

DIN EN 45560

ICS 03.100.50; 13.020.20

Einsprüche bis 2023-11-08

Entwurf**Methode zur Gestaltung von zirkulären Produkten;
Deutsche und Englische Fassung prEN 45560:2023**

Method to achieve circular designs of products;
German and English version prEN 45560:2023

Méthode pour réaliser des conceptions circulaires de produits;
Version allemande et anglaise prEN 45560:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-09-08 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nagus@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 115 Seiten

DIN-Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 45560:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/CLC/JTC 10 „Energieverbrauchsrelevante Produkte – Materialeffizienzaspekte für Ökodesign“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN (Niederlande) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 172-00-14 GA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NAGUS/DKE: Ökodesign, insbesondere Materialeffizienz von energieverbrauchsrelevanten Produkten“ im DIN-Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 14001:2015	siehe	DIN EN ISO 14001:2015-11
ISO 14040:2006	siehe	DIN EN ISO 14040:2021-02
ISO 14044:2006	siehe	DIN EN ISO 14044:2021-02

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 14001:2015-11, *Umweltmanagementsysteme — Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 14001:2015)*; Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14001:2015

DIN EN ISO 14040:2021-02, *Umweltmanagement — Ökobilanz — Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006 + Amd 1:2020)*; Deutsche Fassung EN ISO 14040:2006 + A1:2020

DIN EN ISO 14044:2021-02, *Umweltmanagement — Ökobilanz — Anforderungen und Anleitungen (ISO 14044:2006 + Amd 1:2017 + Amd 2:2020)*; Deutsche Fassung EN ISO 14044:2006 + A1:2018 + A2:2020

– *Entwurf* –

E DIN EN 45560:2023-10

– Leerseite –

September 2023

prEN 45560

Methode zur Gestaltung von zirkulären Produkten

Method to achieve circular designs of products

Méthode pour réaliser des conceptions circulaires de produits

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
3.1 Begriffe im Zusammenhang mit zirkulärem Produktdesign	8
3.2 Begriffe im Zusammenhang mit der Umwelt	11
3.3 Begriffe im Zusammenhang mit Produkt und Ressourcen	11
3.4 Begriffe im Zusammenhang mit Recycling	12
3.5 Begriffe im Zusammenhang mit Funktionsbeständigkeit	13
3.6 Begriffe im Zusammenhang mit der Verlängerung der Lebensdauer	14
3.7 Abkürzungen	15
4 Grundsätze und Konzepte zur Unterstützung von zirkulärem Produktdesign	16
4.1 Grundsätze für das Verringern, Verlangsamen und Schließen von Materialflüssen	16
4.1.1 Allgemeines	16
4.1.2 Verringern der Materialflüsse	17
4.1.3 Verlangsamen der Materialflüsse	17
4.1.4 Schließen der Materialflüsse	19
4.2 Materialwerthierarchie	21
4.2.1 Einleitung	21
4.2.2 Anwenden von Strategien zum Weniger Verwenden	23
4.2.3 Anwenden von Strategien zum Erleichtern der Wiederverwendung	24
4.2.4 Anwenden von Strategien zum Wiederverwerten und erneut Verwenden	25
4.3 Umgang mit Zielkonflikten	26
4.3.1 Beispiele für Zielkonflikte zwischen zirkulärem Produktdesign und Kreislaufwirtschaft oder Materialeffizienz	26
4.3.2 Beispiele für Zielkonflikte zwischen Reparaturfähigkeit und Zuverlässigkeit	27
4.3.3 Anwendersicherheit oder -schutz im Verhältnis zu anderen Aspekten des zirkulären Produktdesigns	27
4.4 Grundsätze des zirkulären Produktdesigns	27
5 Umstellung einer Organisation auf Zirkularität	28
5.1 Kreislaufwirtschaft als Teil von Vision, Mission und Strategie	28
5.2 Ziele der Organisation, um zirkulär zu werden	28
5.3 Messen der Umstellung der Organisation auf Zirkularität	29
5.4 Überlegungen zu Zielkonflikten bei zirkulärem Produktdesign	29
6 Anforderungen und Leitfaden für zirkuläres Produktdesign	30
6.1 Prozess des zirkulären Produktdesigns	30
6.2 Zirkuläre Kategorien	31
6.2.1 Einführung in zirkuläre Kategorien	31
6.2.2 Beispiele für zirkuläre Kategorien, die weniger Materialien verbrauchen oder die Materialflüsse verringern	32
6.2.3 Beispiele für zirkuläre Kategorien, die Materialien länger verwenden oder die Materialflüsse verlangsamen	34
6.2.4 Beispiele für zirkuläre Kategorien, die Materialien wiederverwenden oder die Materialflüsse schließen	36
6.2.5 Zirkuläre Dienstleistungen, Hardware und Software	37
6.3 Zirkuläre Produktattribute	37
6.4 Anforderungen an zirkuläres Produktdesign	38
6.5 Bestimmen der Relevanz der zirkulären Produktattribute	50
6.6 Erstellung einer zirkulären Produktdesignmatrix	50
7 Kommunikation	52

7.1	Kommunikation der zirkulären Ziele durch die Organisation	52
7.2	Anwenderinformation und -leitfaden zu zirkulären Aspekten des Produkts	52
Anhang A	(informativ) Erläuterung der zirkulären Produktattribute	54
Anhang B	(informativ) Hintergrundinformationen	58
B.1	Überlegungen zu den Zielen für nachhaltige Entwicklung	58
B.2	Zirkuläres Produktdesign erweitert umweltbewusstes Design	58
Literaturhinweise		61

Bilder

Bild 1	— Grundsätze des Verlangsamens, Verringerens und Schließens von Ressourcenflüssen . .	16
Bild 2	— Materialwerthierarchie	23
Bild 3	— Beispiele für zirkuläre Kategorien einer Organisation auf Basis des Umsatzes	29
Bild 4	— Umsetzungsrelevanter Prozess des zirkulären Produktdesigns	31
Bild 5	— Beispiel für eine zirkuläre Produktdesignmatrix	51

Tabellen

Tabelle 1	— Beispiele für zirkuläre Produktattributgruppen	38
Tabelle 2	— Unterstützende Fragen zum Bestimmen von Anforderungen an zirkuläres Produktdesign	40
Tabelle A.1	— Zirkuläre Produktattribute, Begründung und Ziele	54

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 45560:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/CLC/JTC 10 „Energieverbrauchsrelevante Produkte – Materialeffizienzaspekte für Ökodesign“ erarbeitet.

Dieses Dokument ist derzeit zur Umfrage vorgelegt.

