung der Umwelt.

Verluste durch Dissipation sind grundsätzlich allen technischen Prozessen und Produkten eigen und lassen sich nicht gänzlich vermeiden. Bei der Herstellung und Nutzung, aber auch bei der Entsorgung von Produkten werden kontinuierlich Stoffe in kleinsten Mengen dissipiert. Danach liegen diese Stoffe nur noch in geringen Konzentrationen oder Gemischen vor, sodass eine Rückgewinnung als Rohstoff meist unwirtschaftlich oder gar unmöglich ist.<sup>224</sup> Die Dissipation von Stoffen in die Umwelt bei Nutzungs- und Produktionsprozessen erfolgt auf unterschiedliche Weise:

**Dissipation durch (Ab-)Nutzung** Aus mechanischer Sicht entsteht Dissipation durch Reibung. Eine häufige Art der Dissipation ist der Materialabtrag von Oberflächen durch Nutzung, zum Beispiel beim Abrieb von Schuhsohlen, Autoreifen, Bremsscheiben, Schienennetzen, lackierten Oberflächen oder ganz allgemein von Verschleißteilen. So setzt beispielsweise der Gummiabrieb von Autoreifen grosse Mengen an Mikroplastik frei. Die abgeriebenen Partikel verteilen sich in der Umwelt und stellen als Feinstaub zugleich ein Gesundheitsrisiko dar. Auch flüssige oder wasserlösliche Produkte wie Reinigungsmittel,

[129]  
Die Dissipation von Stoffen in die Umwelt erfolgt über Luft, Wasser oder Boden. Eine häufige Form dieser Zerstreuung von Stoffpartikeln ist der Materialabtrag durch Abnutzung. Ein Beispiel hierfür ist der Abrieb von Autoreifen, bei dem grosse Mengen Mikroplastik freigesetzt werden. Die abgeriebenen Partikel verteilen sich in der Umwelt und stellen als Feinstaub ein Gesundheitsrisiko dar. Stoffverluste durch Reibung sind allen mechanischen Prozessen eigen und lassen sich nicht vollständig vermeiden.

Pharmazeutika oder Kosmetika geben bei ihrem Gebrauch Stoffe an die Umwelt ab. So gelangen viele Inhaltsstoffe von Waschmitteln, Salben, Tabletten, Duschgels, Deos oder Sonnencremes über das Abwasser in Flüsse und ins Meer. Durch die Verdünnung im Wasser gehen auch diese Stoffe als nutzbare Rohstoffe unwiederbringlich verloren. Hinzu kommt, dass viele dieser Stoffe in der Umwelt nur sehr langsam abgebaut werden.

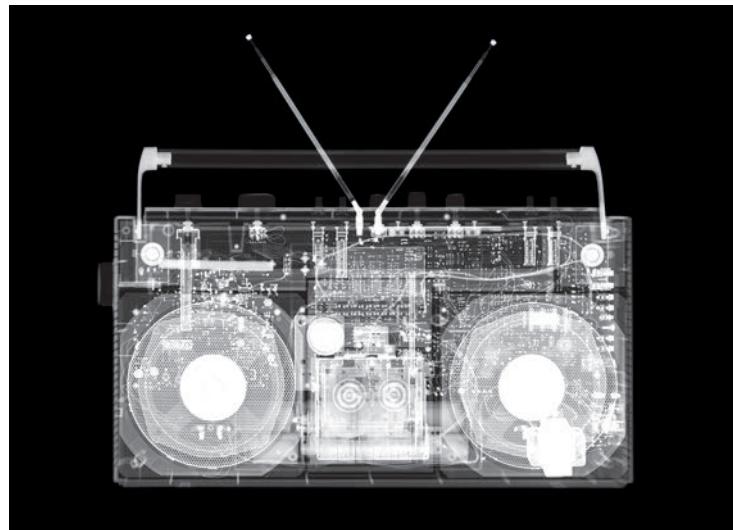
Eine weitere Form der Dissipation durch Abnutzung ist Korrosion. Dabei werden Rohstoffe etwa in Form von Rost, der sich von Metallteilen löst, an die Umwelt abgegeben.



**Dissipation durch Verluste** Die gegenwärtige lineare Wirtschaftsweise erzeugt grundsätzlich einen hohen Grad an Dissipation von Material. Viele Produkte bestehen aus komplexen Konstruktionen oder Verbundmaterialien, bei denen die einzelnen Rohstoffanteile nicht getrennt und damit oft nicht recycelt werden können. Zum Beispiel sind Elektrogeräte aus einer Vielzahl kleinster Komponenten und Materialien zusammengesetzt, sodass sich

beim Rückbau Stoffverluste kaum vollständig vermeiden lassen. Bei billigen Einwegprodukten wie Kunststoffverpackungen, Spielzeug oder Schreibwaren sind neben der problematisch kurzen Nutzungsdauer auch die eingeschränkte Recyclingfähigkeit<sup>7S.225</sup> mancher Materialien, die fehlende Infrastruktur für eine kontrollierte Entsorgung und das Littering Gründe für Materialverluste. So gelangt weltweit ein Grossteil der Abfälle direkt in die Umwelt, sei es als Mikropartikel in Gewässer und Böden oder als Emissionen in die Luft.

Auch bei einer kontrollierten Entsorgung gehen viele der im Abfall enthaltenen Rohstoffe verloren, indem sie als Schlacke aus einer Müllverbrennungsanlage<sup>7S.229</sup>, als Klärschlamm aus einer Abwasserreinigungsanlage oder als Bauschutt auf einer Deponie landen. Die in diesen Ablagerungen enthaltenen Rohstoffe, zum Beispiel Metalle, können nur durch aufwendige und energieintensive Extraktionsverfahren zurückgewonnen werden. Aufgrund technischer und wirtschaftlicher Grenzen wird dies jedoch nur sehr selten durchgeführt, weshalb auch rare Stoffe wie Gold, Platin, Cadmium oder Kobalt auf diese Weise dissipieren und somit verloren gehen.



[130]  
Der Fotograf Nick Veasey röntgt Objekte, um ihre verborgenen Strukturen sichtbar zu machen. Das Röntgenbild einer Boombox zeigt eindrucksvoll, aus welch komplexem Verbund verschiedenster Komponenten und Materialien dieses Elektrogerät besteht.

Beim Rückbau des Geräts lassen sich viele dieser Bestandteile nur schwer trennen, was das Recycling erschwert. Oft landen Materialien schliesslich in einer Müllverbrennungsanlage und die darin enthaltenen Stoffe als Schlacke auf einer Deponie. Solche Stoffverluste sind kaum vollständig zu vermeiden. Daraus gehen viele wertvolle Rohstoffe wie Gold, Platin, Cadmium oder Kobalt verloren.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass ein vollständig geschlossener Stoffkreislauf in der Praxis nicht realisierbar ist. Dennoch können kreislauffähige Herstellungsprozesse und Produkte sowie intelligente und schonende Nutzungsweisen dazu beitragen, die Dissipation von Stoffen in die Umwelt drastisch zu reduzieren. Darüber hinaus sollten nach Möglichkeit nachwachsende Rohstoffe eingesetzt werden, bei denen aufgrund natürlicher, geschlossener Kreisläufe<sup>7S.86</sup> die Dissipation keine negativen Auswirkungen auf die Verfügbarkeit und Umwelt hat.

## Entropie

«Es ist eine Alltagserfahrung, dass alle Strukturen mehr oder weniger schnell ihre Ordnung einbüßen, wenn man nicht ständig für die Wiederherstellung dieser Ordnung etwas tut.»<sup>225</sup> So bleibt eine aufgeräumte Wohnung nicht in diesem ordentlichen Zustand. Denn wenn nicht ständig aufgeräumt, gewartet, repariert<sup>7S.222</sup> und ersetzt wird, löst sich die Wohnung langsam in ihre Bestandteile auf und kann irgendwann nicht mehr bewohnt werden. Diese Tendenz der Dinge, von Ordnung zur Unordnung überzugehen, entspringt einem erfahrbaren universellen Naturgesetz. Die physikalische Erklärung dazu liefern der erste und zweite Hauptsatz der Thermodynamik. Der erste Hauptsatz, der Energieerhaltungssatz, besagt, dass Energie<sup>7S.172</sup> in einem geschlossenen System weder erzeugt noch vernichtet, wohl aber umgewandelt werden kann. Relativiert wird diese Tatsache durch den zweiten Hauptsatz, das Entropiegesetz, demzufolge Energieumwandlung immer mit Verlusten verbunden ist, in denen die Entropie ständig zunimmt, weil Energie von höheren zu niedrigeren Konzentrationen zerstreut wird, bis irgendwann ein thermodynamischer Gleichgewichtszustand erreicht wird. Entropie in physikalischen Prozessen tritt als Wärmeverlust und als Dissipation<sup>7S.232</sup> von Materie in die Umgebung auf. Daher kann kein physikalischer Prozess ohne Energiezufuhr rückgängig gemacht werden: Ein zerbrochenes Glas wird sich nicht spontan wieder zusammenfügen, eine Wohnung wird nicht ohne weiteres Zutun in einen aufgeräumten Zustand zurückversetzt werden. Die Zunahme von Entropie ist also mit einem Verlust an Ordnung und damit auch an Information verbunden. «Entropie ist also nicht nur ein Mass für den Energieverlust, sondern auch ein Mass für die Nichtumkehrbarkeit von Vorgängen, für deren Irreversibilität.»<sup>226</sup>

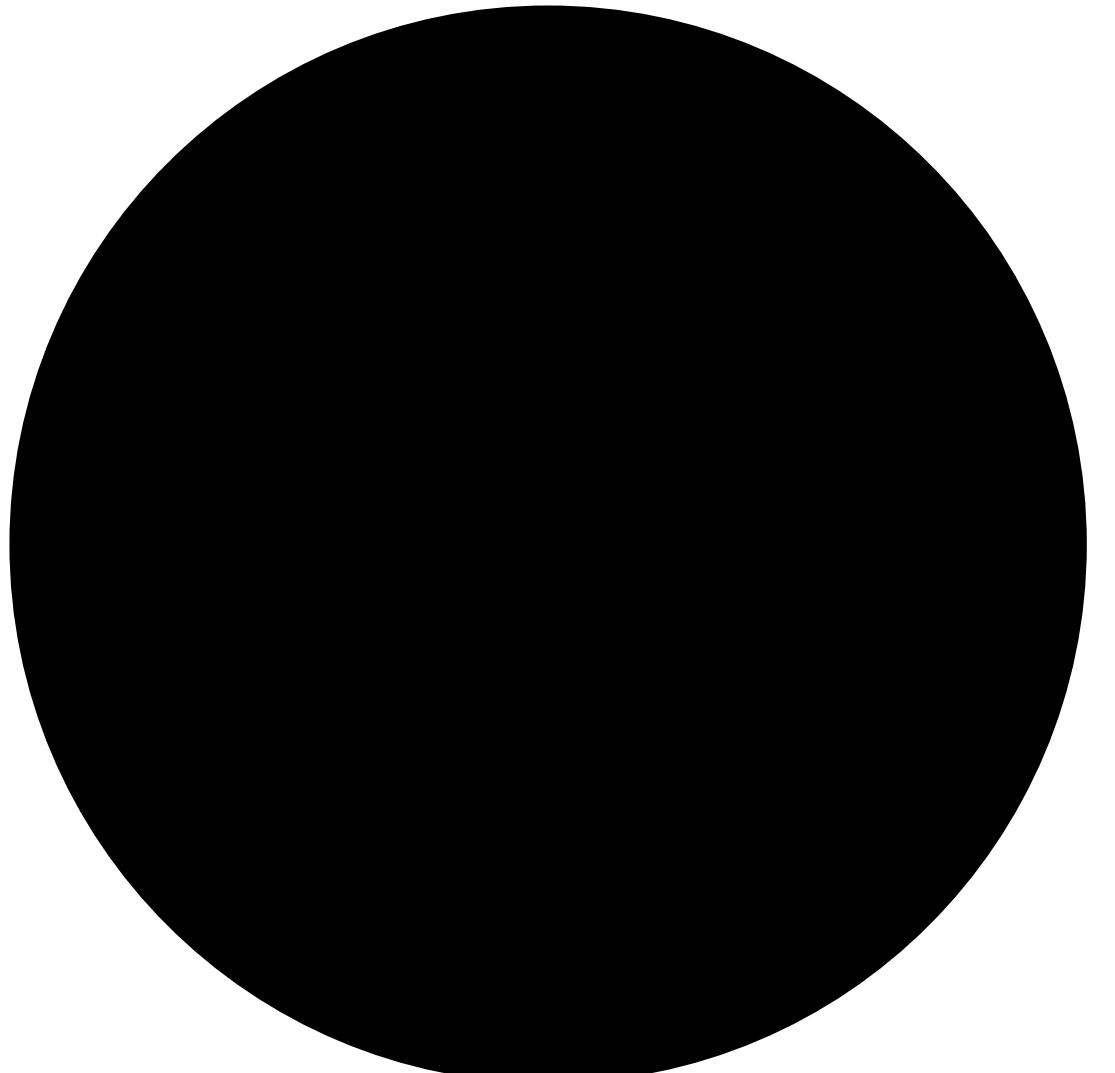
«Umgekehrt ist es aber durchaus möglich, dass unter ganz bestimmten Bedingungen aus molekularem Chaos Ordnung entstehen kann. Der gesamte Verlauf der Evolution, der von der Bildung von Galaxien, Sternen und Planeten bis hin zur Entstehung von Leben in seiner Strukturierung in ökologische und soziale Gemeinschaften führte, ist ein Beweis davon.»<sup>227</sup> «Lebende Wesen sind durch die Aufnahme von freier Energie aus der Umgebung in der Lage, sich in eine Richtung zu entwickeln, die dem Entropieprozess genau entgegengesetzt ist.»<sup>228</sup> Organismen wandeln mithilfe von Energie niedere Ordnung in höhere Ordnung um. Durch den Stoffwechsel (Metabolismus), das heisst die Aufnahme von Energie, direkt in Form von Sonnenlicht oder indirekt durch Nahrung, und die Abgabe von Entropie in Form von Reststoffen und Abwärme an die Umgebung, wird Leben erst möglich. Diese Stoffwechselprozesse der Organismen sind in Stoffkreisläufe eingebunden, die sich im Laufe der Erdgeschichte herausgebildet haben. «Die Gesamtheit aller

Prozesse in den Ökosystemen der Erde sind so aufeinander abgestimmt, dass Materie in ökologischen Kreisläufen laufend recyklert wird. Es gibt keinen Abfall, (...) sondern jeder Output ist gleichzeitig wieder Ressource für ein anderes System.»<sup>229</sup> So ist der Abfall des einen Organismus die Nahrung des anderen, sind Abbau- und Aufbauprozesse in interagierende Ökosysteme eingebettet, die zusammen die in Kreisläufen funktionierende Ökosphäre bilden. Aus diesem System können durch den Menschen nun bestimmte Mengen als Ressourcen entnommen werden. Eine nachhaltige Nutzung derselben ist aber nur dann gegeben, wenn den Ökosystemen nur so viele Ressourcen entzogen werden, wie diese langfristig erneuern können.