Die folgenden Termine werden vorgeschlagen:

- | | | |
|---|-------|---|
| — spätestster Termin, zu dem das Vorhandensein dieses Dokuments auf nationaler Ebene angekündigt werden muss | (doa) | dor + 6 Monate |
| — spätestster Termin, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung umgesetzt werden muss | (dop) | dor + 12 Monate |
| — spätestster Termin, zu dem diesem Dokument entgegenstehende nationale Normen zurückgezogen werden müssen | (dow) | dor + 36 Monate (bei der Abstimmung zu bestätigen oder zu ändern) |

CEN/CLC/JTC 10 hat das Ziel, generische und horizontale CEN-CENELEC-Veröffentlichungen zu erstellen, die Aspekte wie Bewertungsverfahren, Designregeln, Dematerialisation, Digitalisierung und Übertragung von Informationen zu einer Vielzahl von Materialeffizienz-Themen abdecken, insbesondere zu (unter anderem):

- a) Verlängerung der Produktlebensdauer;
- b) Fähigkeit, am Ende der Lebensdauer Komponenten von Produkten wiederzuverwenden oder Materialien¹ zu recyceln;
- c) Verwendung von wiederverwendeten Komponenten und/oder recycelten Materialien in Produkten.

Dieses Dokument ist für die Verwendung durch Organisationen zur direkten Anwendung auf Produkte vorgesehen, kann jedoch auch von produktspezifischen technischen Komitees verwendet werden, wenn diese horizontale Normen, generische Normen, Produktgruppennormen oder produktspezifische Normen erstellen. Es kann daher gemeinsam mit Produktgruppennormen oder produktspezifischen Normen, die z. B. von produktspezifischen technischen Komitees entwickelt wurden, in Bezug genommen werden.

¹ Dies umfasst auch die von der Europäischen Kommission definierte Liste von kritischen Rohstoffen (CRM, en: critical raw materials).

Einleitung

0.1 Hintergrund

Klimawandel, Verlust von Biodiversität, Ressourcenverknappung und die beständig zunehmende Erzeugung von Abfall und Verschmutzung stellen für die moderne Gesellschaft erhebliche Herausforderungen dar. Die Kreislaufwirtschaft mit ihrem Fokus auf Materialeffizienz und dem Versprechen einer längeren Lebensdauer von Produkten, der Minimierung von Abfall und dem Schließen der Materialkreisläufe gilt als ein wichtiges Mittel zum Bewältigen dieser Herausforderungen. Beim Umstellen auf eine Kreislaufwirtschaft spielt Design eine entscheidende Rolle. Es heißt, dass 80 % der Umweltauswirkungen eines Produkts in der Designphase festgelegt werden [1] und dass Designentscheidungen bestimmen können, ob die Bemühungen um Zirkularität erfolgreich sein werden oder nicht. Zirkuläres Produktdesign ist ein Schlüsselement beim Entwickeln und Implementieren von zirkulären Geschäftsmodellen und bei der Umstellung auf eine Kreislaufwirtschaft.

In Europa wurde mit dem 2019 verabschiedeten Green Deal [2] eine konzertierte Strategie für eine klimaneutrale, ressourceneffiziente und wettbewerbsfähige Wirtschaft entworfen. Die Ausweitung der Kreislaufwirtschaft von Vorreitern auf Hauptwirtschaftsakteure wird entscheidende Beiträge zum Erzielen der Klimaneutralität bis 2050 und zum Entkoppeln des Wirtschaftswachstums von der Nutzung natürlicher Ressourcen durch eine effektivere Verwendung dieser Ressourcen leisten, während gleichzeitig die langfristige Wettbewerbsfähigkeit der EU und innerhalb der EU sichergestellt wird. Diese Norm, deren Fokus auf zirkulärem Produktdesign liegt, unterstützt das Erreichen des im europäischen Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft (CEAP, en: circular economy action plan) festgelegten Vorhabens [3].

Nachhaltiges Management und effiziente Nutzung der natürlichen Ressourcen sind auch Teil der Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDG, en: sustainable development goals) der Vereinten Nationen. Dieses Dokument unterstützt diese Ziele, insbesondere SGD 12, um nachhaltige Verbrauchs- und Produktionsmuster sicherzustellen.

Der Hauptzweck dieses Dokuments besteht im Entwickeln eines systematischen Vorgehens (Verfahrens) zum Definieren von Designregeln und Aktivitäten für Design und Entwicklung von Produkten, so dass diese als Teil einer Kreislaufwirtschaft zirkulär gestaltet werden.

Dieses Dokument richtet sich an Organisationen, die Produkte gestalten und entwickeln, die im Anwendungsbereich der Ökodesign-Gesetzgebung [4] liegen. Es legt den Fokus auf die Optimierung der Materialnutzung und -effizienz mit Strategien, die ein Verringern (Verwenden von weniger Materialien), Verlangsamern (Verlängern der Produktlebensdauer, Halten der Qualität von Produkten und Materialien so hoch wie möglich und so lange wie möglich) und Schließen von Kreisläufen (Aufarbeiten, Recycling und Teilverwertung) ermöglichen.

0.2 Beziehung zu anderen horizontalen oder generischen Normen

Obgleich es in den meisten Regionen behördliche Anforderungen für die Ressourceneffizienz gibt, lag der Fokus bisher vor allem auf der Energieeffizienz von Produkten. Seit kurzem stehen mit der Veröffentlichung der Normengruppe CEN-CLC/JTC10 EN 4555X-4556X Normen zur Verfügung, die mit der Materialeffizienz befasst sind. Die JTC10-Normen legen den Fokus auf die Bewertung verschiedener Aspekte der Materialeffizienz, etwa die Funktionsbeständigkeit von Produkten (EN 45552), die Reparatur-, Wiederverwend- und Upgradbarkeit (EN 45554), die Wiederaufarbeitbarkeit (EN 45553), den Anteil der wiederverwendeten Komponenten (EN 45556), die Recyclingfähigkeit und die Verwendung des Anteils an recyceltem Material (EN 45555 und EN 45557) und die Kommunikation zur Verwendung von kritischen Rohstoffen (CRM, en: critical raw materials) (EN 45558). In diesen Normen geht es um Bewertungen, inwieweit es möglich ist (d. h., wie einfach oder schwer es ist), z. B. ein Produkt zu reparieren, wiederaufzuarbeiten oder zu recyceln. Sie liefern aber keinen Leitfaden, welche Aspekte beim Design eines Produkts zu beachten sind. Das vorliegende Dokument soll diese Lücke füllen.

Die Norm EN/IEC 62430 unterstützt Organisationen beim Integrieren von Prozessen des umweltbewussten Designs (ECD, en: environmentally conscious design) in ihren Prozess für Produktdesign und -entwicklung. ISO 14009 [5] liefert Organisationen einen Leitfaden, wie sie zirkuläre Produktdesignstrategien in Design und Entwicklung innerhalb ihres Umweltmanagementsystems integrieren können. ISO 14006 [6] liefert einen Leitfaden, um Organisationen bei der Festlegung eines systematischen und strukturierten Ansatzes für die Integra-

tion und Umsetzung von Ökodesign in einem Umweltmanagementsystem, wie in ISO 14001 [7] beschrieben, zu unterstützen. Bewertungen von Umweltauswirkungen, einschließlich Aspekte der Materialzirkularität, sind in Dokumenten wie EN 50693 [8], EN 15804 [9] und ISO 14040 [10] berücksichtigt.

IEC 62309 [11] enthält einen Leitfaden und Anforderungen zum Deklarieren von wiederverwendeten Teilen. Die IEC-60300-Reihe enthält allgemeine Leitlinien zur Abhängigkeit, Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Instandhaltbarkeit, und IEC 62402 [12] schließt das Obsoleszenzmanagement ein.

Internationale Normen zur Kreislaufwirtschaft, die momentan bei ISO/TC 323 in Entwicklung sind, sind ISO/CDV 59004 zu Terminologie, Grundsätzen und Leitlinien zur Umsetzung [13], ISO/CDV 59010 mit einem Leitfaden zur Umstellung von Geschäftsmodellen und Wertschöpfungsnetzen [14], ISO/CDV 50020 zum Messen und Bewerten von Zirkularität [15] und ISO/CD 59040 mit einem Vorschlag für ein Datenblatt zur Produktzirkularität [16].

In den Designregeln für die Kreislaufwirtschaft werden alle Bereiche wie Umwelt, Soziales, Wirtschaft und Technik berücksichtigt. Im Rahmen dieses ganzheitlichen Ansatzes wird das Value Management in EN 12973 [17] und EN 16271 [18] behandelt.

Um Redundanzen möglichst zu vermeiden, verweist dieses Dokument auf die zuvor genannten Normen (teilweise normativ).

1 Anwendungsbereich

In diesem Dokument wird ein Verfahren zum Definieren von Designregeln für zirkuläre Produkte vorgeschlagen. Es enthält Grundsätze, Anforderungen und Leitlinien, die mit dem vorgeschlagenen Verfahren verknüpft sind. Dieses Dokument:

- legt Anforderungen und Leitlinien für das Integrieren von Zirkularität in den Design- und Entwicklungsprozess von Produkten durch eine Organisation fest.
- unterstützt Organisationen beim Entwickeln von Produktdesignregeln zum Erfüllen ihrer gewählten zirkulären Kategorien (z. B. der von der Organisation oder aufgrund der rechtlichen Anforderungen gewählten zirkulären Geschäftsmodelle).

Dieses Dokument hat die Lebenswegbetrachtung als zentralen Grundsatz und liefert einen Leitfaden zum Reduzieren von Umweltauswirkungen und zum Umgang mit Herausforderungen wie Zielkonflikten im zirkulären Produktdesign, ohne Funktionen und Sicherheit zu beeinträchtigen.

Der Fokus dieses Dokuments liegt auf der Materialeffizienz. Es handelt sich nicht um eine Managementsystemnorm.

Dieses Dokument kann angewendet werden, wenn keine produktspezifische Norm oder Produktgruppennorm existiert. Wenn solche Dokumente erarbeitet werden, kann dieses Dokument als Referenz verwendet werden, um Konsistenz und Harmonisierung über verschiedene Produktbereiche und Lieferketten oder -netzwerke hinweg sicherzustellen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN/IEC 62430:2019, *Umweltbewusstes Gestalten (ECD) — Grundsätze, Anforderungen und Leitfaden*

EN 45552:2020, *Allgemeines Verfahren zur Bewertung der Funktionsbeständigkeit energieverbrauchsrelevanter Produkte*

EN 45553:2020, *Allgemeines Verfahren zur Bewertung der Wiederaufarbeitbarkeit energieverbrauchsrelevanter Produkte*

EN 45554:2020, *Allgemeines Verfahren zur Bewertung der Reparier-, Wiederverwend- und Upgradebarkeit energieverbrauchsrelevanter Produkte*

EN 45556, *Allgemeines Verfahren zur Bewertung des Anteils an wiederverwendeten Komponenten in energieverbrauchsrelevanten Produkten*²

EN 45557, *Allgemeines Verfahren zur Bewertung des Anteils an recyceltem Material von energieverbrauchsrelevanten Produkten*

EN 45558, *Allgemeines Verfahren zur Deklaration der Verwendung kritischer Rohstoffe in energieverbrauchsrelevanten Produkten*

2 Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung ist CD.

IEC 63333, *General method for assessing the proportion of reused components in products*³

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1 Begriffe im Zusammenhang mit zirkulärem Produktdesign

3.1.1

Kreislaufwirtschaft

Wirtschaftssystem, das zu einer nachhaltigen Entwicklung beiträgt, wodurch der Wert von Produkten, Materialien und anderen Ressourcen so lange wie möglich so hoch wie möglich gehalten wird, wobei die Ressourcen in einem kreisförmigen zirkulären Fluss gehalten werden und Abfall, schädliche Emissionen und Verschmutzung minimiert werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Kreislaufwirtschaft wendet einen systemischen Ansatz an.

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine Kreislaufwirtschaft schützt und unterstützt die Regeneration von natürlichen Systemen.

3.1.2

zirkuläre Kategorien

von einer Organisation ausgewählte Themen, um Produkte zu gestalten, die mit den Grundsätzen einer Kreislaufwirtschaft übereinstimmen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Grundsätze für eine Kreislaufwirtschaft umfassen [19]: (i) Vermeiden von Abfall und Verschmutzung; (ii) Zirkulieren von Produkten und Materialien zu ihrem höchsten Wert; (iii) Regenerieren der Natur.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für den Zweck dieses Dokuments beziehen sich zirkuläre Kategorien hauptsächlich auf Aspekte der Materialeffizienz.

3.1.3

zirkuläre Ziele

mit den Grundsätzen einer Kreislaufwirtschaft übereinstimmende Ziele

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Grundsätze für eine Kreislaufwirtschaft beinhalten [19]: (i) Vermeiden von Abfall und Verschmutzung; (ii) Zirkulieren von Produkten und Materialien zu ihrem höchsten Wert; (iii) Regenerieren der Natur.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für den Zweck dieses Dokuments bezieht sich zirkuläres Produktdesign vornehmlich auf Aspekte der Materialeffizienz.

3.1.4

zirkuläres Produkt

mit den Grundsätzen einer Kreislaufwirtschaft übereinstimmendes Produkt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Grundsätze für eine Kreislaufwirtschaft beinhalten [19]: (i) Vermeiden von Abfall und Verschmutzung; (ii) Zirkulieren von Produkten und Materialien zu ihrem höchsten Wert; (iii) Regenerieren der Natur.

³ Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung ist FDIS.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für den Zweck dieses Dokuments bezieht sich ein zirkuläres Produkt vornehmlich auf Aspekte der Materialeffizienz.

3.1.5

zirkuläres Produktattribut

was adressiert werden muss, damit ein Produkt mit den Grundsätzen einer Kreislaufwirtschaft übereinstimmt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Grundsätze für eine Kreislaufwirtschaft beinhalten [19]: (i) Vermeiden von Abfall und Verschmutzung; (ii) Zirkulieren von Produkten und Materialien zu ihrem höchsten Wert; (iii) Regenerieren der Natur.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für den Zweck dieses Dokuments beziehen sich zirkuläre Produktattribute vornehmlich auf Aspekte der Materialeffizienz.