Im Gegensatz zum ökologischen Kreislaufsystem ist das vorherrschende technische Wirtschaftssystem (die Bewirtschaftung von Ressourcen) linear organisiert. Es kann als offenes System charakterisiert werden: Niedrige Entropie wird der Erde in Form von Ressourcen entnommen und hohe Entropie wird dem Ökosystem in Form von Abfällen und Abwärme wieder zugeführt. Da die Entnahme aber nicht nur im Ökosystem zirkulierende, also erneuerbare Ressourcen betrifft, sondern zusätzlich nicht erneuerbare, fossile Stoffe, die aus der Erdkruste entnommen werden, wird die Ökosphäre durch die bei der Nutzung freigesetzten Emissionen zusätzlich mit einer Entropiezunahme belastet. Ein bekanntes Beispiel ist die anthropogene Freisetzung grosser Mengen von fossil gespeichertem Kohlenstoff. Das bei der Verbrennung freigesetzte Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) kann von der Ökosphäre nicht vollständig aufgenommen werden, was zu einer Verstärkung des Treibhauseffekts in der Atmosphäre und damit zu einer Veränderung des globalen Klimas mit weitreichenden Folgen für die Umwelt führt. Aber auch Stoffe, die aus der Technosphäre in die Ökosphäre emittiert werden, können die Funktionsfähigkeit der Ökosphäre vermindern. Um diese in der Umwelt verteilten Stoffe wieder einzufangen oder die entstandenen Schäden zu beheben, muss zusätzlich Energie aufgewendet werden, was wiederum die Entropie in der Ökosphäre erhöht. Diese Tatsache betrifft nicht nur Schadstoffe<sup>7s.179</sup>, sondern auch Ressourcen: «Wird eine Ressource immer intensiver genutzt, so muss zu immer ungünstigeren Lagerstätten übergegangen werden, in welchen die Ressource in immer geringerer Konzentration vorkommt. Zur Extraktion einer Ressourceneinheit sind somit steigende Energiemengen notwendig, und umso mehr wird die Entropie in der Umgebung des Systems, das heisst der Umwelt, erhöht.»<sup>230</sup> Seitdem diese Probleme erkannt wurden, wird nach alternativen Konzepten gesucht, um die Auswirkungen auf das Ökosystem zu minimieren und damit die eigenen Lebensgrundlagen nicht zu zerstören. Das Prinzip der Kreislaufwirtschaft<sup>7s.86</sup> ist der Versuch, die Entropieerzeugung der Technosphäre zu minimieren,

indem Stoffkreisläufe geschlossen und ausschliesslich durch erneuerbare Energien gespeist werden. Selbst wenn dieses technische Konzept einer kreislauforientierten Energie- und Stoffwirtschaft realisiert werden könnte, müsste aber auch das ökonomische Wirtschaftssystem entsprechend angepasst werden, um den Entropiezuwachs ökologisch verträglich zu begrenzen. Das gegenwärtige kapitalistische Wirtschaftssystem kann sich aber nur durch Steigerung erhalten, folgt also dem Gesetz des exponentiellen Wachstums. Bei einer durchschnittlichen Wachstumsrate von 2,8 Prozent bedeutet dies eine Verdoppelung der Wirtschaftsleistung alle 26 Jahre und damit auch der weltweiten Güterproduktion.<sup>231</sup>

Biologische, technische und soziale Systeme müssen ganzheitlich betrachtet werden, um die heutige Wirtschaftsweise ökologisch nachhaltig zu transformieren. Wie bereits in den 1970er Jahren in der viel zitierten Studie *Die Grenzen des Wachstums*<sup>232</sup> des Club of Rome festgestellt wurde, ist unbegrenztes Wachstum auf einer begrenzten Erde nicht möglich, da die ökologischen Räume nicht mit dem Wirtschaftswachstum und seinem stetig steigenden Ressourcenbedarf mitwachsen. Mit anderen Worten: Das System Erde kann die mit ungehemmtem Wirtschaftswachstum verbundene Entropiezunahme nicht aufnehmen. Ein grundlegend anderes Verhältnis zu Arbeit, Konsum und Natur ist also angezeigt. Denn aus thermodynamischer Sicht gilt: «Die Herstellung eines Gutes kann (...) nicht wieder rückgängig gemacht werden.»<sup>233</sup>



## Glossar, Abkürzungen

<b>CCS-Technologie</b> «Carbon Capture and Storage Technology», Technologie, mit der am Ort des CO <sub>2</sub> -Austritts, beispielsweise bei einem Kamin, das CO <sub>2</sub> eingefangen und in einer Lagerstätte deponiert wird	<b>DIT</b> «Do it together», ergänzende Bezeichnung der DIY-Bewegung mit Betonung auf der gemeinschaftlichen Betätigung	<b>FSC</b> «Forest Stewardship Council», global anerkannte Zertifizierungsstelle für nachhaltige Wald- bzw. Holzbewirtschaftung
<b>CERES</b> «Coalition for Environmentally Responsible Economics», investor:innen-orientierte Umweltorganisation	<b>DIY</b> «Do it yourself», eine Bewegung mit der Absicht, Dinge durch Eigentätigkeit herzustellen	<b>Gender Data Gap</b> Die «Geschlechter-Datenlücke», das Fehlen oder die Unterrepräsentation eines Geschlechts in relevanten gesellschaftlichen Bereichen
<b>CITES</b> «Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora», erstes übergeordnetes Artenschutzabkommen (1973), auch bekannt als Washingtoner Artenschutzabkommen	<b>DPP</b> «Digitaler Produkt-pass», Datensatz zur Speicherung aller relevanten produkt- und materialbezogenen Informationen entlang einer Lieferkette	<b>GFK</b> «Gewaltfreie Kommunikation»
<b>Agenda 2030</b> Zielsetzung für eine nachhaltige Entwicklung, die an der Umweltkonferenz «RIO+20» der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung festgelegt wurden	<b>EGMR</b> «Europäischer Gerichtshof für Menschenrechte», auf Basis der Europäischen Menschenrechtskonvention eingerichteter Gerichtshof mit Sitz in Strassburg	<b>Global Living Wage Coalition</b> Koalition zur Regelung und Wahrung globaler Lebensbedingungen von Arbeitnehmenden
<b>AUE</b> «Amt für Umwelt und Energie», schweizerische kantonale Amtsstelle für Energie, Abfallbewirtschaftung, Gewässerschutz, Lärmschutz, Altlastensanierung und Landwirtschaft	<b>EMAS</b> «Eco Management and Audit Scheme», europäische Verordnung und Gemeinschaftssystem für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung	<b>GOTS-Zertifikat</b> «Global Organic Textile Standard», Öko- und Sozialstandard der Textilbranche
<b>BAFU</b> «Bundesamt für Umwelt», schweizerisches Amt, zuständig für internationale Umweltpolitik, nachhaltige Ressourcenutzung, Schutz vor Naturgefahren sowie den Erhalt der Biodiversität und Landschaftsqualität	<b>End of Life</b> «Lebensende», bezeichnet das Lebensende eines Produkts, also den Zeitpunkt, zu dem kein Wiedereinsatz mehr möglich ist	<b>Greenguard</b> «Grüner Wächter», Gütesiegel mit dem Ziel, den Gehalt von Chemikalien und anderen Schadstoffen in Innenräumen zu verringern
<b>BCI</b> «Better Cotton Initiative», Initiative zur Förderung einer nachhaltigen Baumwollproduktion	<b>End-of-Pipe-Lösung</b> «Am Ende der Röhre», bezeichnet Umweltschutzmassnahmen innerhalb einer Industriestätte durch der Produktion nachgeschaltete Lösungen vor dem Übertritt von Stoffen in die Umwelt	<b>GRI</b> «Global Reporting Initiative», Organisation für Standardisierung und Kontrollvorgaben zur Erstellung von Nachhaltigkeitsberichten
<b>BIM</b> «Building Information Modelling», ganzheitlich erfasste digitale Gebäude-daten	<b>COC</b> «Chain of Custody», Kette der Nachvollziehbarkeit bei Gütesiegeln	<b>GS</b> «Geprüfte Sicherheit», unabhängige Kontrollinstanz zertifizierungspflichtiger Labels
<b>Blauer Engel</b> Deutsches Umweltzeichen für umweltfreundliche Produkte und Dienstleistungen	<b>End of Use</b> «Ende der Nutzung», bezeichnet das Nutzungsende eines Produkts, was nicht bedeutet, dass kein Wiedereinsatz mehr möglich ist	<b>IPCC</b> «Intergovernmental Panel on Climate Change», Umweltprogramm der UN als eine Art zwischenstaatlicher Weltklimarat
<b>Brundtland-Bericht</b> Ein 1987 unter der Leitung von Gro Harlem Brundtland verfasster Bericht der Brundtland-Kommission mit dem Titel «Unsere gemeinsame Zukunft» (Our Common Future)	<b>COP</b> «Conference of Parties», seit 1995 fast jährlich stattfindende Vertragsstaatenkonferenz	<b>ISO</b> «International Standard Organization», internationaler Normierungsstandard
	<b>Cradle to Cradle (C2C)</b> Von der Wiege zur Wiege statt «von der Wiege zur Bahre», Zertifizierungs-institution und Begriff im Zusammenhang mit der Kreislaufwirtschaft	<b>IVN</b> «Internationaler Verband der Naturtextilwirtschaft» für umweltverträgliche und sozial verantwortliche Herstellung von Naturfasertextilien
	<b>CSR</b> «Corporate Social Responsibility», sozial verantwortungsvolle Unternehmensführung	<b>KI</b> «Künstliche Intelligenz», Informatikgebiet zur Entwicklung und Anwendung intelligenter Systeme
	<b>ESPR</b> «Ecodesign for Sustainable Products», 2024 in Kraft getretene europäische Ökodesign-Verordnung	<b>Fairtrade</b> «Fairer Handel», partnerschaftliche, auf Sozialstandards basierende Handelsbeziehungen; Gütesiegel für faire Arbeitsbedingungen entlang der Lieferkette
		<b>KISS-Prinzip</b> «Keep it simple and stupid», Aufforderung, bei der Entwicklung

von Produkten jeweils möglichst einfache Lösungen anzustreben	<b>Pariser Klimaabkommen</b> Umweltkonferenz in Paris, die unter anderem das vielbeachtete 1,5-Grad-Ziel zur Eindämmung der globalen Erderwärmung festlegte (2015)	<b>REACH</b> «Registration, Evaluation and Authorisation of Chemical Substances», Verordnung der Europäischen Union zum Schutz vor Risiken durch Chemikalien	Produkte oder einer Dienstleistung erfasst, nicht nur die Anschaffungskosten	<b>Quellen</b>	<b>Handbuch Nachhaltige Produktion</b> , München: Carl Hanser Verlag, S. 6.
<b>KLW</b> «Kreislaufwirtschaft»	<b>PCR</b> «Product Category Rules», definieren die Vergleichsbasis für verschiedene Produkte und Dienstleistungen wie sie beispielsweise zur Erstellung einer Umweltdeklaration erforderlich sind	<b>ReCiPe</b> Bewertungsansatz für Umweltauswirkungen von Produkten und Dienstleistungen, der in Lebenszyklusanalysen eingesetzt wird und sich aus den Akronymen dreier früherer Ökobilanzmethoden zusammensetzt	<b>TÜV</b> «Technischer Überwachungsverein», unabhängige Kontrollinstanz zertifizierungspflichtiger Labels	<b>9</b> Wirtz, Markus Antonius (Hrsg.) (o. J.), «Kognitive Dissonanz», in: Dorsch: Lexikon der Psychologie, dorsch.hogrefe.com/stichwort/kognitive-dissonanz (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025); Festinger, Leon (1957), <i>A Theory of Cognitive Dissonance</i> , Stanford (Kalifornien): Stanford University Press (deutsch: <i>Theorie der kognitiven Dissonanz</i> , Göttingen: Hogrefe Verlag (2019)).	<b>24</b> Buchholz et al. (2024), in: Zäh, S. 27.
<b>KPI</b> «Key Performance Indicator», Schlüsselkennzahl zur Messung und Bewertung von Fortschritt, Effektivität oder Effizienz von Dienstleistungen, Projekten oder Produkten	<b>KVA</b> «Kehrichtverbrennungsanlage»	<b>Triple-Bottom-Line</b> Ansatz zur Verflechtung ökonomischer, ökologischer und sozialer Aspekte	<b>UBP</b> «Umweltbelastungspunkte», Einheit zur Messung ökologischer Belastungen in Ökobilanzen und Lebenszyklusanalysen	<b>10</b> Rosa, Hartmut (2018), <i>Resonanz. Eine Soziologie der Weltbeziehung</i> , Berlin: Suhrkamp Verlag, S. 673.	<b>25</b> Fuster, Thomas (16.4.2019), «Streaming ist das neue Fliegen – wie der digitale Konsum das Klima belastet», www.nzz.ch/wirtschaft/streaming-ist-das-neue-fliegen-wie-der-digitale-konsum-das-klima-schaedigt-ld.1474563 (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
<b>Kyoto-Protokoll</b> An der Umweltkonferenz in Kyoto getroffene Vereinbarung zur Verminderung des Treibhausgasausstosses (1997)	<b>PCR</b> «Post-Consumer Recyclate», Materialien, die nach ihrer Verwendung von Endverbraucher:innen als Abfall in Haushalten oder Gewerbe anfallen und für ein Recycling gesammelt werden	<b>Right to Repair</b> «Recht zu reparieren», Bemühung, kreislauffähige Produkte gesetzlich vorzuschreiben und mit einem Reparaturfähigkeitsindex zu kennzeichnen	<b>UN Global Compact</b> Weltgrößte gemeinnützige Organisation für nachhaltige Unternehmensführung	<b>11</b> Ebd., S. 271.	<b>26</b> Wagner, Robin (19.5.2020), «Die 2000-Watt-Gesellschaft. Das Konzept für nachhaltiges Wohnen», emonitor.ch/2000-watt-gesellschaft (zuletzt aufgerufen: 21.4.2025).
<b>LCA</b> «Life Cycle Assessment», Lebenszyklusanalyse	<b>PCB</b> «Polychlorierte Biphenyle», giftige, krebserregende organische Chlorverbindungen, verbreitet in Luft, Wasser und Boden, seit dem Stockholm Übereinkommen 2001 verboten	<b>Rio 92</b> Umweltkonferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro (1992)	<b>UNEP</b> «United Nations Environment Programme», Umweltprogramm der Vereinten Nationen	<b>12</b> Ebd., S. 298.	<b>27</b> Gleich, Ronald; Bartels, Peter; Breisig, Volker (Hrsg.) (2012), <i>Nachhaltigkeitscontrolling: Konzepte, Instrumente und Fallbeispiele für die Umsetzung</i> , Freiburg: Haufe-Gruppe, S. 100.
<b>Loop-Potenzial</b> Potenzieller Kreislauf, Gegenstände oder Konstruktionen, bei denen mit Qualitätsverlusten im Recyclingprozess zu rechnen ist	<b>PEFC</b> «Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes», europäische Zertifizierungsstelle für nachhaltige Wald- bzw. Holzbewirtschaftung	<b>SAI</b> «Social Accountability International», amerikanische NGO und Zertifizierung der Norm SA8000 für Sozialstandards	<b>UNO</b> «United Nations Organization», Organisation der Vereinten Nationen	<b>13</b> Ebd., S. 53.	<b>28</b> ISO 14025:2006, <i>Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations – Principles and procedures</i> , www.iso.org/standard/38131.html (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
<b>Made in Green</b> Nachverfolgbares Produktlabel von Oeko-Tex für alle Arten von Textilien und Lederartikeln	<b>PET</b> «Polyethylenterephthalat», ein thermoplastischer und hervorragend recyclingfähiger Kunststoff, der insbesondere zur Herstellung von Trinkflaschen und Textilfasern verwendet wird	<b>SBSC</b> «Sustainability Balanced Scorecard», Mittel zur Überprüfung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen im Rahmen einer unternehmerischen Leistung	<b>Urban Mining</b> Rohstoffgewinn durch den Rückbau von Konsum- und Infrastrukturgütern	<b>14</b> Ebd., S. 294.	<b>29</b> ISO 45001:2018, <i>Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use</i> , www.iso.org/standard/63787.html (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
<b>MBSR</b> «Mindfulness Based Stress Reduction», Programm zur Stressreduktion durch Achtsamkeitstrainings	<b>PIR</b> «Post-Industrial Recyclate», hochwertige industrielle Produktionsabfälle für Recycling, oft unvermischt und gut erhalten	<b>SDG</b> «Sustainable Development Goals», Nachhaltige Entwicklungsziele der UNO als Teil der Agenda 2030	<b>USG</b> «Umweltschutzgesetz», in der Schweiz seit 1985 in Kraft	<b>15</b> Michalak, Johannes; Nethling, Emily; Heidenreich, Thomas (5/2022), «Beschleunigung und Entschleunigung – Originalien», in: <i>Die Psychotherapie</i> , Berlin: Springer Medizin, S. 382.	<b>30</b> DIN (2.7.2024), «Circular Economy: Erste internationale Normen veröffentlicht. ISO 59000-Normenfamilie», www.din.de/de/din-und-seine-partner/presse/mitteilungen/circular-economy-erste-internationale-normen-veroeffentlicht-1100006 (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
<b>Netto-Null-Ziele</b> Nationale und internationale Zielsetzungen zur Reduktion von CO <sub>2</sub> mit der Absicht, das Gleichgewicht zwischen erzeugtem und in der Biosphäre gebundenem Kohlenstoff zu stabilisieren	<b>SGS</b> «Société Générale de Surveillance», unabhängige Kontrollinstanz zertifizierungspflichtiger Labels	<b>UVR</b> «Umweltvölkerrecht», Teil des Völkerrechts mit Umwelt als zentralem Schutzobjekt	<b>2</b> Brocchi, Davide (2024), <i>By Desaster or by Design? Transformative Kulturpolitik: Von der Polykrise zur systemischen Nachhaltigkeit</i> , Wiesbaden: Springer.	<b>16</b> Ebd., S. 383.	<b>31</b> ISO/TS 26030:2019, <i>Social responsibility and sustainable development – Guidance on using ISO 26000:2010 in the food chain</i> , www.iso.org/standard/71624.html (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
<b>NGO</b> «Non Governmental Organization», Nichtregierungsorganisation	<b>POP-Konvention</b> «Persistent Organic Pollutants», auf der Umweltkonferenz in Stockholm vereinbarte Konvention zur Verminde rung des Ausstosses persistenter, organischer Schadstoffe (2001)	<b>Smart Grids</b> «Intelligentes Stromnetz», optimal ausgelastetes und intelligentes elektrisches Versorgungssystem	<b>3</b> Lovelock, James (1991), <i>Das Gaia-Prinzip. Die Biographie unseres Planeten</i> , Zürich/München: Artemis und Winkler.	<b>17</b> Rosenberg, Marshall B. (2016), <i>Gewaltfreie Kommunikation</i> , Paderborn: Junfermann Verlag.	<b>32</b> ISO/Tc 260:2019, <i>Social responsibility and sustainable development – Guidance on using ISO 26000:2010 in the food chain</i> , www.iso.org/standard/71624.html (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
<b>Oeko-Tex</b> Gütesiegel der Textilbranche für ökologische und soziale Kriterien entlang der gesamten Wertschöpfungskette	<b>SWOT-Analyse</b> «Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats», Instrument zur Erfassung von Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken eines Vorhabens	<b>TCO</b> «Total Cost of Ownership», Konzept, das alle Kosten für Erwerb, Nutzung und Entsorgung eines	<b>4</b> Dudenredaktion (Hrsg.) (2020), Duden. <i>Das Herkunftswörterbuch: Etymologie der deutschen Sprache</i> , 6. Aufl., S. 573.	<b>18</b> Kabat-Zinn, Jon (2019), <i>Gesund durch Meditation. Das grosse Buch der Selbstheilung mit MBSR</i> , München: Knaur.	<b>33</b> Baur, Dorothea (26.4.2019), «CAS Management und Umwelt» [Vorlesungsfolien: Corporate Social Responsibility], Hochschule für Life Sciences FHNW.
<b>OSWA</b> «Open Source Hardware Association», gemeinnützige Organisation, die sich für offene Hardware einsetzt	<b>Ramsar-Konvention</b> Konvention zum Schutz von Feuchtgebieten internationaler Bedeutung (1971)		<b>5</b> Dudenredaktion (Hrsg.) (2018), Duden. <i>Das Bedeutungswörterbuch</i> , 5. Aufl., S. 689.	<b>19</b> Von Allmen, Fred (2007), <i>Buddhismus: Lehren – Praxis – Meditation. Das grosse Buch der Selbstheilung mit MBSR</i> , München: Knaur.	<b>34</b> Elkington, John (25.6.2018), «25 Years Ago I Coined the Phrase ‘Triple Bottom Line’. Here’s Why It’s Time to Rethink it», hbr.org/2018/06/25-years-ago-i-coined-the-phrase-triple-bottom-line-heres-why-im-giving-up-on-it (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
			<b>6</b> Rau, Thomas; Oberhuber, Sabine (2021), <i>Material Matters. Wie wir es schaffen, die Ressourcenverschwendungen zu beenden</i> , Berlin: Econ Verlag, S. 14/15.	<b>20</b> Skuban, Ralph (2019), <i>Yoga-Meditation: Einführung in vier Schritten</i> , München: Aquamarin-Verlag.	<b>35</b> Schneider, Daniel; Zäh, Michael F. (2024), «Motivation und Annahmen zur nachhaltigen Produktion», in: Zäh, Michael F. (Hrsg.),
			<b>7</b> Draser, Bernd; Sander, Elmar (2022), <i>Nachhaltiges Design. Herkunft, Zukunft, Perspektiven</i> , München: Econ Verlag, S. 14/15.	<b>21</b> Michalak, Nethling, Heidenreich (5/2022), S. 384.	<b>36</b> Global Reporting Initiative (GRI) (2022), «25 years as the catalyst for a sustainable future, 1997–2022», www.globalreporting.org/media/b15hgfc/gri-25-years-history.pdf (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
			<b>8</b> Schneider, Daniel; Zäh, Michael F. (2024), «Motivation und Annahmen zur nachhaltigen Produktion», in: Zäh, Michael F. (Hrsg.),	<b>22</b> Tokarski, Kim Oliver; Schellinger, Jochen; Berchtold, Philipp (2019), <i>Nachhaltige Unternehmensführung: Herausforderungen und Beispiele aus der Praxis</i> , Wiesbaden: Springer Gabler, S. 3.	<b>37</b> Buchholz et al. (2024), in: Zäh, S. 27.
				<b>23</b> Elkington, John (25.6.2018), «25 Years Ago I Coined the Phrase ‘Triple Bottom Line’. Here’s Why It’s Time to Rethink it», hbr.org/2018/06/25-years-ago-i-coined-the-phrase-triple-bottom-line-heres-why-im-giving-up-on-it (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>38</b> Fuster, Thomas (16.4.2019), «Streaming ist das neue Fliegen – wie der digitale Konsum das Klima belastet», www.nzz.ch/wirtschaft/streaming-ist-das-neue-fliegen-wie-der-digitale-konsum-das-klima-schaedigt-ld.1474563 (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
				<b>24</b> Wagner, Robin (19.5.2020), «Die 2000-Watt-Gesellschaft. Das Konzept für nachhaltiges Wohnen», emonitor.ch/2000-watt-gesellschaft (zuletzt aufgerufen: 21.4.2025).	<b>39</b> Wagner, Robin (19.5.2020), «Die 2000-Watt-Gesellschaft. Das Konzept für nachhaltiges Wohnen», emonitor.ch/2000-watt-gesellschaft (zuletzt aufgerufen: 21.4.2025).
				<b>25</b> Fuster, Thomas (16.4.2019), «Streaming ist das neue Fliegen – wie der digitale Konsum das Klima belastet», www.nzz.ch/wirtschaft/streaming-ist-das-neue-fliegen-wie-der-digitale-konsum-das-klima-schaedigt-ld.1474563 (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>40</b> DIN (2.7.2024), «Circular Economy: Erste internationale Normen veröffentlicht. ISO 59000-Normenfamilie», www.din.de/de/din-und-seine-partner/presse/mitteilungen/circular-economy-erste-internationale-normen-veroeffentlicht-1100006 (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
				<b>26</b> Wagner, Robin (19.5.2020), «Die 2000-Watt-Gesellschaft. Das Konzept für nachhaltiges Wohnen», emonitor.ch/2000-watt-gesellschaft (zuletzt aufgerufen: 21.4.2025).	<b>41</b> ISO/TS 26030:2019, <i>Social responsibility and sustainable development – Guidance on using ISO 26000:2010 in the food chain</i> , www.iso.org/standard/71624.html (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
				<b>27</b> Gleich, Ronald; Bartels, Peter; Breisig, Volker (Hrsg.) (2012), <i>Nachhaltigkeitscontrolling: Konzepte, Instrumente und Fallbeispiele für die Umsetzung</i> , Freiburg: Haufe-Gruppe, S. 100.	<b>42</b> ISO 14025:2006, <i>Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations – Principles and procedures</i> , www.iso.org/standard/38131.html (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
				<b>28</b> Rosa, Hartmut (2018), <i>Resonanz. Eine Soziologie der Weltbeziehung</i> , Berlin: Suhrkamp Verlag, S. 673.	<b>43</b> Global Reporting Initiative (GRI) (2022), «25 years as the catalyst for a sustainable future, 1997–2022», www.globalreporting.org/media/b15hgfc/gri-25-years-history.pdf (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
				<b>29</b> Wagner, Robin (19.5.2020), «Die 2000-Watt-Gesellschaft. Das Konzept für nachhaltiges Wohnen», emonitor.ch/2000-watt-gesellschaft (zuletzt aufgerufen: 21.4.2025).	<b>44</b> Schneider, Daniel; Zäh, Michael F. (2024), «Motivation und Annahmen zur nachhaltigen Produktion», in: Zäh, Michael F. (Hrsg.),