3.1.6

zirkuläres Produktdesign

zirkuläres Design eines Produkts / von Produkten

Prozess zum Schaffen von Produkten, die mit den Grundsätzen einer Kreislaufwirtschaft übereinstimmen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Grundsätze für eine Kreislaufwirtschaft beinhalten [19]: (i) Vermeiden von Abfall und Verschmutzung; (ii) Zirkulieren von Produkten und Materialien zu ihrem höchsten Wert; und (iii) Regenerieren der Natur.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Konzept kann auch auf bestehende Produkte durch Umgestaltung (Redesign) angewendet werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Für den Zweck dieses Dokuments bezieht sich zirkuläres Produktdesign vornehmlich auf Aspekte der Materialeffizienz.

3.1.7

Zirkularität

<eines Produkts oder Teils>

zielgerichtetes Design für mehrere Zyklen

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Zirkularität gestaltete Produkte werden aktiv ihren vorgesehenen Zykluswegen zugeführt.

3.1.8

Funktion

Wirkung eines Produktes oder eines seiner Bestandteile

[QUELLE: EN 16271:2012, 3.8]

3.1.9

Funktionalität

Fähigkeit zum Erfüllen von Funktionen

3.1.10

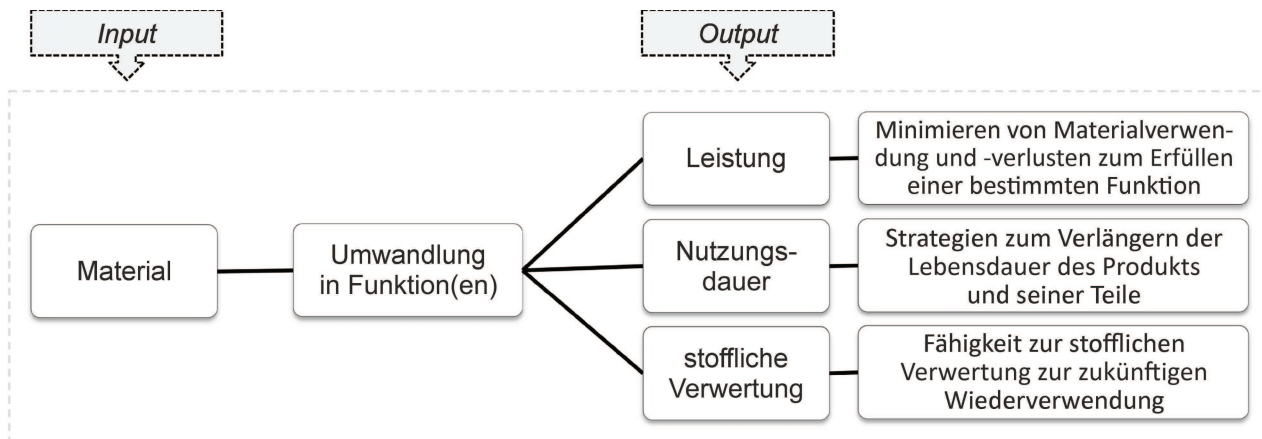
Materialeffizienz

Beziehung eines Outputs von Leistungsfähigkeit, Nutzungsdauer und stofflicher Verwertung zu einem Input von Material

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Materialeffizienz kann als ein Verhältnis oder eine andere quantitative Beziehung angegeben werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Konzeptdiagramm für Materialeffizienz ist nachfolgend abgebildet:

[QUELLE: IEC 60050-193:2023¹]



3.1.11

Leistungsfähigkeit

Effizienz, mit der eine gewünschte Funktion ausgeführt wird

[IEC 61226:2020, 3.16 – modifiziert — Beispiele wurden entfernt.]

3.1.12

Wert

Erträge aus der Befriedigung der Bedürfnisse und Erwartungen im Verhältnis zu den eingesetzten Ressourcen

BEISPIEL Erlöse, Einsparungen, Produktivität, Nachhaltigkeit, Zufriedenheit, Erweiterung der Befähigung, Engagement, Erfahrung, Vertrauen.

Anmerkung 1 zum Begriff: Wert bezieht sich auf und wird bestimmt durch die Wahrnehmung der Organisation und der interessierten Parteien.

Anmerkung 2 zum Begriff: Wert kann finanzieller oder nichtfinanzieller Art sein.

Anmerkung 3 zum Begriff: Wert kann erzeugt, geschaffen, erworben, umverteilt, geteilt, verloren oder zerstört werden.

Anmerkung 4 zum Begriff: Der Wert einer Entität wird üblicherweise im Sinne der Menge anderer Entitäten bestimmt, gegen die sie getauscht werden kann.

Anmerkung 5 zum Begriff: Das Wort „Wert“ kann sich mitunter auf eine (numerische) Dateneinheit beziehen, z. B. das Ergebnis einer Messung und manchmal bezieht es sich auf Verhaltensgrundsätze oder -normen, die z. B. im Begriff der Kultur enthalten sind. Wird „Wert“ in diesem Sinn verwendet, sollte es nicht ohne eine Art von Bestimmungswort, z. B. „Zahlenwert“ verwendet werden oder die Bedeutung sollte sich durch den Kontext erschließen.

Anmerkung 6 zum Begriff: Wenn ein Prozess ineffizient ist, kann die Menge der verbrauchten Ressourcen die Menge der erforderlichen Ressourcen überschreiten.

Anmerkung 7 zum Begriff: Das folgende Diagramm stellt das allgemeine Konzept der Wertermittlung dar.

[QUELLE: ISO 56000:2020, 3.7.6, modifiziert — Anmerkung 6 zum Begriff und Anmerkung 7 zum Begriff wurden hinzugefügt.]

$$\text{Wert} \propto \frac{\text{Erfüllen der Bedürfnisse}}{\text{Verbrauch von Ressourcen}}$$

3.2 Begriffe im Zusammenhang mit der Umwelt

3.2.1

Umwelt

Umgebung, in der eine Organisation tätig ist, einschließlich Luft, Wasser, Boden, natürliche Ressourcen, Flora, Fauna, Menschen und deren wechselseitige Beziehungen

[QUELLE: ISO 14050:2020, 3.2.2]

3.2.2

Umweltaspekt

Bestandteil der Tätigkeiten oder Produkte einer Organisation, der in Wechselwirkung mit der Umwelt tritt oder treten kann

[QUELLE: ISO 14050:2020, 3.2.20]

3.2.3

Umweltauswirkung

Veränderung der Umwelt, ob ungünstig oder günstig, einschließlich möglicher Auswirkungen, die sich ganz oder teilweise aus Umweltaspekten einer Organisation ergibt

[QUELLE: ISO 14050:2020, 3.2.22]

3.2.4

umweltbewusstes Design

ECD, en: environmentally conscious design

systematische Vorgehensweise, die Umweltaspekte in der Gestaltung und Entwicklung berücksichtigt mit dem Ziel, ungünstige Umweltauswirkungen im gesamten Lebenszyklus eines Produkts zu vermindern

Anmerkung 1 zum Begriff: Andere weltweit verwendete Begriffe sind Ecodesign (Ökodesign), Design for Environment (DfE; Gestaltung für die Umwelt), Green Design und ökologisch nachhaltiges Design.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Anmerkung gilt nur für die französische Sprache.