- «SA8000® Standard», [sa-intl.org/programs/sa8000](http://sa-intl.org/programs/sa8000) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 45** Umweltbundesamt (16.5.2024), «Neue EU-Regeln gegen Greenwashing verabschiedet», [www.umweltbundesamt.de/themen/neue-eu-regeln-gegen-greenwashing-verabschiedet](http://www.umweltbundesamt.de/themen/neue-eu-regeln-gegen-greenwashing-verabschiedet) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 46** [www.ramsar.org](http://www.ramsar.org) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 47** [www.cites.org](http://www.cites.org) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 48** Meadows, Dennis; Meadows, Donella; Zahn, Erich; Milling, Peter (1973), *Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.*
- 49** Hauff, Volker (Hrsg.) (1987), *Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung*, Greven: Eggenkamp Verlag.
- 50** United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (o. J.), «Bodies. Conference of the Parties (COP)», [unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop](http://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 51** Convention on Biological Diversity, [www.cbd.int](http://www.cbd.int) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 52** Bundesamt für Umwelt (BAFU) (Hrsg.) (2022), *Umweltrecht kurz erklärt. Das Umweltrecht des Bundes im Überblick*, Bern.
- 53** UNFCCC (o. J.), «The Paris Agreement», [unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement](http://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 54** [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 55** United Nations (o. J.), «Sustainable Development Goals. Communication materials», [www.un.org/sustainabledevelopment/news/communications-material/](http://www.un.org/sustainabledevelopment/news/communications-material/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 56** RENN.nord (Hrsg.) (2019), «Ziele für nachhaltige Entwicklung. Die 169 Unterziele im Einzelnen», [www.globaleslernen.de/sites/default/files/files/](http://www.globaleslernen.de/sites/default/files/files/)
- [pages/broschuere\\_sdg\\_unterziele\\_2019\\_web.pdf](http://pages/broschuere_sdg_unterziele_2019_web.pdf) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 57** Draser, Sander (2022), S. 182.
- 58** [www.rreefs.com](http://www.rreefs.com) (zuletzt aufgerufen: 10.5.2025).
- 59** [papilio.tobiastruedenbacher.com](http://papilio.tobiastruedenbacher.com) (zuletzt aufgerufen: 10.5.2025)
- 60** RENN.nord (2019).
- 61** United Nations (2023), «The Sustainable Development Goals Report 2023», [sdgs.un.org/documents/sustainable-development-goals-report-2023-53220](http://sdgs.un.org/documents/sustainable-development-goals-report-2023-53220) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 62** Plattform Agenda 2030 (2022), «Weiter wie bisher auf Kosten der Welt? Halbzeitkommentar zur Umsetzung der Agenda 2030 in der Schweiz», [www.plattformagen-dad2030.ch/bericht-zivilgesellschaft/](http://www.plattformagen-dad2030.ch/bericht-zivilgesellschaft/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 63** Antidiskriminierungsstelle des Bundes, «3. Was ist Inklusion?», [www.antidiskriminierungs-stelle.de/SharedDocs/faqs/DE/behinderung/03\\_was\\_ist\\_inklusion.html](http://www.antidiskriminierungs-stelle.de/SharedDocs/faqs/DE/behinderung/03_was_ist_inklusion.html) (zuletzt aufgerufen: 10.5.2025).
- 64** «Inklusivität», [www.fremdwort.de/suchen/bedeutung/inklusivitaet](http://www.fremdwort.de/suchen/bedeutung/inklusivitaet) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 65** Pun, Karwei (2.9.2016), «Accessibility in Government. Dos and don'ts on designing for accessibility», [accessibility.blog.gov.uk/2016/09/02/dos-and-donts-on-designing-for-accessibility/](http://accessibility.blog.gov.uk/2016/09/02/dos-and-donts-on-designing-for-accessibility/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 66** Schweizer Dachverband Lesen und Schreiben (o. J.), «Grundkompetenzen – (k) eine Selbstverständlichkeit», [www.lesen-schreiben-schweiz.ch](http://www.lesen-schreiben-schweiz.ch) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 
- Entwurf**
- 67** Delcker, Janosch (2024), *Der Gedanken-Code: Wie künstliche Intelligenz unsere Gedanken entschlüsselt und wir trotzdem die Kontrolle behalten*, München: Verlag C. H. Beck, S. 15.
- 68** Naumer, Hans-Jörg (2022), *Grünes Wachstum*.
- Mit «Green Growth» gegen den Klimawandel und für die Nachhaltigkeitsziele**, Wiesbaden: Springer Gabler.
- 69** Umweltmission (o. J.), «Geoengineering: Definition, Beispiele und einfache Erklärung», [umweltmission.de/wissen/geoengineering](http://umweltmission.de/wissen/geoengineering) (zuletzt aufgerufen: 15.5.2025).
- 70** Vetter, Andrea (2023) *Konviviale Technik. Empirische Technikethik für eine Postwachstumsgesellschaft*, Bielefeld: transcript Verlag, S. 150.
- 71** Schumacher, Ernst Friedrich (1973), *Small is Beautiful: Economics as if People Mattered*, London: Blond & Briggs.
- 72** Nachtigall, Werner (2010), *Bionik als Wissenschaft*, Berlin/Heidelberg: Springer.
- 73** Braungart, Michael; McDonough, William (2003), *Einfach intelligent produzieren*, Berlin: Berliner Taschenbuch Verlag.
- 74** Dies. (2013), *Intelligente Verschwendungen. The Upcycle: Auf dem Weg in eine neue Überflussgesellschaft*, München: oekom Verlag.
- 75** Dies. (2008), *Die nächste industrielle Revolution: Die Cradle to Cradle Community*, Hamburg: Europäische Verlagsanstalt, S. 36.
- 76** Ebd., S. 42.
- 77** Ebd., S. 68.
- 78** Bihouix, Philippe (2020), *The Age of Low Tech. Towards a technologically sustainable civilization*, Bristol: Bristol University Press, S. 58 (Übersetzung durch die Autoren).
- 79** Ebd., S. 64 (Übersetzung durch die Autoren).
- 80** «Open source», [de.wikipedia.org/wiki/Open\\_Source](http://de.wikipedia.org/wiki/Open_Source) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 81** Open Source Hardware Association (OSHWA), «Open-Source Hardware (OSHWA). Grundsatzklärung 1.0», [www.oshwa.org/definition/german/](http://www.oshwa.org/definition/german/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 82** Ebd.
- 83** Open Hardware Observatory (o. J.), «Open-o-Meter», [de.oho.wiki/wiki/Open-o-Meter](http://de.oho.wiki/wiki/Open-o-Meter) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 84** Baier, Andrea; Hansing, Tom; Müller, Christa; Werner, Karin (Hrsg.) (2016), *Die Welt reparieren. Open Source und Selbermachen als postkapitalistische Praxis*, Hillebrandt, Annette; Riegler-Floors, Petra; Rosen, Anja; Seggewies, Johanna-Katharina, *Atlas Recycling. Gebäude als Materialressource*, München: Edition Detail, S. 115.
- 85** Baumeister (23.2.2022), «3D gedrucktes Lehmbauhaus», [www.baumeister.de/wasp-tecla/](http://www.baumeister.de/wasp-tecla/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 86** Karlsruher Institut für Technologie (KIT) (o. J.), «InterTwig», [dos.rieb.kit.edu/226.php](http://dos.rieb.kit.edu/226.php) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 87** Kranert, Martin (Hrsg.) (2017), *Einführung in die Kreislaufwirtschaft*, 5. Aufl., Wiesbaden: Springer Vieweg.
- 88** Zero Waste International Alliance (19.5.2022), «Zero Waste Hierarchy of Highest and Best Use 8.0», [zwia.org/zwh/](http://zwia.org/zwh/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 89** DIN (o. J.), «Modell der R-Strategien», [www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/circular-economy/normenrecherche/modell-der-r-strategien](http://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/circular-economy/normenrecherche/modell-der-r-strategien) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 90** Pfeil, Carina (o. J.), «Die drei Leitstrategien der Nachhaltigkeit», [oekoportale.de/ratgeber/nachhaltigkeit/#Die\\_drei\\_Leitstrategien\\_der\\_Nachhaltigkeit](http://oekoportale.de/ratgeber/nachhaltigkeit/#Die_drei_Leitstrategien_der_Nachhaltigkeit) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 91** De Jong, Cees W. (2017), *Zehn Thesen für gutes Design: Dieter Rams*, München: Prestel Verlag, S. 96.
- 92** Diez Office (o. J.), «Guidelines», [www.diezoffice.com/circular-design-guidelines/](http://www.diezoffice.com/circular-design-guidelines/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 93** Allianz Deutscher Designer (o. J.), «The Oslo Manifesto», [designerwissen.allianz-deutscher-designer.de/designerwissen/the-oslo-manifesto/](http://designerwissen.allianz-deutscher-designer.de/designerwissen/the-oslo-manifesto/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 94** Ljublicic, Ivana Valentina, Metternich, Joachim (2024), «Kreislaufwirtschaft in der Produktion», in: Zäh, Michael F. (Hrsg.), *Handbuch Nachhaltige Produktion*, München: Carl Hanser Verlag, S. 230.
- 95** Cradle to Cradle Products Innovation Institute, [www.c2ccertified.org](http://www.c2ccertified.org) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 96** Rosen, Anja (2018), «Bewertung der Kreislaufpotenziale», in: Hillebrandt, Annette; Riegler-Floors, Petra; Rosen, Anja; Seggewies, Johanna-Katharina, *Atlas Recycling. Gebäude als Materialressource*, München: Edition Detail, S. 115.
- 97** European Commission (2020), «Categorisation System for the Circular Economy», [circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/categorisation\\_system\\_for\\_the\\_ce.pdf](http://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/categorisation_system_for_the_ce.pdf) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025); DIN (8/2024), *CIRCULAR THINKING in Standards. Wie Normung eine Circular Economy unterstützen kann*, Version 3, Berlin.
- 98** BUND – Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland (o. J.), «Suffizienz – was ist das?», [www.bund.net/ressourcen-technik/suffizienz/suffizienz-was-ist-das/](http://www.bund.net/ressourcen-technik/suffizienz/suffizienz-was-ist-das/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 99** Global Footprint Network (o. J.), «Wie funktioniert der ökologische Fussabdruck (Footprint)?», [overshoot.footprintnetwork.org/wie-funktioniert-der-ökologische-fussabdruck-footprint/](http://overshoot.footprintnetwork.org/wie-funktioniert-der-ökologische-fussabdruck-footprint/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 100** «Bedürfnis», [de.wikipedia.org/wiki/Bed%C3%BCrfnis](http://de.wikipedia.org/wiki/Bed%C3%BCrfnis) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 101** Statistisches Bundesamt (4.22.2024), «G20 verursachen 83 % der globalen fossilen CO<sub>2</sub>-Emissionen», [www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Internationales/Thema/umwelt-energie/umwelt/G20\\_CO2.html](http://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Internationales/Thema/umwelt-energie/umwelt/G20_CO2.html) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 102** Schmelzer, Matthias; Vetter, Andrea (2019), *Degrowth/Postwachstum. Zur Einführung*, Hamburg: Junius Verlag.
- 103** Minge, Benedikt (12.11.2018), «Suffizienz, Konsistenz und Effizienz – Drei Wege zu mehr Nachhaltigkeit», [www.reliaio.de/wissen/suffizienz-konsistenz-und-effizienz-drei-wege-zu-mehr-nachhaltigkeit/](http://www.reliaio.de/wissen/suffizienz-konsistenz-und-effizienz-drei-wege-zu-mehr-nachhaltigkeit/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 104** Santarius, Tilman (3/2012), «Der Rebound-Effekt. Über die unerwünschten Folgen der erwünschten Energieeffizienz», in: Fuhs, Karin-Simone; Brocchi, Davide; Maxein, Michael; Draser, Bernd (Hrsg.), *Die Geschichte des nachhaltigen Designs. Welche Haltung braucht Gestaltung?*, Bad Homburg: VAS-Verlag für Akademische Schriften, S. 180.
- 105** Ellen MacArthur Foundation (o. J.), «What is a circular economy?», [www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview](http://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 106** Braungart, McDonough (2003).
- 107** Braungart, Michael (o. J.), «Cradle to Cradle. Ein Design Konzept, welches uns von der Natur lernen lässt», [www.michaelbraungart.com/cradle-to-cradle/](http://www.michaelbraungart.com/cradle-to-cradle/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 108** Langreiter, Nikola; Löffler, Klara (Hrsg.) (2017), *Selber machen. Diskurse und Praktiken des Do it yourself*, Bielefeld: transcript Verlag.
- 109** Baier, Andrea; Hansing, Tom; Müller, Christa; Werner, Karin (Hrsg.) (2016), *Die Welt reparieren. Open Source und Selbermachen als postkapitalistische Praxis*, Bielefeld: transcript Verlag, S. 37.
- 110** Sennett, Richard (2008), *Handwerk*, Berlin: Berlin Verlag.
- 111** Jaeger-Erben, Melanie; Hielscher, Sabine (2022), *Verhältnisse reparieren. Wie Reparieren und Selbermachen die Beziehungen zur Welt verändern*, Bielefeld: transcript Verlag, S. 29.
- 112** Mari, Enzo (2002), *Autoprogettazione?*, Mantua: Corraini.
- 113** [www.openknit.org/](http://www.openknit.org/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 114** Santarius, Tilman (2012), *Materialrevolution II: Neue nachhaltige und multifunktionale Materialien für Design und Architektur*, Basel: Birkhäuser Verlag.
- 115** Endres, Alexander (2012), «Das unterschätzte Paradoxon der Klimapolitik», [www.zeit.de/wirtschaft/2012-04/rebound-effekt-energieeffizienz](http://www.zeit.de/wirtschaft/2012-04/rebound-effekt-energieeffizienz) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 116** Global Footprint Network (o. J.).
- 117** Buchholz et al. (2024), in: Zäh, S. 28.
- 118** Liedtke, Christa; Buhl, Johannes (2013), «Das dematerialisierte Design», in: Fuhs, Karin-Simone; Brocchi, Davide; Maxein, Michael; Draser, Bernd (Hrsg.), *Die Geschichte des nachhaltigen Designs. Welche Haltung braucht Gestaltung?*, Bad Homburg: VAS-Verlag für Akademische Schriften, S. 180.
- 119** Naumer (2022).
- 120** Rau, Oberhuber (2021), S. 67.
- 121** Fatheuer, Thomas; Fuhr, Lili; Unmüssig, Barbara (2015), *Kritik der Grünen Ökonomie*, München: oekom Verlag, S. 65/66.
- 122** Hillebrandt, Annette; Seggewies, Johanna-Katharina (2018), «Recyclingpotenziale von Baustoffen», in: Hillebrandt et al., S. 58/59.
- 123** Nolte, Andi (8.8.2024), «Norwegen plant Tiefseebergbau in der Arktis», [www.greenpeace.ch/de/story/111024/norwegen-plant-tiefseebergbau-in-der-arktis/](http://www.greenpeace.ch/de/story/111024/norwegen-plant-tiefseebergbau-in-der-arktis/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 124** Bundesamt für Umwelt (BAFU) (o. J.), «Wald, Holz und CO<sub>2</sub>», [www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wald/fachinformationen/funktionen\\_leistungswald-holz-und-co2.html](http://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wald/fachinformationen/funktionen_leistungswald-holz-und-co2.html) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 125** Schenek, Anton (2001), *Naturfaser-Lexikon*, Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.
- 126** [www.bananatex.info/](http://www.bananatex.info/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 127** Peters, Sascha (2014), *Materialrevolution II: Neue nachhaltige und multifunktionale Materialien für Design und Architektur*, Basel: Birkhäuser Verlag.
- 128** Fraunhofer-Gesellschaft (2.8.2021), «CO<sub>2</sub> als Rohstoff für Kunststoffe und Co», [www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2021/august-2021/co2-als-rohstoff-fuer-kunststoffe-und-co.html](http://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2021/august-2021/co2-als-rohstoff-fuer-kunststoffe-und-co.html) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 129** Material-Archiv (o. J.), «Algen», [www.materialarchiv.ch/de/ma/material-2017?type=all&n=Grundlagen](http://www.materialarchiv.ch/de/ma/material-2017?type=all&n=Grundlagen) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 130** Ein Beispiel hierfür sind die Notpla-Produkte, [www.notpla.com](http://www.notpla.com) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 131** BauNetz Wissen (o. J.), «Lehmhaus aus dem 3D-Drucker», [www.baunetzwissen.de/integrales-planen/tipps/news-produkte/lehmbau-aus-dem-3d-drucker-6467155](http://www.baunetzwissen.de/integrales-planen/tipps/news-produkte/lehmbau-aus-dem-3d-drucker-6467155) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 132** Kern, Esther; Müller, Sylvan; Haag, Pascal (2016), *Leaf to Root. Gemüse essen vom Blatt bis zur Wurzel*, Aarau: AT Verlag.
- 133** [www.naturloop.com/](http://www.naturloop.com/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 134** [www.kuori.ch/](http://www.kuori.ch/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 135** [www.fluidsolds.com/](http://www.fluidsolds.com/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 136** [www.impactacoustic.com/en/archisonic-cotton](http://www.impactacoustic.com/en/archisonic-cotton) (zuletzt aufgerufen am 27.3.2025).
- 137** ARCHIK, «Atelier Luma Sunflower», [www.archik.fr/atelier-luma-sunflower](http://www.archik.fr/atelier-luma-sunflower) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 138** Umweltbundesamt (16.5.2022), «Urban Mining», [www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-resourcen/abfallwirtschaft/urban-mining#urbane-minen](http://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-resourcen/abfallwirtschaft/urban-mining#urbane-minen) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 139** Golden Circle Clothing (17.9.2020), «Würdest du für einen Tageslohn von 1,83 € bis zu 14 h am Tag arbeiten?», [www.goldencircleclothing.de/post/lohn-in-bangladesch](http://www.goldencircleclothing.de/post/lohn-in-bangladesch) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 140** Global Footprint Network (o. J.).
- 141** Rosen, Anja (2018), «Sind Kreislaufpotenziale messbar?», in: Hillebrandt, Annette; Riegler-Floors, Petra; Rosen, Anja; Seggewies, Johanna-Katharina, *Atlas Recycling. Gebäude als Materialressource*, München: Edition Detail, S. 108.
- 142** «Kiss-Prinzip», [de.wikipedia.org/wiki/Kiss-Prinzip](http://de.wikipedia.org/wiki/Kiss-Prinzip) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
- 143** Europäische Kommission (11.3.2020), «Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und

Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft: Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa», [eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75e-d71a10016.02/DOC\\_1&format=PDF](http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75e-d71a10016.02/DOC_1&format=PDF) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

144 Centre Européen de la Consommation / Zentrum für Europäischen Verbraucherschutz e. V. (22.11.2023), «Mehr Nachhaltigkeit in Frankreich: Elektrogeräte nach Reparatur-Freundlichkeit auswählen», [www.cec-zev.eu/de/themen/einkaufens-und-dienstleistungen/reparatur-index-in-frankreich/](http://www.cec-zev.eu/de/themen/einkaufens-und-dienstleistungen/reparatur-index-in-frankreich/) (zuletzt aufgerufen: 23.5.2025).

145 Schneider, U.; Böck, M.; Mötzl, H. et al. (2010), «recyclingfähig konstruieren», Berichte aus Energie- und Umweltforschung (21/2011), hrsg. vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, [www.nachhaltigwissenschaften.at/resources/hdz\\_pdf/endbericht\\_1121\\_recyclingfaehig\\_konstruieren.pdf](http://www.nachhaltigwissenschaften.at/resources/hdz_pdf/endbericht_1121_recyclingfaehig_konstruieren.pdf) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

146 DIN 8593-0:2003-09, *Fertigungsverfahren Fügen – Teil 0: Allgemeines; Einordnung, Unterteilung, Begriffe*, [dinmedia.de/de/norm/din-8593-0/65031206](http://dinmedia.de/de/norm/din-8593-0/65031206) (zuletzt aufgerufen: 27.3.2025).

147 Reichert, Dominik; Heinrich, Vanessa; Fröhling, Magnus (2024), «Nachhaltige Gestaltung von Produkten», in: Zäh, Michael F. (Hrsg.), *Handbuch Nachhaltige Produktion*, München: Carl Hanser Verlag, S. 67.

148 [www.fairphone.com/nl](http://www.fairphone.com/nl) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

149 Rau, Oberhuber (2021), S. 25/26.

150 Oberpriller, Quirin; Kaufmann, Sophie; Iten, Rolf (18.3.2022), «Ökologische Auswirkung einer längeren Nutzungsdauer von Konsumprodukten in der Schweiz», hrsg. von Greenpeace Schweiz.

151 Cross, Gary (2000), *An All-Consuming Century: Why Commercialism Won in Modern America*, New York: Columbia University Press.

152 Slade, Giles (2006), *Made to Break. Technology and Obsolescence in America*, Cambridge (Massachusetts), London: Harvard University Press, [curosupsula.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/12/slade-g-made-to-break-technology-and-obsolescence-in-america-2007.pdf](http://curosupsula.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/12/slade-g-made-to-break-technology-and-obsolescence-in-america-2007.pdf) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

### Planung

153 [www.labelinfo.ch/de/](http://www.labelinfo.ch/de/) (zuletzt aufgerufen: 18.3.2025).

154 [www.ecolabelindex.com/](http://www.ecolabelindex.com/) (zuletzt aufgerufen: 19.5.2025).

155 [labelchecker.de/labs/](http://labelchecker.de/labs/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025); [www.labelinfo.ch/de/](http://www.labelinfo.ch/de/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

156 Konkret: ISO 14025:2006, *Environmental labels and declarations*.

157 Institute of Design Research Vienna (2014), *Werkzeuge für die Designrevolution. Designwissen für die Zukunft*, Salenstein: Niggli Verlag; Hillebrandt et al. (2018), S. 29

158 Dieses Kapitel basiert auf: Dinkel, Fredy (Februar 2023), «CAS Management und Umwelt» [Vorlesungsskript: Ökobilanzierung], Hochschule für Life Sciences FHNW; siehe auch Bundesamt für Umwelt (BAFU) (31.12.2021), «4 Phasen der Ökobilanzierung», [www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/oekobilanzen/4-phasen-einer-oekobilanz.html](http://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/oekobilanzen/4-phasen-einer-oekobilanz.html) (zuletzt aufgerufen: 5.5.2025).

159 Buchholz et al. (2024), in: Zäh, S.39.

160 Geschäftsstelle der Beschaffungskonferenz des Bundes BKB (Hrsg.) (2024), «Kriteriensammlung für die kreislauffähige Beschaffung», [www.woeb.swiss/de/documents/kriteriensammlung-fuer-die-kreislauffaehige-bebeschaffung](http://www.woeb.swiss/de/documents/kriteriensammlung-fuer-die-kreislauffaehige-bebeschaffung) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

161 [www.loopi.ch](http://www.loopi.ch) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

162 Rau, Oberhuber (2021), S. 118.

163 Ebd.

164 Ebd., S. 114/115.  
165 [www.ricoh.ch/de/campaigns/ricoh-one-solution/](http://www.ricoh.ch/de/campaigns/ricoh-one-solution/) (zuletzt aufgerufen: 5.5.2025).

166 Seyfried, Stefan; Kohne, Thomas; Weyand, Astrid; Ozen, Oskay; Sossheimer, Johannes; Zink, Robin; Nagel, Lukas; Ioshchikhes, Borys; Ranzau, Heiko; Elserafi, Ghada; Weigold, Matthias (2024), «Energieeinsatz im Kontext einer klimaneutralen Produktion», in: Zäh, Michael F. (Hrsg.), *Handbuch Nachhaltige Produktion*, München: Carl Hanser Verlag, S. 308.

167 Quaschning, Volker (2018), *Erneuerbare Energien und Klimaschutz. Hintergründe – Techniken und Planung – Ökonomie und Ökologie – Energiewende*, München: Carl Hanser Verlag, S. 109.  
168 Ebd., S. 16.  
169 Holler, Christian; Gaukel, Joachim; Lesch, Harald; Lesch, Florian (2021), *Erneuerbare Energien. Zum Verstehen und Mitreden*, München: C. Bertelsmann Verlag.  
170 Quaschning (2018), S. 300.

171 Holler et al. (2021), S. 139.  
172 Powernewz (22.1.2021), «Grau Energie: Erklärung und 4 Tipps zur Reduktion», [www.powernewz.ch/2021/tipps-graue-energie-einfach-erklärt](http://www.powernewz.ch/2021/tipps-graue-energie-einfach-erklärt) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).  
173 IPCC (Hrsg.) (2022), *IPCC Sixth Assessment Report. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, [www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/](http://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

174 IPCC (Hrsg.) (2018), «1,5°C Globale Erwärmung», [www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/07/SR1.5-FAQs\\_de\\_barrierefrei.pdf](http://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/07/SR1.5-FAQs_de_barrierefrei.pdf) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

175 Carstens, Peter (23.9.2019), «UN-Klimagipfel: Was sind eigentlich Net-to-Null-Emissionen?», [www.geo.de/natur/nachhaltigkeit/21960-rtkl-un-klimagipfel-was-sind-eigentlich-netto-null-emissionen](http://www.geo.de/natur/nachhaltigkeit/21960-rtkl-un-klimagipfel-was-sind-eigentlich-netto-null-emissionen) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

176 Seyfried et al. (2024), in: Zäh, S. 312.  
177 [www.myclimate.org](http://www.myclimate.org) (zuletzt aufgerufen: 21.5.2025).

178 Seyfried et al. (2024), in: Zäh, S. 336.  
179 Kegel, Rainer (2018), «CAS Industrie und Umwelt» [Vorlesungsfolien: Luftreinhaltung, Quellen und Entstehung von Luftschadstoffen], Hochschule für Life Sciences FHNW.

180 Fent, Karl (2013), *Ökotoxikologie: Umweltchemie-Toxikologie-Ökologie*, Stuttgart: Georg Thieme Verlag, S. 19.  
181 European Chemicals Agency (ECHA) (o. J.), «REACH verstehen», [www.echa.europa.eu/de/regulations/reach/understanding-reach](http://echa.europa.eu/de/regulations/reach/understanding-reach) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

182 Siehe Website des Water Footprint Network: [www.waterfootprint.org](http://www.waterfootprint.org) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

183 Gerten, Dieter (2018), *Wasser: Knappheit, Klimawandel, Welternährung*, München: Verlag C. H. Beck, S. 58.

184 Water Footprint Network, «Product Gallery», [www.waterfootprint.org/resources/interactive-tools/product-gallery/](http://www.waterfootprint.org/resources/interactive-tools/product-gallery/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

185 Vattenfall (o. J.), «Virtuelles Wasser: So viel Wasser steckt in Produkten», [www.vattenfall.de/infowelt-energie/fossilfreileben/wasserverbrauch-virtuelles-wasser-in-produkten](http://www.vattenfall.de/infowelt-energie/fossilfreileben/wasserverbrauch-virtuelles-wasser-in-produkten) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

186 Gerten (2018), S. 16.  
187 Ebd., S. 26.  
188 Ebd., S. 63.  
189 United Nations (o. J.), «Die Allgemeine Erklärung der Menschenrechte», [www.ohchr.org/en/human-rights/universal-declaration-on-translations/german-deutsch](http://www.ohchr.org/en/human-rights/universal-declaration-on-translations/german-deutsch) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

190 United Nations (o. J.), «The 17 Goals», [sdgs.un.org/goals](http://sdgs.un.org/goals) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

191 Europäisches Parlament (2024), «Wie die EU Arbeitnehmerrechte und Arbeitsbedingungen verbessert» (8.7.2024),

[www.europarl.europa.eu/topics/de/article/20190506STO44344/](http://www.europarl.europa.eu/topics/de/article/20190506STO44344/) wie-die-eu-arbeitnehmerrechte-und-arbeitsbedingungen-verbessert (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

192 European Commission (o. J.), «Corporate sustainability and responsibility», single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/corporate-sustainability-and-responsibility\_en?prefLang=de&trans=de (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

193 [www.labelinfo.ch/de/](http://www.labelinfo.ch/de/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

194 [www.amnesty.org/en/](http://www.amnesty.org/en/) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

195 [www.publiceye.ch](http://www.publiceye.ch) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

196 [www.hrw.org](http://www.hrw.org) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

197 Felber, Christian (2018), *Gemeinwohl-Ökonomie*, München: Piper Verlag.

### Ausführung

198 Neunteufel, Marta; Pfusterschmid, Sophie (2012), *Global, Regional, Nachhaltig – eine Triade für die Zukunft?*, Wien: Passagen Verlag, S. 55.