[QUELLE: IEC 62430:2019, 3.1.1]

3.3 Begriffe im Zusammenhang mit Produkt und Ressourcen

3.3.1

Komponente

Bestandteil eines Produkts, der nicht zerlegt werden kann, ohne seine spezifische Funktion zu verlieren

[QUELLE: IEC 60050-151:2001/AMD 3:2019 (IEV 151-11-21), modifiziert — „wesentlicher Bestandteil einer Einrichtung“ wurde ersetzt durch „Bestandteil eines Produkts“ und „physisch in kleinere Bestandteile aufgeteilt“ wurde ersetzt durch „zerlegt“.]

3.3.2

Material

aus einem oder mehreren Stoffen bestehende (physische) Materie

[QUELLE: ISO/IEC/CDV 82474-1:2023,⁴ 3.1.7]

4 Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung ist CDV.

3.3.3

Teil

Bestandteil eines Produktes

BEISPIEL Hardware oder anderer physischer Gegenstand, Software, Firmware, Flüssigkeit, Gas usw.

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Teil kann eine Baugruppe, eine Unterbaugruppe oder eine Komponente sein.

3.3.4

Produkt

Waren, Dienstleistungen oder eine Kombination hiervon

Anmerkung 1 zum Begriff: Für den Zweck dieses Dokuments ist Folgendes ausgeschlossen: Nahrungsmittel, Futtermittel, Medizinprodukte für den menschlichen Gebrauch, tiermedizinische Produkte, lebende Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen, Produkte menschlichen Ursprungs, Produkte von Pflanzen und Tieren, die in direkter Verbindung zu ihrer zukünftigen Reproduktion stehen.

[QUELLE: ISO 14050:2020, 3.5.12, modifiziert — In der Definition wurde der Begriff „beliebige“ entfernt und der Ausdruck „oder eine Kombination hiervon“ wurde hinzugefügt und Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

3.3.5

Ressourcen

etwas, das erforderlich ist, um die Bedürfnisse zu befriedigen

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Ressource kann physischer, finanzieller, intellektueller und sozialer Art sein. Auch Fertigkeiten und Zeit können Ressourcen darstellen.

[QUELLE: EN 1325:2014, 2.1.9, modifiziert — Der Plural des Begriffs wurde entfernt, in der Definition wurde der Begriff „alles, was“ durch „etwas, das“ ersetzt, die zwei Anmerkungen zum Begriff wurden entfernt und eine neue Anmerkung zum Begriff wurde hinzugefügt.]

3.4 Begriffe im Zusammenhang mit Recycling

3.4.1

Verwertung

Vorgang, der Produkten, Teilen oder Materialien, die andernfalls entsorgt werden würden, am Ende der Lebensdauer einen Wert verschafft

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Verwertung kann Produkte, Teile, Materialien und/oder Energie zum Ergebnis haben.

3.4.2

Recyclatgehalt

Masseanteil des recycelten Materials in einem Produkt oder Teil

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Anteil wird häufig in Prozent der Masse angegeben.

[QUELLE: ISO 14021:2016, 7.8.1.1 a), modifiziert — „oder Verpackung“ wurde ersetzt durch „oder Teil“, und Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

3.4.3

recyceltes Material

verwertetes Material

Sekundärmaterial

Material, das von Produkten, Teilen und Material am Ende der Lebensdauer wiederaufbereitet wurde

3.4.4

Recycling

jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfallmaterialien zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke, ausgenommen energetische Verwertung, aufbereitet werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Recycling schließt die Aufbereitung organischer Materialien ein, aber nicht die energetische Verwertung und die Aufbereitung zu Materialien, die für die Verwendung als Brennstoff oder zur Verfüllung bestimmt sind.

[QUELLE: Richtlinie 2008/98/EG, modifiziert — Der letzte Satz der Definition wurde in Anmerkung 1 zum Begriff verschoben.]

3.4.5

Abfall

Material oder Objekt, das nicht mehr seine Funktion erfüllt oder an dem der Besitzer keinen Bedarf hat und bei dem der Besitzer sich entscheidet, es zu entsorgen, oder es entsorgen muss

Anmerkung 1 zum Begriff: Auslöser für die Entscheidung oder die Notwendigkeit zur Entsorgung sind beispielsweise: Funktion nicht mehr verfügbar; Änderung in den Bedürfnissen des Anwenders; Interoperabilität mit neuen Systemelementen nicht unterstützt; Verlust oder Nichtverfügbarkeit von Daten oder Historieninformationen zum Objekt (z. B. Gebrauchsanweisung nicht verfügbar; Serviceinformation; für Instandsetzung erforderliche Information)

[QUELLE: IEC 60050-193:2023³]

3.5 Begriffe im Zusammenhang mit Funktionsbeständigkeit

3.5.1

Funktionsbeständigkeit

<eines Teils oder eines Produkts>

Fähigkeit, unter festgelegten Nutzungs-, Wartungs- und Reparaturbedingungen nach Bedarf zu funktionieren, bis das Ende der Lebensdauer erreicht ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Für den Zweck dieses Dokuments muss der Designer die Kriterien für die Funktionsbeständigkeit festlegen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Kriterien basieren auf vorhersagbaren Aspekten (z. B. technischen Aspekten), so dass die Funktionsbeständigkeit geschätzt werden kann.

Anmerkung 3 zum Begriff: Funktionsbeständigkeit kann in Einheiten ausgedrückt werden, die für das betreffende Teil oder Produkt geeignet sind, z. B. Kalenderzeit, Betriebszyklen, Streckenlauf usw. Die Einheiten sollten immer eindeutig angegeben werden.

[QUELLE: EN 45552:2020 Definition 3.1.1.1, modifiziert — In der Definition wurde der Begriff „bestimmten“ durch „festgelegten“ ersetzt und der Begriff „ein eingeschränkter Zustand“ wurde durch „das Ende der Lebensdauer“ ersetzt, Anmerkung 1 zum Begriff und Anmerkung 2 zum Begriff wurden entfernt und eine neue Anmerkung 1 zum Begriff und eine neue Anmerkung 2 zum Begriff wurden hinzugefügt.]

3.5.2

Ende der Lebensdauer

EoL, en: end-of-life

Ende der endgültigen Verwendung

Abschnitt des Lebenswegs eines Produkts, wenn dessen vorhergesehene Anwendungsphase endet

[QUELLE: IEC 60050-901:2013 (IEV 191-07-15)]

3.5.3

Ende der Verwendung

Zeitpunkt, zu dem ein Anwender keine Reparatur oder Wartung mehr durchführen will oder das Produkt nicht mehr verwenden will

[QUELLE: IEC/CD 60050-193³]

3.5.4

Zuverlässigkeit

Wahrscheinlichkeit, dass ein Produkt unter den gegebenen Bedingungen, einschließlich der Wartung, für einen bestimmten Zeitraum ohne einschränkendes Ereignis nach Bedarf funktioniert

Anmerkung 1 zum Begriff: Die bestimmungsgemäße(n) Funktion(en) und die gegebenen Bedingungen sind in der Gebrauchsanweisung angegeben, die mit dem Produkt mitgeliefert werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Zeitraum kann in Einheiten ausgedrückt werden, die für das betreffende Teil oder Produkt geeignet sind, z. B. Kalenderzeit, Betriebszyklen, Streckenlauf usw. Die Einheiten sollten immer eindeutig angegeben werden.

[QUELLE: EN 45552:2020, 3.1.1.2]

3.6 Begriffe im Zusammenhang mit der Verlängerung der Lebensdauer

3.6.1

Demontage

Prozess, bei dem ein Produkt so zerlegt wird, dass es nachfolgend wieder zusammengebaut und betriebsfähig gemacht werden kann

[QUELLE: IEC 60050-904:2014/AMD 3:2019 (IEV 904-04-01), modifiziert — „eine Einheit“ wurde durch „ein Produkt“ ersetzt und Anmerkung 1 zum Begriff wurde entfernt.]

3.6.2

Wartung

Prozess, um ein Produkt in einem Zustand zu erhalten oder in ihn zurück zu versetzen, in dem es bestimmungsgemäß funktionieren kann

[QUELLE: IEC 60050:2015 (IEV 192-06-01), modifiziert — In der Definition wurde der Ausdruck „Kombination aller technischen und unternehmerischen Maßnahmen“ ersetzt durch „Prozess“, der Begriff „Einheit“ wurde ersetzt durch „Produkt“ und der Ausdruck „wie gefordert“ wurde ersetzt durch „bestimmungsgemäß“ und die Anmerkung zum Begriff wurde entfernt.]

3.6.3

Reparatur

Prozess, bei dem ein fehlerhaftes Produkt wieder in einen Zustand gebracht wird, in dem es seine bestimmungsgemäße Verwendung erfüllen kann

[QUELLE: EN 45554:2020, modifiziert — In der Definition wurde „Zustand“ ersetzt durch „Zustand“.]

3.6.4

Instandsetzung

Überholung

industrieller Prozess, um ein gebrauchtes Produkt oder Teil wieder auf die ursprünglichen Spezifikationen zurückzusetzen

Anmerkung 1 zum Begriff: Spezifikationen umfassen Form, Funktionalität, Leistungsfähigkeit und Sicherheitsaspekte.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Identität des Produkts oder Teils muss beibehalten werden (z. B. Serien- oder Typennummer).

3.6.5

Aufarbeitung

industrieller Prozess zum Erzeugen eines Produkts durch Kombinieren verschiedener Teile von gebrauchten Produkten und bei Bedarf Integrieren von neuen Teilen

Anmerkung 1 zum Begriff: Es handelt sich auch dann um Aufarbeitung, wenn wenigstens eine Änderung vorgenommen wird, die die Sicherheit oder ursprüngliche Leistungsfähigkeit eines bestehenden Produkts verändert.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dem Produkt muss eine neue Identität gegeben werden (z. B. eine Serien- oder Typennummer).

3.6.6

Wiederverwendung

Vorgang, durch den ein Produkt oder Teil erneut verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn das Produkt oder Teil für einen anderen Zweck wiederverwendet wird, wird dies auch als Umnutzung bezeichnet.

3.6.7

Upgrade

Prozess zum Erhöhen der Funktionalität, Ästhetik oder Leistungsfähigkeit eines Produkts

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Upgrade an einem Produkt kann das Hinzufügen oder Ersetzen von Teilen beinhalten.

[QUELLE: IEC 60050-193³]

3.6.8

Nutzungsdauer <eines Produkts>

Zeitintervall von der ersten Verwendung bis zum Zeitpunkt, zu dem die Anwenderbedürfnisse des letzten Anwenders aus sozialen, wirtschaftlichen oder technischen Gründen nicht mehr erfüllt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Konzept nicht für Messung vorgesehen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Nutzungsdauer kann erst in der Rückschau quantifiziert werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Soziale, wirtschaftliche oder technische Gründe können zur Obsoleszenz von Teilen führen.

Anmerkung 4 zum Begriff: Soziale Aspekte umfassen Modetrends.

3.7 Abkürzungen

KI	Künstliche Intelligenz
CEAP (en: circular economy action plan)	Europäischer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft
CE (en: circular economy)	Kreislaufwirtschaft
CRM (en: critical raw material)	kritischer Rohstoff
ECD (en: environmentally conscious design)	umweltbewusstes Design
ESG (en: environment, social and governance)	Umwelt, Soziales und Unternehmensführung
THG	Treibhausgas
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik

IP (en: intellectual property)	geistiges Eigentum
ME	Materialeffizienz
SDG (en: sustainable development goal)	Ziel für nachhaltige Entwicklung

4 Grundsätze und Konzepte zur Unterstützung von zirkulärem Produktdesign

4.1 Grundsätze für das Verringern, Verlangsamen und Schließen von Materialflüssen

4.1.1 Allgemeines

Das lineare Wirtschaftsmodell „Entnehmen-Produzieren-Entsorgen“ erreicht seine Grenzen und es entstehen Initiativen zum Entwickeln von alternativen Wirtschaftsmodellen. Die Kreislaufwirtschaft verspricht ein Industriesystem, das schon vom Design her restaurativ und regenerativ gestaltet ist [20]. Als Teil der Kreislaufwirtschaft kann die Materialeffizienz durch die drei Grundsätze des Verlangsamens, Verringerns und Schließens von Materialflüssen erhöht werden [21].

Das Verlangsamen und Schließen der Kreisläufe sind Grundsätze hin zum Umlauf (Zirkulieren) von Materialien. Sie unterscheiden sich vom Ansatz des Verringerns der Flüsse, der letztlich auf die Gesamtreduzierung der Materialflüsse fokussiert ist und einen linearen Fluss darstellt.

ANMERKUNG Diese Grundsätze sollen als Inspirationsquelle beim Design von zirkulären Produkten dienen.

Bild 1 zeigt eine schematische und somit vereinfachte Darstellung dieser drei Grundsätze zusammen mit der Darstellung eines linearen Flusses zum Vergleich. Die folgenden Unterabschnitte liefern Beispiele für umzusetzende Strategien, die zu diesen drei Grundsätzen beitragen.