199 [www.fairwear.org](http://www.fairwear.org) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

200 [www.fsc.org](http://www.fsc.org) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

201 [www.pefc.org](http://www.pefc.org) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

202 [www.tccertified.com/de/about](http://www.tccertified.com/de/about) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

203 Beschaffungskonferenz des Bundes (BKB) (7.6.2024), «Nachhaltige öffentliche Beschaffung», [www.bkb.admin.ch/de/nachhaltige-oeffentliche-beschaffung](http://www.bkb.admin.ch/de/nachhaltige-oeffentliche-beschaffung) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

204 European Commission (o. J.), «Ecodesign for Sustainable Products Regulation», [commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/ecodesign-sustainable-products-regulation\\_en](http://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/ecodesign-sustainable-products-regulation_en) (zuletzt aufgerufen: 29.4.2025).

205 Umweltbundesamt (3.7.2024), «Neue Ökodesign-Verordnung für nachhaltige Produkte tritt in Kraft», [www.umweltbundesamt.de/themen/neue-oekodesign-verordnung-fuer-nachhaltige](http://www.umweltbundesamt.de/themen/neue-oekodesign-verordnung-fuer-nachhaltige) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

### Nutzung

206 United Nations Environment Programme (2023), *Global Climate Litigation Report: 2023 Status Review*, [wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/43008/global\\_climate\\_litigation\\_report\\_2023.pdf?sequence=3](http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/43008/global_climate_litigation_report_2023.pdf?sequence=3) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

207 [www.klimaseniorinnen.ch](http://www.klimaseniorinnen.ch) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

208 European Court of Human Rights (9.4.2024), «Violations of the European Convention for failing to implement sufficient measures to combat climate change», [www.klimaseniorinnen.ch/wp-content/uploads/2024/04/Judgment-Verein-KlimaSeniorinnen-Schweiz-and-Others-v.-Switzerland-Violations-of-the-Convention-for-failing-to-implement-sufficient-measures-to-combat-climate-change.pdf](http://www.klimaseniorinnen.ch/wp-content/uploads/2024/04/Judgment-Verein-KlimaSeniorinnen-Schweiz-and-Others-v.-Switzerland-Violations-of-the-Convention-for-failing-to-implement-sufficient-measures-to-combat-climate-change.pdf) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

209 Bundesamt für Umwelt (BAFU) (18.10.2018), *«Rezyklate unter der Lupe: Post-Industrial Rezyklat (PIR)?»*, [www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/recht/fachinformationen/aarhuskonvention.html](http://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/recht/fachinformationen/aarhuskonvention.html) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

210 Epiney, Astrid (2017), «Gegenstand und Entwicklung des internationalen Umweltrechts», in: Proelss, Alexander (Hrsg.), *Internationales Umweltrecht*, Berlin: De Gruyter, S. 7.

211 European Chemicals Agency (ECHA) (o. J.).

212 Europäische Kommission (o. J.), «Der europäische Grüne Deal. Erster klimaneutraler Kontinent werden», [commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_de](http://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de) (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

213 Europäische Kommission (11.3.2020).

214 European Commission (o. J.), «Ecodesign for Sustainable Products Regulation», [commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/ecodesign-sustainable-products-regulation\\_en](http://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/ecodesign-sustainable-products-regulation_en) (zuletzt aufgerufen: 7.6.2025).

222 Fedlex. Die Publikationsplattform des schweizerischen Bundesrechts (1.1.2024), «Lufttreihenhalter-Verordnung (LRV)», [www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1986/208\\_208\\_208/de#art\\_7](http://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1986/208_208_208/de#art_7) (zuletzt aufgerufen: 7.6.2025).

223 UmweltTechnik (10-11/16), «KVA Hinwil mit neuster Recyclinganlage. Industrieller Rückgewinnung metallhaltiger Wertstoffe aus der Kehrichtschlacke», [www.wsp-ing.swiss/wp-content/uploads/2020/11/ut\\_10-11\\_16\\_ebook KEZO.pdf](http://www.wsp-ing.swiss/wp-content/uploads/2020/11/ut_10-11_16_ebook KEZO.pdf) (zuletzt aufgerufen: 7.6.2025).

224 [https://www.chemie.de/lexikon/Dissipation\\_&\\_28Physik%29.html](https://www.chemie.de/lexikon/Dissipation_&_28Physik%29.html) (zuletzt aufgerufen: 5.7.2025).

225 Cramer, Friedrich (1989), *Chaos und Ordnung. Die komplexe Struktur des Lebendigen*, Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt, S. 30.

226 Ebd., S. 32.

227 Elbling, Werner (1994), «Selbstorganisation und Entropie», in: Beckenbach, Frank; Diefenbacher, Hans (Hrsg.), *Zwischen Entropie und Selbstorganisation*, Marburg: Metropolis, S. 35.

228 Rifkin Jeremy (1982), *Entropie. Ein neues Weltbild*, Hamburg: Hoffmann und Campe, S. 65.

229 Binswanger, Mathias (1994), «Entropiegesetz als Grundlage einer ökologischen Ökonomie», in: Beckenbach, Frank; Diefenbacher, Hans (Hrsg.), *Zwischen Entropie und Selbstorganisation*, Marburg: Metropolis, S. 172–173.

230 Ebd., S. 184.

231 Herrmann, Ulrike (2023), *Das Ende des Kapitalismus. Warum Wachstum und Klimaschutz nicht vereinbar sind – und wie wir in Zukunft leben werden*, Köln: Kiepenheuer & Witsch, S. 85.

232 Meadows et al. (1973), S. 53.

233 Faber, Malte; Niemes, Horst; Stephan, Gunter (1983), *Entropie, Umweltschutz und Rohstoffverbrauch. Eine naturwissenschaftlich ökonomische Untersuchung*, Berlin/Heidelberg: Springer, S. 84.

## Bibliografie

<b>Baumeister (2022)</b> Baumeister (23.2.2022), «3D-gedrucktes Lehmhaus», www.baumeister.de/wasp-tecla/ (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Braungart, McDonough (2008)</b> Braungart, Michael; McDonough, William (2008), <i>Die nächste industrielle Revolution: Die Cradle to Cradle-Community</i> , Hamburg: Europäische Verlagsanstalt.	<b>Bundesamt für Umwelt (2022)</b> Bundesamt für Umwelt und Energie (BAFU) (Hrsg.) (2022), <i>Umweltrecht kurz erklärt. Das Umweltrecht des Bundes im Überblick</i> , Bern.	<b>Delcker (2024)</b> Delcker, Janosch (2024), <i>Der Gedanken-Code: Wie künstliche Intelligenz unsere Gedanken entschlüsselt und wir trotzdem die Kontrolle behalten</i> , München: oekom Verlag.	<b>Elmar (2022), Nachhaltiges Design. Herkunft, Zukunft, Perspektiven</b> , München: oekom Verlag.	<b>System for the Circular Economy</b> , circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/categorisation_system_for_the_ce.pdf (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft: Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa», eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar: 9903b325-6388-11ea-b735-01aa75e-d71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
<b>BauNetz Wissen (o. J.)</b> BauNetz Wissen (o. J.), «Lehmhaus aus dem 3D-Drucker», www.baunetz-wissen.de/integrale-plänen/tipps/news-produkte/lehmhaus-aus-dem-3d-drucker-6467155 (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Braungart, McDonough (2013)</b> Braungart, Michael; McDonough, William (2013), <i>Intelligent Verschwendung. The Upcycle: Auf dem Weg in eine neue Überflussgesellschaft</i> , München: oekom Verlag.	<b>Bundesamt für Umwelt (o. J.)</b> Bundesamt für Umwelt (BAFU) (o. J.), «Wald, Holz und CO2», www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wald/fachinformationen/wald-holz-und-co2.html (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Diez Office (o. J.)</b> Diez Office (o. J.), «Guidelines», www.diezoffice.com/circular-design-guidelines/ (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Dudenredaktion (2018)</b> Dudenredaktion (Hrsg.) (2018), <i>Duden. Das Bedeutungswörterbuch</i> , 5. Aufl., Berlin: Dudenverlag.	<b>European Commission (2023)</b> European Commission (22.12.2023), «Implementing and delegated acts – CSRD», finance.ec.europa.eu/regulation-and-supervision/financial-services-legislation/implementing-and-delegated-acts/corporate-sustainability-reporting-directive_en (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	
<b>Baur (2019)</b> Baur, Dorothea (24.5.2019), «CAS Management und Umwelt» [Vorlesungsfolien: Corporate Social Responsibility], Hochschule für Life Sciences FHNW.	<b>Brocchi (2024)</b> Brocchi, Davide (2024), <i>By Disaster or by Design? Transformative Kulturpolitik: Von der Polykrise zur systemischen Nachhaltigkeit</i> , Wiesbaden: Springer.	<b>Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2024)</b> Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (6.3.2024), «Planetare Belastbarkeitsgrenzen», www.bmuv.de/themen/nachhaltigkeit/integriertes-umweltprogramm-2030/planetare-belastbarkeitsgrenzen (zuletzt aufgerufen: 19.5.2025).	<b>DIN (2003)</b> DIN 8593-0:2003-09, <i>Fertigungsverfahren Fügen – Teil 0: Allgemeines; Einordnung, Unterteilung, Begriffe</i> , dinmedia.de/de/norm/din-8593-0/65031206 (zuletzt aufgerufen: 27.3.2025).	<b>Dudenredaktion (2020)</b> Dudenredaktion (Hrsg.) (2020), <i>Duden. Das Herkunftswörterbuch: Etymologie der deutschen Sprache</i> , 6. Aufl., Berlin: Dudenverlag.	<b>Elbling (1994)</b> Elbling, Werner (1994), «Selbstorganisation und Entropie», in: Beckenbach, Frank; Diefenbacher, Hans (Hrsg.), <i>Zwischen Entropie und Selbstorganisation</i> , Marburg: Metropolis Verlag.	<b>Europäische Kommission (o. J.)</b> Europäische Kommission (o. J.), «Der europäische Grüne Deal. Erster klimaneutraler Kontinent werden», commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
<b>Ahmadi (2022)</b> Ahmadi, Markus (24.2.2022), «Umweltbelastungspunkte-Methode: Gute Punkte für Ökobilanzen», www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/dokumentation/magazin/magazin2022-1/umweltbelastungspunkte-methode-gute-punkte-fuer-ökobilanzen.html (zuletzt aufgerufen: 21.4.2025).	<b>Beschaffungskonferenz des Bundes (2024)</b> Beschaffungskonferenz des Bundes (BKB) (7.6.2024), «Nachhaltige öffentliche Beschaffung», www.bkb.admin.ch/de/nachhaltige/oeffentliche-beschaffung (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Buchholz et al. (2024)</b> Buchholz, Britta; Wanielik, Felix; Haupt, Johanna; Krinke, Stephan; Herrmann, Christoph (2024), «Nachhaltigkeitsbewertung von Produkten in Unternehmen», in: Zäh, Michael F. (Hrsg.), <i>Handbuch Nachhaltige Produktion</i> , München: Carl Hanser Verlag, S. 27–51.	<b>DIN (2024)</b> DIN (2.7.2024), «Circular Economy: Erste internationale Normen veröffentlicht. ISO 59000-Normenfamilie», www.din.de/de/din-und-seine-partner/presse/mitteilungen/circular-economy-erste-internationale-normen-veröffentlicht-1100006 (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Elkington (2018)</b> Elkington, John (25.6.2018), «25 Years Ago I Coined the Phrase ‘Triple Bottom Line’. Here’s Why It’s Time to Rethink it», hbr.org/2018/06/25-years-ago-i-coined-the-phrase-triple-bottom-line-heres-why-im-giving-up-on-it (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>European Commission (o. J. a)</b> European Commission (o. J.), «Corporate sustainability and responsibility», single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/corporate-sustainability-and-responsibility_en?prefLang=de&trans=de (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Europäisches Parlament (2024)</b> Europäisches Parlament (8.7.2024), «Wie die EU Arbeitnehmerrechte und Arbeitsbedingungen verbessert», www.europarl.europa.eu/topics/de/article/20190506STO44344/wie-die-eu-arbeitnehmerrechte-und-arbeitsbedingungen-verbessert (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
<b>Allianz Deutscher Designer (o. J.)</b> Allianz Deutscher Designer (o. J.), «The Oslo Manifesto», designerwissen.allianz-deutscher-designer.de/designerwissen/the-oslo-manifesto/ (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Bihouix (2020)</b> Bihouix, Philippe (2020), <i>The Age of Low Tech. Towards a technologically sustainable civilization</i> , Bristol: Bristol University Press.	<b>BUND (o. J.)</b> BUND – Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland (o. J.), «Suffizienz – was ist das?», www.bund.net/ressourcen-technik/suffizienz/suffizienz-was-ist-das/ (zuletzt aufgerufen: 28.5.2025).	<b>DIN (2024)</b> DIN (8/2024), <i>CIRCULAR THINKING in Standards. Wie Normung eine Circular Economy unterstützen kann</i> , Version 3, Berlin, https://www.din.de/resource/blob/1141716/68697f6cf90d91b28c585260d730d02e/circular-thinking-standards-data.pdf (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Ellen MacArthur Foundation (o. J.)</b> Ellen MacArthur Foundation (o. J.), «What is a circular economy?», www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview (zuletzt aufgerufen: 29.4.2025).	<b>European Commission (o. J. b)</b> European Commission (o. J.), «Ecodesign for Sustainable Products Regulation», commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/ecodesign-sustainable-products-regulation_en (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (1999)</b> Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (16.7.1999), «Europäische Richtlinie 1999/31/EG des Rates vom 26. April 1999 über Abfalldeponien», https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:01999L0031-20180704&from=HU (zuletzt aufgerufen: 7.6.2025).
<b>Antidiskriminierungsstelle des Bundes (o. J.)</b> Antidiskriminierungsstelle des Bundes (o. J.), «3. Was ist Inklusion?», www.antidiskriminierungsstelle.de/SharedDocs/faqs/DE/behindern/03_was_ist_inklusion.html (zuletzt aufgerufen: 10.5.2025).	<b>Binswanger (1994)</b> Binswanger, Mathias (1994), «Entropiegesetz als Grundlage einer ökologischen Ökonomie», in: Beckenbach, Frank; Diefenbacher, Hans (Hrsg.), <i>Zwischen Entropie und Selbstorganisation</i> , Marburg: Metropolis Verlag.	<b>Bundesamt für Umwelt (2018)</b> Bundesamt für Umwelt (BAFU) (18.10.2018), «Aarhus-Konvention», www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/recht/fachinformationen/aarhus-konvention.html (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>DIN (o. J.)</b> DIN (o. J.), «Modell der R-Strategien», www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/circular-economy/normenrecherche/modell-der-r-strategien (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Endres (2012)</b> Endres, Alexander (2012), «Das unterschätzte Paradoxon der Klimapolitik», www.zeit.de/wirtschaft/2012-04/rebound-effekt-energieeffizienz (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>European Court of Human Rights (2024)</b> European Court of Human Rights (9.4.2024), «Violations of the European Convention for failing to implement sufficient measures to combat climate change», www.klimaseniorinnen.ch/wp-content/uploads/2024/04/Judgment-Verein-Klima-Seniorinnen-Schweiz-and-Others-v.-Switzerland-Violations-of-the-Convention-for-failing-to-implement-sufficient-measures-to-combat-climate-change.pdf (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>European Chemicals Agency (o. J.)</b> European Chemicals Agency (ECHA) (o. J.), «REACH verstehen», www.echa.europa.eu/de/regulations/reach/understanding-reach (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
<b>Archik (o. J.)</b> Archik (o. J.), «Atelier Luma Sunflower», www.archik.fr/atelier-luma-sunflower/ (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Braungart (o. J.)</b> Braungart, Michael (o. J.), «Cradle to Cradle. Ein Design Konzept, welches uns von der Natur lernen lässt», www.michaelbraungart.com/cradle-to-cradle/ (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Bundesamt für Umwelt (2021)</b> Bundesamt für Umwelt (BAFU) (31.12.2021), «4 Phasen der Ökobilanzierung», www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/oekobilanzen/4-phasen-einer-oekobilanz.html (zuletzt aufgerufen: 5.5.2025).	<b>DIN (o. J.)</b> DIN (o. J.), «Modell der R-Strategien», www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/circular-economy/normenrecherche/modell-der-r-strategien (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Epiney (2017)</b> Epiney, Astrid (2017), «Gegenstand und Entwicklung des internationalen Umweltrechts», in: Proelss, Alexander (Hrsg.), <i>Internationales Umweltrecht</i> , Berlin: De Gruyter.	<b>European Commission (2020)</b> European Commission (2020), «Categorisation	<b>Faber, Niemes, Stephan (1983)</b> Faber, Malte; Niemes, Horst; Stephan, Gunter (1983),
<b>Baier et al. (2016)</b> Baier, Andrea; Hansing, Tom; Müller, Christa; Werner, Karin (Hrsg.) (2016), <i>Die Welt reparieren. Open Source und Selbermachen als postkapitalistische Praxis</i> , Bielefeld: transcript Verlag.	<b>Braungart, McDonough (2003)</b> Braungart, Michael; McDonough, William (2003), <i>Einfach intelligent produzieren</i> , Berlin: Berliner Taschenbuch Verlag.	<b>Bundesamt für Umwelt (2022)</b> Bundesamt für Umwelt und Energie (BAFU) (Hrsg.) (2022), <i>Umweltrecht kurz erklärt. Das Umweltrecht des Bundes im Überblick</i> , Bern.	<b>De Jong (2017)</b> De Jong, Cees W. (2017), <i>Zehn Thesen für gutes Design: Dieter Rams</i> , München: Prestel Verlag.	<b>Dinkel (2023)</b> Dinkel, Fredy (Februar 2023), «CAS Management und Umwelt» [Vorlesungsskript: Ökobilanzierung], Hochschule für Life Sciences FHNW.	<b>European Commission (2020)</b> European Commission (2020), «Categorisation	