Bild 1 — Grundsätze des Verlangsamens, Verringerns und Schließens von Ressourcenflüssen

4.1.2 Verringern der Materialflüsse

Der Grundsatz des Verringerns der Materialflüsse umfasst Strategien zur Nutzung von weniger Materialien (und Energie), um die gleiche oder gleichwertige Funktion für den Anwender zu liefern. Er umfasst ebenfalls Strategien wie das stärkere Nutzen von Produkten durch Dienste zum Teilen (Sharing-Dienste).

Beispiele für das Verringern der Materialflüsse sind:

a) Design mit auswirkungsarmen Inputs	Produkte mit Bestandteilen und Materialien gestalten, die weniger Boden, Energie, Wasser und/oder Materialien bei der Herstellung erfordern. Z. B. verbraucht recyceltes Aluminium sehr viel weniger Energie in der Produktion und keinen Boden.
b) Design von Produkten mit wenig Gewicht	Produkte gestalten, die leichter als vergleichbare Produkte auf dem Markt sind. Leichtere Produkte erfordern in der Regel weniger Materialien und verbrauchen weniger Energie beim Transport.
c) Design von Produkten, die mehrere Funktionen kombinieren	Multifunktionale Produkte können die Gesamtzahl von Produkten reduzieren und können gegebenenfalls von verschiedenen Anwendergruppen genutzt werden. Z. B. eine modulare Möbelgarnitur, aus der verschiedene Arten von Möbelstücken erzeugt werden können, z. B. eine Bank, ein Tisch, ein Sessel, ein Stuhl, eine Bar oder eine Vitrine.
d) Verhindern von Produktionsabfällen	Jegliche Art von Abfällen aus Produktionsprozessen verhindern, beispielsweise Materialabfälle, Essensreste oder überschüssige Wärme und überschüssiger Strom.
e) Anwendern ermöglichen, weniger zu verbrauchen, und ihnen Anreize dafür geben	Anwendern Anreize geben, weniger Energie oder Material beim Verwenden bestimmter Produkte wie Waschmaschinen (z. B. durch Absenken der Betriebstemperaturen) oder Autos (z. B. durch Reduzieren von Durchschnittsgeschwindigkeiten) zu verbrauchen.
f) Für lokale Bereitstellung sorgen, wenn möglich	Geschäfte mit lokalen Lieferanten betreiben, wenn möglich. Lokale Lieferanten verringern die Menge des Energiebedarfs zum Transport von Waren.
g) Maximieren der Nutzung der Kapazität von Produkten	Den Grad, zu dem die Kapazität eines Produkts genutzt wird, maximieren. Dies wird manchmal als „Teilen“ bezeichnet, wenn mehrere Anwendergruppen Zugriff auf dasselbe Produkt haben. Dadurch kann die Gesamtzahl von Produkten in einem Ökosystem verringert werden.
h) Design von Produkten mit funktionsbeständige(re)n oder effizienteren Materialien	Produkte mit alternativen Materialien, die funktionsbeständiger oder effizienter sind, gestalten.
i) Physisch zu Virtuell	Physische Lösungen durch eine virtuelle Entsprechung ersetzen.

4.1.3 Verlangsamen der Materialflüsse

Dieser Grundsatz zielt auf die längere Nutzung von Produkten, Komponenten und Materialien durch das Design von Waren mit langer Lebensdauer (erhöhte Zuverlässigkeit und Funktionsbeständigkeit) in Kombination mit Strategien zur Verlängerung der Lebensdauer von Produkten wie etwa Wartung, Reparatur, Hardware- oder Software-Upgrades oder Software-Update und Instandsetzung ab. Mit solchen Strategien wird die Zeitspanne der Nutzung von Produkten verlängert, was zu einem Verlangsamen des Materialflusses führt, da der Bedarf des Ersatzes von vorhandenen Produkten verringert oder der Bedarf an neuen Produkten gesenkt wird.

Das Endziel dieses Grundsatzes besteht in einer immer wieder neuen Wiederverwendung von Produkten, was ergänzende Aktivitäten erfordert, etwa das Planen von zirkulären Systemen um das Produkt herum, einschließlich Rückführungslogistik, oder das Entwickeln neuer Geschäftsmodelle zum Überdenken der Vorstellung von Besitz.

Beispiele für Strategien zum Verlangsamen der Materialflüsse sind:

a) Design mit physischer Funktionsbeständigkeit	Produkte gestalten, die langsamer altern als vergleichbare Produkte auf dem Markt. Eine Gusseisenpfanne kann wesentlich länger halten als andere vergleichbare Pfannentypen.
b) Design mit emotionaler Funktionsbeständigkeit	Produkte gestalten, die Anwender über eine lange Zeitspanne lieben und denen sie vertrauen. Dies ermöglicht es den Menschen, persönliche Erfahrungen zu sammeln, und schafft eine emotionale Bindung zwischen dem Anwender und dem Produkt.
c) Design mit einfacher Wartung und Reparatur	Produkte gestalten, die einfach gewartet oder repariert werden können. Dies kann dadurch erzielt werden, dass das Produkt einfach demontiert und remon- tiert werden kann, indem Ansätze von modularem Design angewendet werden oder standardisierte Teile eingesetzt werden, die einfach zu beschaffen sind und bei denen eine geringere Gefahr besteht, dass die Produktion eingestellt wird. Z. B. hat das Unternehmen Fairphone ein modulares Telefon entwickelt, das ein- fach demontiert werden kann, um Reparaturen vorzunehmen und Komponenten auszutauschen oder aufzurüsten.
d) Design mit einfacher Demontage und Remontage	Produkte gestalten, die einfach zerlegt und wieder zusammengebaut werden können, um die Anwendung von Strategien zur Verlängerung der Lebensdauer zu ermöglichen.
e) Design mit Standardisierung und Kompatibilität	Produkte, Komponenten oder Schnittstellen schaffen, die auch zu anderen Pro- dukten, Komponenten oder Schnittstellen passen. Ein typisches Beispiel für eine standardisierte Komponente ist der USB-C-Ladeanschluss.
f) Design mit Modularität	Ein modulares Design mit standardisierten Teilen zur Kompatibilität über ver- schiedene Produktmodelle hinweg erhöht die Möglichkeit der Wiederverwen- dung von Teilen für andere als das ursprüngliche spezifische Produktmodell. In einigen Fällen ist Software-Kompatibilität erforderlich, um die Wiederverwen- dung von Teilen zu verbessern.
g) Design mit Upgradefähigkeit	Ein Produkt ist upgradefähig, wenn dessen Funktionalität oder Leistungsfähig- keit während oder nach der Nutzung verbessert werden kann. Dies erhöht die Attraktivität des Produkts zur Verwendung über längere Zeitspannen.
h) Anwendern ermöglichen, ihre Produkte zu warten und zu reparieren	Dienstleistungen einrichten, die es Anwendern ermöglichen, ihr Produkt zu pfle- gen. Z. B. hilft das Anbieten von Diskussionsforen zur Wartung und Reparatur von Produkten und ein Inventar an Ersatzteilen den Anwendern dabei, ihre Produkte besser zu pflegen.
i) Instandsetzen oder Überholen von Produkten und Komponenten am Ende der Lebensdauer	Produkte am Ende der Verwendung wiederverwerten durch Wiederverwenden ihrer Komponenten zur Herstellung von Produkten mit der gleichen Funktiona- lität. Ein Beispiel ist das kommerzielle Anbieten von gebrauchten Fahrzeugteilen als Ersatzteile.
j) Umnutzen von vorhandenen Produkten und Komponenten am Ende der Lebensdauer	Vorhandene Produkte und Komponenten außerhalb ihres Kontextes verwenden und so einen neuen Wert schöpfen. Z. B. Nutzen von Straßenlaternen als Ladestationen für Elektrofahrzeuge.