<b>Entropie, Umweltschutz und Rohstoffverbrauch. Eine naturwissenschaftlich ökonomische Untersuchung</b> , Berlin/Heidelberg: Springer.	neue-fliegen-wie-der-digitale-konsum-das-klima-schaedigt-Id.1474563 (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung</b> , Greven: Eggenkamp Verlag.	report/ar6/wg2/ (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	fen], Hochschule für Life Sciences FHNW.	<b>Material-Archiv (o. J.)</b> Material-Archiv (o. J.), «Algen», www.material-archiv.ch/de/ma:material_2017?type=all&n=Grundlagen (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Oberpriller, Kaufmann, Iten (2022)</b> Oberpriller, Quirin; Kaufmann, Sophie; Iten, Rolf (18.3.2022), Ökologische Auswirkung einer längeren Nutzungsduer von Konsumprodukten in der Schweiz, hrsg. von Greenpeace Schweiz.	Dos and don'ts on designing for accessibility», accessibility.blog.gov.uk/2016/09/02/dos-and-donts-on-designing-for-accessibility/ (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
<b>Fatheuer, Fuhr, Unmüssig (2015)</b> Fatheuer, Thomas; Fuhr, Lili; Unmüssig, Barbara (2015), <i>Kritik der Grünen Ökonomie</i> , München: oekom Verlag.	<b>Gerten (2018)</b> Gerten, Dieter (2018), <i>Wasser: Knappheit, Klimawandel, Welternährung</i> , München: Verlag C. H. Beck.	<b>Herrmann (2023)</b> Herrmann, Ulrike (2023), <i>Das Ende des Kapitalismus. Warum Wachstum und Klimaschutz nicht vereinbar sind – und wie wir in Zukunft leben werden</i> , Köln: Kiepenheuer & Witsch.	<b>ISO (2006 a)</b> ISO 14025:2006, <i>Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations – Principles and procedures</i> , www.iso.org/standard/38131.html (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Kern et al. (2016)</b> Kern, Esther; Müller, Sylvan; Haag, Pascal (2016), <i>Leaf to Root. Gemüse essen vom Blatt bis zur Wurzel</i> , Aarau: AT Verlag	<b>Meadows et al. (1973)</b> Meadows, Dennis; Meadows, Donella; Zahn, Erich; Milling, Peter (1973), <i>Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit</i> , Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.	<b>Open Hardware Observatory (o. J.)</b> Open Hardware Observatory (o. J.), «Open-o-Meter», de.oho.wiki/wiki/Open-o-Meter (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Quaschning (2018)</b> Quaschning, Volker (2018), <i>Erneuerbare Energien und Klimaschutz. Hintergründe – Techniken und Planung – Ökonomie und Ökologie – Energiewende</i> , München: Carl Hanser Verlag.
<b>Fedlex. Die Publikationsplattform des Bundesrechts (2024)</b> Fedlex. Die Publikationsplattform des Bundesrechts (1.1.2024), «Luftreinhalte-Verordnung (LRV)», www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1986/208_208_208/de#art_7 (zuletzt aufgerufen: 7.6.2025).	<b>Geschäftsstelle der Beschaffungskonferenz des Bundes (2024)</b> Geschäftsstelle der Beschaffungskonferenz des Bundes (BKB) (Hrsg.) (2024), «Kriteriensammlung für die kreislauffähige Beschaffung», www.woeb.swiss/de/documents/kriteriensammlung-fuer-die-kreislauffaehige-beschaffung (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Hillebrandt et al. (2018)</b> Hillebrandt, Annette; Riegler-Floors, Petra; Rosen, Anja; Seggewies, Johanna-Katharina (2018), <i>Atlas Recycling. Gebäude als Materialressource</i> , München: Edition Detail.	<b>ISO (2006 b)</b> ISO 14040:2006, <i>Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework</i> , www.iso.org/standard/37456.html (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Kraigburg TPE (2023)</b> Kraigburg TPE (15.2.2023), «Rezyklate unter der Lupe: Post-Industrial, Post-Consumer und In-Process Recycled Material», www.kraigburg-tpe.com/de/rezyklate-unter-der-lupe-post-industrial-post-consumer-and-process-recycled-material (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Michalak, Nething, Heidenreich (2022)</b> Michalak, Johannes; Nething, Emily; Heidenreich, Thomas (5/2022), «Beschleunigung und Entschleunigung – Originalien», in: <i>Die Psychotherapie</i> , Berlin: Springer Medizin.	<b>Open Source Hardware Association (o. J.)</b> Open Source Hardware Association (OSHWA) (o. J.), «Open-Source Hardware (OSHW). Grundsatzerklärun 1.0», www.oshw.org/definition/german/ (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Rau, Oberhuber (2021)</b> Rau, Thomas; Oberhuber, Sabine (2021), <i>Material Matters. Wie wir es schaffen, die Ressourcenverschwendungen zu beenden</i> , Berlin: Econ Verlag.
<b>Felber (2018)</b> Felber, Christian (2018), <i>Gemeinwohl-Ökonomie</i> , München: Piper Verlag.	<b>Gleich, Bartels, Breisig (2012)</b> Gleich, Ronald; Bartels, Peter; Breisig, Volker (Hrsg.) (2012), <i>Nachhaltigkeitscontrolling: Konzepte, Instrumente und Fallbeispiele für die Umsetzung</i> , Stuttgart: Georg Thieme Verlag.	<b>Hillebrandt, Seggewies (2018)</b> Hillebrandt, Annette; Seggewies, Johanna-Katharina (2018), «Recyclingpotenziale von Baustoffen», in: Hillebrandt, Annette; Riegler-Floors, Petra; Rosen, Anja; Seggewies, Johanna-Katharina (2018), <i>Atlas Recycling. Gebäude als Materialressource</i> , München: Edition Detail.	<b>ISO (2018)</b> ISO 45001:2018, <i>Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use</i> , www.iso.org/standard/63787.html (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Kranert (2017)</b> Kranert, Martin (Hrsg.) (2017), <i>Einführung in die Kreislaufwirtschaft</i> , 5. Aufl., Wiesbaden: Springer Vieweg.	<b>Langreiter, Löffler (2017)</b> Langreiter, Nikola; Löffler, Klara (Hrsg.) (2017), <i>Selber machen. Diskurse und Praktiken des «Do it yourself»</i> , Bielefeld: transcript Verlag.	<b>Minge (2018)</b> Minge, Benedikt (12.11.2018), «Suffizienz, Konsistenz und Effizienz – Drei Wege zu mehr Nachhaltigkeit», www.relaio.de/wissen/suffizienz-konsistenz-und-effizienz-drei-wege-zu-mehr-nachhaltigkeit/ (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Reichert, Heinrich, Fröhling (2024)</b> Reichert, Dominik; Heinrich, Vanessa; Fröhling, Magnus (2024), «Nachhaltige Gestaltung von Produkten», in: Zäh, Michael F. (Hrsg.), <i>Handbuch Nachhaltige Produktion</i> , München: Carl Hanser Verlag, S. 53–86.
<b>Fent (2013)</b> Fent, Karl (2013), <i>Ökotoxikologie: Umweltchemie-Toxikologie-Ökologie</i> , Stuttgart: Georg Thieme Verlag.	<b>Global Footprint Network (o. J.)</b> Global Footprint Network (o. J.), «Wie funktioniert der ökologische Fussabdruck (Footprint)?», overshoot. footprintnetwork.org/wie-funktioniert-der-ökologische-fussabdruck-footprint/ (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Holler et al. (2021)</b> Holler, Christian; Gaukel, Joachim; Lesch, Harald; Lesch, Florian (2021), <i>Erneuerbare Energien. Zum Verstehen und Mitreden</i> , München: C. Bertelsmann.	<b>ISO (2019)</b> ISO/TS 26030:2019, <i>Social responsibility and sustainable development – Guidance on using ISO 26000:2010 in the food chain</i> , www.iso.org/standard/71624.html (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Liedtke, Buhl (2013)</b> Liedtke, Christa; Buhl, Johannes (2013), «Das dematerialisierte Design», in: Fuhs, Karin-Simone; Brocchi, Davide; Maxein, Michael; Draser, Bernd (Hrsg.), <i>Die Geschichte des nachhaltigen Designs. Welche Haltung braucht Gestaltung?</i> , Bad Homburg: VAS-Verlag für Akademische Schriften, S. 178–193.	<b>Nachtigall (2010)</b> Nachtigall, Werner (2010), <i>Bionik als Wissenschaft</i> , Berlin/Heidelberg: Springer.	<b>Peters (2014)</b> Peters, Sascha (2014), <i>Materialrevolution II: Neue nachhaltige und multifunktionale Materialien für Design und Architektur</i> , Basel: Birkhäuser Verlag.	<b>RENN.nord (2019)</b> RENN.nord (Hrsg.) (2019), «Ziele für nachhaltige Entwicklung. Die 169 Unterziele im Einzelnen», www.globaleslernen.de/sites/default/files/files/pages/broschuere_sdg_unterziele_2019_web.pdf (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
<b>Festinger (1957)</b> Festinger, Leon (1957), <i>A Theory of Cognitive Dissonance</i> , Stanford (Kalifornien): Stanford University Press (deutsch: <i>Theorie der kognitiven Dissonanz</i> , Göttingen: Hogrefe Verlag (2019)).	<b>Global Footprint Network (o. J.)</b> Global Footprint Network (o. J.), «Wie funktioniert der ökologische Fussabdruck (Footprint)?», overshoot. footprintnetwork.org/wie-funktioniert-der-ökologische-fussabdruck-footprint/ (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Holler et al. (2021)</b> Holler, Christian; Gaukel, Joachim; Lesch, Harald; Lesch, Florian (2021), <i>Erneuerbare Energien. Zum Verstehen und Mitreden</i> , München: C. Bertelsmann.	<b>ISO (2019)</b> ISO/TS 26030:2019, <i>Social responsibility and sustainable development – Guidance on using ISO 26000:2010 in the food chain</i> , www.iso.org/standard/71624.html (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Jaeger-Erben, Hielscher (2022)</b> Jaeger-Erben, Melanie; Hielscher, Sabine (2022), <i>Verhältnisse reparieren. Wie Reparieren und Selbermachen die Beziehungen zur Welt verändern</i> , Bielefeld: transcript Verlag.	<b>Liedtke, Buhl (2013)</b> Liedtke, Christa; Buhl, Johannes (2013), «Das dematerialisierte Design», in: Fuhs, Karin-Simone; Brocchi, Davide; Maxein, Michael; Draser, Bernd (Hrsg.), <i>Die Geschichte des nachhaltigen Designs. Welche Haltung braucht Gestaltung?</i> , Bad Homburg: VAS-Verlag für Akademische Schriften, S. 178–193.	<b>Naumer (2022)</b> Naumer, Hans-Jörg (2022), <i>Grünes Wachstum. Mit «Green Growth» gegen den Klimawandel und für die Nachhaltigkeitsziele</i> , Wiesbaden: Springer Gabler.	<b>Rifkin (1982)</b> Rifkin, Jeremy (1982), <i>Entropie. Ein neues Weltbild</i> , Hamburg: Hoffmann und Campe Verlag.
<b>Fraunhofer-Gesellschaft (2021)</b> Fraunhofer-Gesellschaft (2.8.2021), «CO <sub>2</sub> als Rohstoff für Kunststoffe und Co», www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2021/august-2021/co2-als-rohstoff-fuer-kunststoffe-und-co.html (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Global Reporting Initiative (2022)</b> Global Reporting Initiative (GRI) (2022), «25 years as the catalyst for a sustainable future, 1997–2022», www.globalreporting.org/media/b15hggfc/gri-25-years-history.pdf (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Institute of Design Research Vienna (2014)</b> Gruendl, Harald; Kellhamer, Marco; Nägle, Christina (2014), <i>Werkzeuge für die Designrevolution. Designwissen für die Zukunft</i> , Salenstein: Niggli Verlag.	<b>Kabat-Zinn (2019)</b> Kabat-Zinn, Jon (2019), <i>Gesund durch Meditation. Das grosse Buch der Selbstheilung mit MBSR</i> , München: Knaur.	<b>Karlsruher Institut für Technologie (o. J.)</b> Karlsruher Institut für Technologie (KIT) (o. J.), «Inter-Twig», dos.rieb.kit.edu/226.php (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Ljublicic, Metternich (2024)</b> Ljublicic, Ivana Valentina; Metternich, Joachim (2024), «Kreislaufwirtschaft in der Produktion», in: Zäh, Michael F. (Hrsg.), <i>Handbuch Nachhaltige Produktion</i> , München: Carl Hanser Verlag, S. 229–258.	<b>Neuenteufel, Pfusterschmid (2012)</b> Neuenteufel, Marta; Pfusterschmid, Sophie (2012), <i>Global, Regional, Nachhaltig – eine Triade für die Zukunft?</i> , Wien: Passagen Verlag.	<b>Rosa (2018)</b> Rosa, Hartmut (2018), <i>Resonanz. Eine Soziologie der Weltbeziehung</i> , Berlin: Suhrkamp Verlag.
<b>Fremdwortlexikon</b> «Inklusivität», www.fremdwort.de/suchen/bedeutung/inklusivität (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Golden Circle Clothing (2020)</b> Golden Circle Clothing (17.9.2020), «Würdest du für einen Tageslohn von 1,83 € bis zu 14 h am Tag arbeiten?», www.goldencircleclothing.de/post-lohn-in-bangladesch (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>IPCC (2018)</b> IPCC (Hrsg.) (2018), «1,5 °C Globale Erwärmung», www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/07/SR1.5-FAQs_de_barrierefrei.pdf (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Karlsruher Institut für Technologie (o. J.)</b> Karlsruher Institut für Technologie (KIT) (o. J.), «Inter-Twig», dos.rieb.kit.edu/226.php (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Kegel (2018)</b> Kegel, Rainer (2018), «CAS Industrie und Umwelt» [Vorlesungsfolien: Luftreinhaltung, Quellen und Entstehung von Luftschadstoffen]	<b>Lovelock (1991)</b> Lovelock, James (1991), <i>Das Gaia-Prinzip. Die Biographie unseres Planeten</i> , Zürich/München: Artemis und Winkler.	<b>Powernewz (2021)</b> Powernewz (22.1.2021), «Graue Energie: Erklärung und 4 Tipps zur Reduktion», www.powernewz.ch/2021/tipps-graue-energie-einfach-erklaert (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Rosen (2018)</b> Rosen, Anja (2018), «Bewertung der Kreislaufpotenziale», in: Hillebrandt, Annette; Riegler-Floors, Petra; Rosen, Anja; Seggewies, Johanna-Katharina, <i>Atlas Recycling. Gebäude als Materialressource</i> , München: Edition Detail, S. 114–117.
<b>Fuster (2019)</b> Fuster, Thomas (16.4.2019), «Streaming ist das neue Fliegen – wie der digitale Konsum das Klima belastet», www.nzz.ch/wirtschaft/streaming-ist-das-	<b>Hauff (1987)</b> Hauff, Volker (Hrsg.) (1987), <i>Autoprogettazione?</i> , Mantua: Corraini.	<b>IPCC (2022)</b> IPCC (Hrsg.) (2022), «IPCC Sixth Assessment Report. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability», www.ipcc.ch/	<b>Kegel (2018)</b> Kegel, Rainer (2018), «CAS Industrie und Umwelt» [Vorlesungsfolien: Luftreinhaltung, Quellen und Entstehung von Luftschadstoffen]	<b>Mari (2002)</b> Mari, Enzo (2002), <i>Autoprogettazione?</i> , Mantua: Corraini.	<b>Nolte (2024)</b> Nolte, Andi (8.8.2024), «Norwegen plant Tiefseebergbau in der Arktis», www.greenpeace.ch/de/story/111024/norwegen-plant-tiefseebergbau-in-der-arktis/ (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Pun (2016)</b> Pun, Karwai (2.9.2016), «Accessibility in Government. S. 114–117.	<b>Quaschning (2018)</b> Quaschning, Volker (2018), <i>Erneuerbare Energien und Klimaschutz. Hintergründe – Techniken und Planung – Ökonomie und Ökologie – Energiewende</i> , München: Carl Hanser Verlag.

<b>Rosenberg (2016)</b> Rosenberg, Marshall B. (2016), <i>Gewaltfreie Kommunikation</i> , Paderborn: Junfermann Verlag.	<b>Economics as if People Mattered</b> , London: Blond & Briggs.	<a href="http://sa-intl.org/programs/sa8000">sa-intl.org/programs/sa8000</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	nachhaltige Produkte tritt in Kraft», <a href="http://www.umweltbundesamt.de/themen/neue-oekodesign-verordnung-fuer-nachhaltige">www.umweltbundesamt.de/themen/neue-oekodesign-verordnung-fuer-nachhaltige</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>United Nations Environment Programme (2023)</b> United Nations Environment Programme (2023), <i>Global Climate Litigation Report: 2023 Status Review</i> , <a href="http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/43008/global_climate_litigation_report_2023.pdf?sequence=3">wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/43008/global_climate_litigation_report_2023.pdf?sequence=3</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Wirtz (o. J.)</b> Wirtz, Markus Antonius (Hrsg.) (o. J.), « <i>kognitive Dissonanz</i> », in: <i>Dorsch: Lexikon der Psychologie</i> , <a href="http://dorsch.hogrefe.com/stichwort/kognitive-dissonanz">dorsch.hogrefe.com/stichwort/kognitive-dissonanz</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025)
<b>Santarius (2012)</b> Santarius, Tilman (3/2012), «Der Rebound-Effekt. Über die unerwünschten Folgen der erwünschten Energieeffizienz», hrsg. vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, epub. <a href="http://wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/4219/file/impw5.pdf">wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/4219/file/impw5.pdf</a> (zuletzt aufgerufen: 4.5.2025).	<b>Schweizer Dachverband</b> Lesen und Schreiben (o. J.), Schweizer Dachverband Lesen und Schreiben (o. J.), «Grundkompetenzen – (k) eine Selbstverständlichkeit», <a href="http://www.lesen-schreiben-schweiz.ch">www.lesen-schreiben-schweiz.ch</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Statistisches Bundesamt (2024)</b> Statistisches Bundesamt (4.22.2024), «G20 verursachen 83 % der globalen fossilen CO <sub>2</sub> -Emissionen», <a href="http://www.destatis.de/DE/The men/Laender-Regionen/Internationales-Thema/umwelt-energie/umwelt/G20_CO2.html">www.destatis.de/DE/The men/Laender-Regionen/Internationales-Thema/umwelt-energie/umwelt/G20_CO2.html</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Umweltmission (o. J.)</b> Umweltmission (o. J.), «Geoengineering: Definition, Beispiele und einfache Erklärung», <a href="http://umweltmission.de/wissen/geoengineering">umweltmission.de/wissen/geoengineering</a> (zuletzt aufgerufen: 15.5.2025).	<b>Umweltmission (o. J.)</b> Umweltmission (o. J.), «Geoengineering: Definition, Beispiele und einfache Erklärung», <a href="http://umweltmission.de/wissen/geoengineering">umweltmission.de/wissen/geoengineering</a> (zuletzt aufgerufen: 15.5.2025).	<b>Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (2012)</b> Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (Hrsg.), Santarius, Tilman (3/2012), Der Rebound-Effekt. Über die unerwünschten Folgen der erwünschten Energieeffizienz, epub. <a href="http://wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/4219/file/impw5.pdf">wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/4219/file/impw5.pdf</a> (zuletzt aufgerufen: 4.5.2025).
<b>Schenek (2001)</b> Schenek, Anton (2001), <i>Naturfaser-Lexikon</i> . Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.	<b>Schweizer Normen-Vereinigung (o. J.)</b> Schweizer Normen-Vereinigung (SNV) (o. J.), «Sind Normen Gesetze?», <a href="http://www.snv.ch/de/ueber-normen/sind-normen-gesetze.html">www.snv.ch/de/ueber-normen/sind-normen-gesetze.html</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Tanner Packaging Competence (2023)</b> Tanner Packaging Competence (8.3.2023), «Was ist der Unterschied zwischen Post-Consumer Rezyklat (PCR) und Post-Industrial Rezyklat (PIR)?», <a href="http://www.tannerag.ch/de/news-anwendungen/was-ist-der-unterschied-zwischen-post-consumer-rezyklat-pcr-und-post-industrial-rezyklat-pir-183621">www.tannerag.ch/de/news-anwendungen/was-ist-der-unterschied-zwischen-post-consumer-rezyklat-pcr-und-post-industrial-rezyklat-pir-183621</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>UmweltTechnik (2016)</b> UmweltTechnik (10-11/16), «KVA Hinwil mit neuester Recyclinganlage. Industrielle Rückgewinnung metallhaltiger Wertstoffe aus der Kehrichtschlacke», <a href="http://www.wsp-ing.swiss/wp-content/uploads/2020/11/ut_10-11_16_ebook_KEZO.pdf">www.wsp-ing.swiss/wp-content/uploads/2020/11/ut_10-11_16_ebook_KEZO.pdf</a> (zuletzt aufgerufen: 7.6.2025).	<b>UmweltTechnik (2016)</b> UmweltTechnik (10-11/16), «KVA Hinwil mit neuester Recyclinganlage. Industrielle Rückgewinnung metallhaltiger Wertstoffe aus der Kehrichtschlacke», <a href="http://www.wsp-ing.swiss/wp-content/uploads/2020/11/ut_10-11_16_ebook_KEZO.pdf">www.wsp-ing.swiss/wp-content/uploads/2020/11/ut_10-11_16_ebook_KEZO.pdf</a> (zuletzt aufgerufen: 7.6.2025).	<b>United Nations Framework Convention on Climate Change (o. J.)</b> United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (o. J.), «Bodies. Conference of the Parties (COP)», <a href="http://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop">unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
<b>Schmelzer, Vetter (2019)</b> Schmelzer, Matthias; Vetter, Andrea (2019), <i>Degrowth/Postwachstum. Zur Einführung</i> , Hamburg: Junius Verlag.	<b>Sennett (2008)</b> Sennett, Richard (2008), <i>Handwerk</i> , Berlin: Berlin Verlag.	<b>Seyfried et al. (2024)</b> Seyfried, Stefan; Kohne, Thomas; Weyand, Astrid; Ozen, Oskay; Sosseheimer, Johannes; Zink, Robin; Nagel, Lukas; Ioshchikhes, Borys; Ranzau, Heiko; Elserafi, Ghada; Weigold, Matthias (2024), «Energieeinsatz im Kontext einer klimaneutralen Produktion», in: Zäh, Michael F. (Hrsg.), <i>Handbuch Nachhaltige Produktion</i> , Wiesbaden: Springer Gabler.	<b>Tokarski, Schellinger, Berchtold (2019)</b> Tokarski, Kim Oliver; Schellinger, Jochen; Berchtold, Philipp (2019), <i>Nachhaltige Unternehmensführung: Herausforderungen und Beispiele aus der Praxis</i> , Wiesbaden: Springer Gabler.	<b>UNFCCC (o. J.)</b> UNFCCC (o. J.), «The Paris Agreement», <a href="http://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement">unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Zäh (2024)</b> Zäh, Michael F. (Hrsg.) (2024), <i>Handbuch Nachhaltige Produktion</i> , München: Carl Hanser Verlag.
<b>Schneider, Schmidpeter (2015)</b> Schneider, Andreas; Schmidpeter, René (2015), <i>Corporate Social Responsibility. Verantwortungsvolle Unternehmensführung in Theorie und Praxis</i> , Wiesbaden: Springer Gabler.	<b>Schneider, Böck, Mötzl (2011)</b> Schneider, U.; Böck, M.; Mötzl, H. et al. (2011), «recyclingfähig konstruieren», Berichte aus Energie- und Umweltforschung (2/2011), hrsg. vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, <a href="http://www.nachhaltigwirtschaften.at/resources/hdz_pdf/endbericht_1121_recyclingfaehig_konstruieren.pdf">www.nachhaltigwirtschaften.at/resources/hdz_pdf/endbericht_1121_recyclingfaehig_konstruieren.pdf</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Skuban (2019)</b> Skuban, Ralph (2019), <i>Yoga-Meditation: Einführung in vier Schritten</i> , München: Aquamarin-Verlag.	<b>Slade (2006)</b> Slade, Giles (2006), <i>Made to Break. Technology and Obsolescence in America</i> , Cambridge (Massachusetts), London: Harvard University Press, <a href="http://curso-supla.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/12/slade-g-made-to-break-technology-and-obsolescence-in-america-2007.pdf">curso-supla.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/12/slade-g-made-to-break-technology-and-obsolescence-in-america-2007.pdf</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Umweltbundesamt (2022)</b> Umweltbundesamt (16.5.2022), «Urban Mining», <a href="http://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/urban-mining#urbane-minen">www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/urban-mining#urbane-minen</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>United Nations (2023)</b> United Nations (2023), «The Sustainable Development Goals Report 2023», <a href="http://sdgs.un.org/documents/sustainable-development-goals-report-2023-53220">sdgs.un.org/documents/sustainable-development-goals-report-2023-53220</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
<b>Schneider, Zäh (2024)</b> Schneider, Daniel; Zäh, Michael F. (2024), «Motivation und Annahmen zur nachhaltigen Produktion», in: Zäh, Michael F. (Hrsg.), <i>Handbuch Nachhaltige Produktion</i> , München: Carl Hanser Verlag, S. 1-24.	<b>Social Accountability International (o. J.)</b> Social Accountability International (o. J.), «SA8000® Standard», <a href="http://sa-intl.org/programs/sa8000">SA8000 Standard</a> .	<b>Umweltbundesamt (2024 a)</b> Umweltbundesamt (16.5.2024), «Neue EU-Regeln gegen Greenwashing verabschiedet», <a href="http://www.umweltbundesamt.de/themen/neue-eu-regeln-gegen-greenwashing-verabschiedet">www.umweltbundesamt.de/themen/neue-eu-regeln-gegen-greenwashing-verabschiedet</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>United Nations (o. J. a)</b> United Nations (o. J.), «Sustainable Development Goals. Communication materials», <a href="http://www.un.org/sustainabledevelopment/news/communications-material/">www.un.org/sustainabledevelopment/news/communications-material/</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>United Nations (o. J. b)</b> United Nations (o. J.), «Die Allgemeine Erklärung der Menschenrechte», <a href="http://www.ohchr.org/en/human-rights/universal-declaration/translations/german-deutsch">www.ohchr.org/en/human-rights/universal-declaration/translations/german-deutsch</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Vattenfall (o. J.)</b> Vattenfall (o. J.), «Virtuelles Wasser: So viel Wasser steckt in Produkten», <a href="http://www.vattenfall.de/infowelt-energie/fossilfrei-leben/wasserverbrauch-virtuelles-wasser-in-produkten">www.vattenfall.de/infowelt-energie/fossilfrei-leben/wasserverbrauch-virtuelles-wasser-in-produkten</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).
<b>Schumacher (1973)</b> Schumacher, Ernst Friederich (1973), <i>Small is Beautiful</i> :		<b>Umweltbundesamt (2024 b)</b> Umweltbundesamt (3.7.2024), «Neue Ökodesign-Verordnung für	<b>United Nations (o. J. c)</b> United Nations (o. J.), «The 17 Goals», <a href="http://sdgs.un.org/goals">sdgs.un.org/goals</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Wagner (2020)</b> Wagner, Robin (19.5.2020), «Die 2000-Watt-Gesellschaft. Das Konzept für nachhaltiges Wohnen», <a href="http://emonitor.ch/2000-watt-gesellschaft">emonitor.ch/2000-watt-gesellschaft</a> (zuletzt aufgerufen: 21.4.2025).	<b>Zentrum für Europäischen Verbraucherschutz (2023)</b> Centre Européen de la Consommation / Zentrum für Europäischen Verbraucherschutz e. V. (22.11.2023), «Mehr Nachhaltigkeit in Frankreich: Elektrogeräte nach Reparatur-Freundlichkeit auswählen», <a href="http://www.ceczev.eu/de/themen/einkauf-en-dienstleistungen/reparatur-index-in-frankreich/">www.ceczev.eu/de/themen/einkauf-en-dienstleistungen/reparatur-index-in-frankreich/</a> (zuletzt aufgerufen: 23.5.2025).
				<b>Wikipedia (o. J.)</b> «Bedürfnis», <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Bed%C3%BCrfnis">de.wikipedia.org/wiki/Bed%C3%BCrfnis</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025). «Open Source», <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Open_Source">de.wikipedia.org/wiki/Open_Source</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025). «KISS-Prinzip», <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/KISS-Prinzip">de.wikipedia.org/wiki/KISS-Prinzip</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).	<b>Zero Waste International Alliance (2022)</b> Zero Waste International Alliance (19.5.2022), «Zero Waste Hierarchy of Highest and Best Use 8.0», <a href="http://zwia.org/zwh/">zwia.org/zwh/</a> (zuletzt aufgerufen: 15.2.2025).

## Bildnachweis

**S.54** Abb. 14: © Rowohlt-Verlag

**S.57** Abb. 15–17 (oben): © Tobias Trübenbacher

**S.57** Abb. 18/19 (unten): © rrreefs

**S.58** Abb. 20 (oben): Grafik: © Nadine Wüthrich. Darstellung der Autoren, basierend auf den 17 Nachhaltigkeitszielen (SDGs).

**S.58** Abb. 21 (unten): © United Nations 17 Nachhaltigkeitsziele – SDGs, basierend auf der Darstellung der Vereinten Nationen 2019.

**S.60** Abb. 22: © Public Eye/Muhammad Fadli; Panos Pictures/opak.cc

**S.61** Abb. 23 (links): © ILO/IFC

**S.61** Abb. 24 (rechts): © Christian Braga / Greenpeace

**S.62** Abb. 25 (oben): Foto: © mrehan

**S.62** Abb. 26 (unten): Foto: © Victoria Juretko Forschungsarbeit entwickelt im Masterstudio Industrial Design am Institute Contemporary Design Practices (ICDP) der HGK Basel.

**S.70** Abb. 27: iStock/ Basiliost1

**S.54** Abb. 14: Interpretation und Erweiterung der Autoren, die auf dem «Circular economy Systems diagram» der Ellen MacArthur Foundation (2019) und auf der Darstellung «Kreisläufe und Prinzipien des Cradle to Cradle-Design-Konzepts» nach Michael Braungart und William McDonough basiert.

**S.58** Abb. 20 (unten): Grafik: © Nadine Wüthrich. Darstellung der Autoren, basierend auf den 17 Nachhaltigkeitszielen (SDGs).

**S.58** Abb. 21 (unten): © United Nations 17 Nachhaltigkeitsziele – SDGs, basierend auf der Darstellung der Vereinten Nationen 2019.

**S.60** Abb. 22: © Public Eye/Muhammad Fadli; Panos Pictures/opak.cc

**S.61** Abb. 23 (links): © ILO/IFC

**S.61** Abb. 24 (rechts): © Christian Braga / Greenpeace

**S.62** Abb. 25 (oben): Foto: © mrehan

**S.62** Abb. 26 (unten): Foto: © Victoria Juretko Forschungsarbeit entwickelt im Masterstudio Industrial Design am Institute Contemporary Design Practices (ICDP) der HGK Basel.

**S.70** Abb. 27: iStock/ Basiliost1

**S.54** Abb. 14: unten: © INCH; Foto: © Mark Niedermann

**S.117** Abb. 65: Courtesy of Fernando Laposse

**S.118** Abb. 66: © Kartell  
**S.119** Abb. 67 (links oben): © evocative, <https://mushroom-packaging.com/products/shoebox-cooler-small> (zuletzt aufgerufen: 5.8.2025).

**S.119** Abb. 68/69: © Experimentelles und Digitales Entwerfen und Konstruieren (EDEK), Universität Kassel

**S.120** Abb. 70 (links): © Margarita Talep

**S.120** Abb. 71 (rechts): © Great Wrap; Foto: © Shelley Horan

**S.121** Abb. 72 (links): © FluidSolids; Foto: © Bruno Helbling

**S.121** Abb. 73 (rechts): © FluidSolids; Foto: © Luca Zanier

**S.122** Abb. 74/75: © Impact Acoustic

**S.123** Abb. 76: alamy/ Jochen Tack

**S.124** Abb. 77: © material-archiv.ch

**S.125** Abb. 78: © Eyes-hells, <https://eyeshells.com/products/> (zuletzt aufgerufen: 5.8.2025).

**S.127** Abb. 79 (oben): Foto: © Marcus Lyon

**S.101** Abb. 51: © INCH; Foto: © Donata Ettlin

**S.102** Abb. 52 (links): Foto: © Paola Caputo and Etage Projects

**S.102** Abb. 53 (rechts): © Formafantasma

**S.103** Abb. 54: © Rework, <https://www.rework.ch/products/trackjacket-branded-eighties> (zuletzt aufgerufen: 5.8.2025).

**S.75** Abb. 29/30: © andBeyond.com

**S.77** Abb. 31: © Foto: Peter ter Woord

**S.78** Abb. 32: Adobe Stock/Pixel-Shot, 1015467835

**S.79** Abb. 33 (oben): Foto: © Jouko Lehtola for Artek

**S.79** Abb. 34 (unten): Seitenausschnitt aus dem Buch *Autoprogettazione?* von Enzo Mari, Mantua: Corraini Edizioni, 1974.

**S.32** Abb. 5–8: oben links: © LAUSCHSICHT

oben rechts: © LAUSCHSICHT Mitte rechts: © QWSTION unten: © QWSTION

**S.34** Abb. 9: © INCH; Foto: © Mark Niedermann

## Grundlagen

**S.2** Abb. 1: Courtesy NASA/JPL-Caltech

**S.15** Abb. 2: Grafik: © Nadine Wüthrich

Basierend auf einer Darstellung des Stockholm Resilience Center, Stockholm University, <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html> (zuletzt aufgerufen: 5.8.2025); © Azote for Stockholm Resilience Centre.

**S.21** Abb. 3: © Lute

**S.26** Abb. 4: Grafik: © Nadine Wüthrich

Darstellung nach Elkington 1997 (Drei-Säulen-Modell) und Giddings B, Hopwood B, O'brien G. 2002 (Vor-rangmodell), <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13504509.2023.220854#d1e310> (zuletzt aufgerufen: 5.8.2025).

**S.32** Abb. 5–8: oben links: © LAUSCHSICHT oben rechts: © LAUSCHSICHT Mitte rechts: © QWSTION unten: © QWSTION

**S.34** Abb. 9: © INCH; Foto: © Mark Niedermann

## Konzept

**S.46** Abb. 10: Grafik: © Nadine Wüthrich / die Autoren

**S.48** Abb. 11: © Patagonia

**S.50** Abb. 12: ISO (International Standard Organization)

**S.53** Abb. 13: © Keystone / AP

## Entwurf

**S.71** Abb. 28: © UYN Sports, [https://uynsports.com/de\\_de/press-contacts](https://uynsports.com/de_de/press-contacts) (zuletzt aufgerufen: 5.8.2025).

**S.75** Abb. 29/30: © andBeyond.com

**S.77** Abb. 31: © Foto: Peter ter Woord

**S.78** Abb. 32: Adobe Stock/Pixel-Shot, 1015467835

**S.79** Abb. 33 (oben): Foto: © Jouko Lehtola for Artek

**S.79** Abb. 34 (unten): Seitenausschnitt aus dem Buch *Autoprogettazione?* von Enzo Mari, Mantua: Corraini Edizioni, 1974.

**S.32** Abb. 5–8: oben links: © LAUSCHSICHT oben rechts: © LAUSCHSICHT Mitte rechts: © QWSTION unten: © QWSTION

**S.34** Abb. 9: © INCH; Foto: © Mark Niedermann

**S.80** Abb. 35 (oben): © Precious Plastic

**S.80** Abb. 35 (unten): © Precious Plastic; Foto: © Stamatis Promponas

**S.84** Abb. 37: © CUBE Bikes

**S.87** Abb. 38: Grafik: © Nadine Wüthrich Die Darstellung ist eine

Interpretation und Erweiterung der Autoren, die auf dem «Circular economy Systems diagram» der Ellen MacArthur Foundation (2019) und auf der Darstellung «Kreisläufe und Prinzipien des Cradle to Cradle-Design-Konzepts» nach Michael Braungart und William McDonough basiert.

**S.58** Abb. 20 (unten): Grafik: © Nadine Wüthrich. Darstellung der Autoren, basierend auf den 17 Nachhaltigkeitszielen (SDGs).

**S.58** Abb. 21 (unten): © United Nations 17 Nachhaltigkeitsziele – SDGs, basierend auf der Darstellung der Vereinten Nationen 2019.

**S.60** Abb. 22: © Public Eye/Muhammad Fadli; Panos Pictures/opak.cc

**S.61** Abb. 23 (links): © ILO/IFC

**S.61** Abb. 24 (rechts): © Christian Braga / Greenpeace

**S.62** Abb. 25 (oben): Foto: © mrehan

**S.62** Abb. 26 (unten): Foto: © Victoria Juretko Forschungsarbeit entwickelt im Masterstudio Industrial Design am Institute Contemporary Design Practices (ICDP) der HGK Basel.

**S.70** Abb. 27: iStock/ Basiliost1

**S.54** Abb. 14: unten: © INCH; Foto: © Mark Niedermann

**S.117** Abb. 65: Courtesy of Fernando Laposse

**S.118** Abb. 66: © Kartell  
**S.119** Abb. 67 (links oben): © evocative, <https://mushroom-packaging.com/products/shoebox-cooler-small> (zuletzt aufgerufen: 5.8.2025).

**S.119** Abb. 68/69: © Experimentelles und Digitales Entwerfen und Konstruieren (EDEK), Universität Kassel

**S.120** Abb. 70 (links): © Margarita Talep

**S.120** Abb. 71 (rechts): © Great Wrap; Foto: © Shelley Horan

**S.121** Abb. 72 (links): © FluidSolids; Foto: © Bruno Helbling

**S.121** Abb. 73 (rechts): © FluidSolids; Foto: © Luca Zanier

**S.122** Abb. 74/75: © Impact Acoustic

**S.123** Abb. 76: alamy/ Jochen Tack

**S.124** Abb. 77: © material-archiv.ch

**S.125** Abb. 78: © Eyes-hells, <https://eyeshells.com/products/> (zuletzt aufgerufen: 5.8.2025).

**S.127** Abb. 79 (oben): Foto: © Marcus Lyon

**S.101** Abb. 51: © INCH; Foto: © Donata Ettlin

**S.102** Abb. 52 (links): Foto: © Paola Caputo and Etage Projects

**S.102** Abb. 53 (rechts): © Formafantasma

**S.103** Abb. 54: © Rework, <https://www.rework.ch/products/trackjacket-branded-eighties> (zuletzt aufgerufen: 5.8.2025).

**S.75** Abb. 29/30: © andBeyond.com

**S.77** Abb. 31: © Foto: Peter ter Woord

**S.78** Abb. 32: Adobe Stock/Pixel-Shot, 1015467835

**S.79** Abb. 33 (oben): Foto: © Jouko Lehtola for Artek

**S.79** Abb. 34 (unten): Seitenausschnitt aus dem Buch *Autoprogettazione?* von Enzo Mari, Mantua: Corraini Edizioni, 1974.

**S.32** Abb. 5–8: oben links: © LAUSCHSICHT oben rechts: © LAUSCHSICHT Mitte rechts: © QWSTION unten: © QWSTION

**S.34** Abb. 9: © INCH; Foto: © Mark Niedermann

**S.80** Abb. 35 (oben): © Precious Plastic

**S.80** Abb. 35 (unten): © Precious Plastic; Foto: © Stamatis Promponas

**S.84** Abb. 37: © CUBE Bikes

**S.87** Abb. 38: Grafik: © Nadine Wüthrich Die Darstellung ist eine

**S.137** Abb. 90: Foto: © Nicolas Polli

**S.138** Abb. 91: Steal this Poster © Design: Stefan Gndl; Grösse: DINA1, 594 x 841mm, Schriftart: NB International™ Bold Pro

**S.139** Abb. 92: Seiten aus dem Buch *Vom Blatt zum Blättern. Falzen, Heften, Binden für Gestalter* von Franziska Morlok und Miriam Waszelewski, Mainz:

**S.140** Abb. 93: © INCH; Foto: © Tonatiuh Ambrosetti/ Daniela Droz

**S.141** Abb. 94: © INCH; Foto: © Ludovic Balland

**S.142** Abb. 95–99: oben: © Blå Station unten, links und rechts oben: Foto: © Calypso Mahieu

unten, rechts unten: KEYSTONE/Olivier Maire

**S.144** Abb. 100–102: © atelier ALINEA AG; Foto: © Corinne Futterlieb

**S.148** Abb. 103 (links): DeepSkyBlue/CC BY-SA 3.0 / <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Compact-Disc.jpg>

**S.148** Abb. 104 (rechts): Retired electrician/CC0 1.0 Universal/[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Counterfeit\\_prerecorded\\_cassette\\_in\\_a\\_counterfeit\\_Maxell\\_shell\\_01.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Counterfeit_prerecorded_cassette_in_a_counterfeit_Maxell_shell_01.jpg)

**S.157** Abb. 105: Diverse Gütesiegel

**S.161** Abb. 106: iStock/ zichrini

Die Aussage in der Bildlegende bezieht sich auf ein Interview mit Thomas Kägi

der Umweltberatungsfirma Carbotech im Schweizer

Tages-Anzeiger vom 2.2.2020, geschrieben von Erich Bürgler.

**S.134** Abb. 85 (links): © THOMAS MOELVIG

**S.134** Abb. 86 (rechts): Foto: © HOWE a/s

**S.135** Abb. 87 (links): © Lemaire, <https://www.lemaire.fr/collections/belts-w> (zuletzt aufgerufen: 24.6.2025).

**S.135** Abb. 88 (rechts): © Beuzeval furniture; Foto: © Yeshen Venema

**S.136** Abb. 89: alamy/ imageBROKER.com unten links: KEYSTONE/

mauritius images / HANS-PETER MERTEN unten rechts: IMAGO/ Depositphotos

**S.184** Abb. 114 (links): iStock/wabeno

**S.184** Abb. 115 (rechts): Foto: © Faruk Tokluoglu auf Unsplash

**S.187** Abb. 116: alamy/ Planet Observer

**S.190** Abb. 117 (oben): KEYSTONE/Philipp von Ditfurth/laif/Redux

**S.190** Abb. 118 (unten): alamy/ZarkePix

In einigen Fällen konnten die Urheber- und Abdruckrechte trotz umfangreicher Recherche nicht ermittelt werden. Berechtigte Ansprüche werden bei entsprechendem Nachweis im Rahmen der üblichen Honorarvereinbarungen abgegolten.

## Ausführungen

**S.209** Abb. 119: Grafik: © Nadine Wüthrich

Die Darstellung ist eine Interpretation und Erweiterung der Autoren, die auf der Darstellung des deutschen Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz,

Naturschutz und nukleare Sicherheit basiert, <https://www.bundesumweltministerium.de/VomBlattzumBlättern/FalzenHeftenBindenfürGestalter>

für Umweltpolitische-Digitalagenda/so-funktioniert (zuletzt aufgerufen: 5.8.2025).

**S.148** Abb. 104 (rechts): DeepSkyBlue/CC BY-SA 3.0 / <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Compact-Disc.jpg>

**S.148** Abb. 105 (rechts): Retired electrician/CC0 1.0 Universal/[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Counterfeit\\_prerecorded\\_cassette\\_in\\_a\\_counterfeit\\_Maxell\\_shell\\_01.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Counterfeit_prerecorded_cassette_in_a_counterfeit_Maxell_shell_01.jpg)

**S.215** Abb. 120: Foto: © Peter Tillessen

**S.216** Abb. 121: © Miriam Künzli/Ex-Press/Greenpeace, Unique identifier: GPOSTVTRS

**S.221** Abb. 122: © Rimowa

**S.224** Abb. 123: iStock/ Marco Montalti

## Danksagung

Die intensive und lehrreiche Arbeit an dieser Publikation hat uns vier Jahre lang begleitet, in denen zahlreiche Personen mit ihrem Wissen und ihrer Kompetenz massgeblich zum Inhalt beigetragen haben. Ohne ihre Unterstützung wäre die Publikation des Leitfadens *Nachhaltige Designprozesse* nicht möglich gewesen. Unser herzlicher Dank gilt Ozan Alaca, Kilian Baeriswyl, Lisa Berset, Verena Christen, Fredy Dinkel, Stéphanie Estoppey, Thomas Gönnert, Christoph Hugi, Miriam Kaufmann, Laura Knöpfel, Rainer Künzi, Samuel Perret, Antonia Stalder, Nina Stefanka, Hanspeter Wirth, Vania Zschokke und Anna Zumthor.

Den Grundstein für die vorliegende Arbeit legte die Abschlussarbeit *Leitfaden für nachhaltige Designprozesse* von Thomas Wüthrich im Rahmen des Master of Advanced Studies in Umwelttechnik und -management. Ein herzlicher Dank geht deshalb auch an die Hochschule für Life Sciences FHNW in Muttenz (Schweiz), die das Projekt sowohl inhaltlich als auch finanziell unterstützt hat.

Dank gebührt auch Rolf Fehlbaum von der Vitra Design Stiftung für die finanzielle Unterstützung sowie Markus Weisskopf für seine private Unterstützung. Ohne diese Hilfe wäre die Druckausgabe nicht realisierbar gewesen. Neben der gedruckten Buchausgabe sind die vorliegenden Texte dank der wertvollen und geschätzten finanziellen Unterstützung des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) auch als digitale Version im Open Access frei zugänglich.

Die vorliegende Publikation soll als konkreter Leitfaden den Weg zu einer nachhaltigen Arbeitsweise erleichtern. Entsprechend wünschen wir uns, dass der Leitfaden *Nachhaltige Designprozesse* unseren Berufskolleg:innen als hilfreiche Unterstützung und Inspiration für die ökologisch und sozial nachhaltige Entwicklung ihrer Produkte und Projekte dient.

Yves Raschle und Thomas Wüthrich

**Impressum****Autoren**

Thomas Wüthrich  
Yves Raschle

**Lektorat**

Inka Humann, Berlin

**Korrektorat**

Silke Körber, Berlin

**Gestaltung**

Nadine Wüthrich, Zürich

**Lithografie**

Marjeta Morinc, Basel

**Bildrecherche**

Chiara Marinai  
Agnes Murmann  
Yves Raschle  
Thomas Wüthrich  
Nadine Wüthrich

**Bildrechtsabklärung**

Olivia Baeriswyl  
Sophie Löffler

**Druck und Bindung**

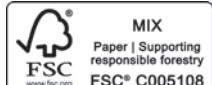
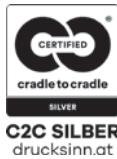
Gugler Medien GmbH, Melk/Donau

**Papier**

Munkn Lynx, 120 g/m<sup>2</sup>  
Gmund Used 7, 300 g/m<sup>2</sup>

**Öko-Standard**

Diese Publikation wurde nach folgenden Öko-Standards produziert:

**Park Books**

Park Books AG  
Niederdorfstrasse 54  
8001 Zürich  
Schweiz  
[www.park-books.com](http://www.park-books.com)  
T +41 44 262 16 62  
E [info@park-books.com](mailto:info@park-books.com)

**Unterstützt von**

Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

**vitra.**

**n|w**

Fachhochschule Nordwestschweiz  
Hochschule für Life Sciences

**HSLU** Hochschule  
Luzern

**INCH**



**Prozirkula**

© 2025 Thomas Wüthrich,  
Yves Raschle und Park Books AG,  
Zürich

© für die Texte: die Autoren  
© für die Bilder: siehe Bildnachweis

**Produktsicherheit**

Verantwortliche Person gemäss  
EU-Verordnung 2023/988 (GPSR):  
GVA Gemeinsame Verlagsaus-  
lieferung Göttingen GmbH & Co. KG  
Postfach 2021  
37010 Göttingen  
Deutschland  
T +49 551 384 200 0  
E [info@gva-verlage.de](mailto:info@gva-verlage.de)

Park Books wird vom Bundesamt  
für Kultur mit einem Struktur-  
beitrag für die Jahre 2021–2025  
unterstützt.

Alle Rechte vorbehalten; kein Teil  
dieses Werks darf in irgendeiner  
Form ohne vorherige schriftliche  
Genehmigung des Verlags repro-  
duziert oder unter Verwendung  
elektronischer Systeme verarbei-  
tet, vervielfältigt oder verbreitet  
werden.

ISBN 978-3-03860-448-8

Umschlagklappe hinten: Yves  
Raschle (l.) und Thomas Wüthrich  
(r.). Foto: © Constantin Mirbach

**Am Ende eines Designprozesses steht Nützliches und Schönes. Unter den Vorzeichen der aktuellen Umweltkrisen kann jedoch nur dann von einer gelungenen Arbeit gesprochen werden, wenn auch diese Thematik Berücksichtigung findet. Ein zeitgemässer Gestaltungsansatz bezieht ökologische und soziale Rahmenbedingungen in die Umsetzung und Nutzung mit ein. Solche Konzepte entstehen aus dem Verständnis von Stoffkreisläufen und gesellschaftlichen Zusammenhängen.**

**Dieser Leitfaden zeigt in kurzen Beiträgen, wie Gestalter:innen das Thema Nachhaltigkeit in den verschiedenen Phasen eines Projekts integrieren können. Werden nachhaltige Themen nicht als Hindernis für Kreativität, sondern als wichtiger Faktor für ganzheitliches Design verstanden, kann eine lustvolle und sinnstiftende Erweiterung der gestalterischen Tätigkeit entstehen.**