k) Anbieten einer bedingungslosen lebenslangen Garantie	Bieten Sie Ihren Kunden eine lebenslange Garantie an mit dem zusätzlichen Versprechen, dass Produkte lange halten.
l) Ermutigen zu Suffizienz	Ermutigen Sie Ihre Kunden dazu, den Verbrauch Ihrer Produkte zu mäßigen. Beispielsweise Anwender ermutigen, ihre Geräte zu warten und einzutauschen, wenn sie sie nicht mehr verwenden.
m) Anbieten des Produkts als eine Dienstleistung	Beim Anbieten des Produkts als eine Dienstleistung bleibt das Unternehmen Besitzer, und es werden Anreize geschaffen, die Lebensdauer zu verlängern. Das Angebot kann produkt-, nutzungs- oder ergebnisorientierte Modelle umfassen. Z. B. Anbieten von „kühler und frischer Luft“ als Dienstleistung statt einer Klimaanlage als Produkt.
n) Organisieren von Wartungs- und Reparaturdienstleistungen	Stellen Sie sicher, dass Ihre Produkte durch Wartungs- und Reparaturdienstleistungen länger halten können. Dies kann vom Hersteller eines Produkts oder von Drittanbietern angeboten werden.
o) Upgrade und Anpassung von vorhandenen Produkten	Ein Produkt ist upgradefähig, wenn dessen Funktionalität oder Leistungsfähigkeit während oder nach der Nutzung verbessert werden kann. Das Integrieren von Upgrade-Dienstleistungen in Ihr Angebot kurbelt den Markt für gebrauchte Produkte an. Z. B. Dienstleistung zur Umnutzung von alten Möbeln zur Anpassung an neue Trends und Arbeitsplatzanforderungen.
p) Umwandeln von Einwegartikeln in eine wiederverwendbare Dienstleistung	Dienstleistungen nutzen oder anbieten, die Einwegprodukte durch funktionsbeständige Produkte ersetzen. Z. B. Produkte wie Shampoo oder Eiscreme in wiederverwendbaren Verpackungen liefern. Die Verpackung wird eingesammelt, gereinigt und wiederverwendet. Zu den beteiligten Akteuren gehören Handelsunternehmen, Dienstleister (z. B. Reinigungs- und Transportdienstleister) und Endanwender.
q) Stärkeres Nutzen von Produkten durch Teilen	Beim Anbieten von Möglichkeiten zum Teilen von Produkten bleibt das die Dienstleistung anbietende Unternehmen der Besitzer, was die Anzahl von auf dem Markt benötigten Produkten verringert. Beispiele Carsharing, Mietkleidung.
r) Design für mehrere Zyklen	Diese Strategie ist sowohl auf den technischen als auch biologischen Zyklus fokussiert und bezieht sich auf Design, das ein längeres Zirkulieren von Materialien und Ressourcen in mehreren Zyklen bezweckt. Wenn ein Produkt das Ende seiner Nutzungsdauer erreicht, kann es von einem anderen Anwender wiederverwendet werden, oder wenn ein Teil defekt ist, können die anderen Teile weiterhin zur Wiederverwendung geeignet sein. Sowohl Produkte als auch Teile können für mehrere Zyklen ausgelegt sein.

4.1.4 Schließen der Materialflüsse

Das Schließen der Materialflüsse bezieht sich auf Aktivitäten, die Abfall nach Gebrauch wieder in den Wirtschaftskreislauf einschleusen. Recycling stellt die übliche Strategie zum Schließen der Materialflüsse dar. Auch Aktivitäten wie das Aufarbeiten und Umnutzen ermöglichen ein Schließen des Kreislaufs durch Schaffen von (neuen) Produkten aus bereits verwendeten Produkten oder Teilen.

Seit kurzem gewinnt die Verwendung von erneuerbaren Materialien zunehmend an Verbreitung, um die Materialkreisläufe zu schließen. Es gibt aber eine Reihe von Kriterien, die berücksichtigt werden sollten, so dass das Material wirklich am Ende in den Boden gelangen und der biologische Zyklus geschlossen werden kann. Ein letzter Schritt zum Schließen des biologischen Zyklus ist die sichere Rückkehr in die Biosphäre durch Aktivitäten wie Bioabbau, anaerobe Gärung oder Kompostierung des Materials. Dies erfordert, dass das Material

sicher dem Boden zurückgegeben und von lebenden Systemen verwendet werden kann, das heißt, es sollte keine schädlichen Stoffe enthalten, die Organismen oder der menschlichen Gesundheit schaden. Je nach verbleibender Qualität und Funktionalität eines biologischen Materials nach der Verwendung kann Recycling eine Option zum Schließen des Kreislaufs darstellen.

ANMERKUNG Ob ein Material in der Praxis recycelt wird, hängt von der Verfügbarkeit von Recyclingprozessen, -technologie und -infrastruktur ab.

Beispiele für das Schließen der Materialflüsse sind:

a) Design mit recycelten Materialien	Materialien im Design verwenden, die aus anderen Produkten und Komponenten recycelt wurden.
b) Design von Komponenten aus einem Material, wenn möglich	Verbundstoffe sind oft schwer zu recyceln, weil sie nicht getrennt werden können. Daher Komponenten wenn möglich mit nur einem Material gestalten, um die Recyclingfähigkeit zu erhöhen. Wenn möglich Verbindungsmittel, die die Recyclingfähigkeit reduzieren (z. B. Klebstoff) oder die Qualität des Recyclats verringern, vermeiden.
c) Design mit zum primären Recycling geeigneten Materialien	Primäres Recycling anstreben, das heißt Recycling, das Materialien in andere Materialien mit gleichwertigen Eigenschaften verwandeln kann. Z. B. gibt es Recyclingprozesse, die Polyamid-6- oder Nylon-6-Abfall zu neuem Nylon 6 ohne Qualitätseinbußen wiederaufbereiten können.
d) Design für einfache Materialtrennung am Ende der Produktlebensdauer	Die Auswahl eines Materials und einer Produktarchitektur, die einfach auseinandergenommen werden kann, ist entscheidend für die Sicherstellung der Qualität des zu recycelnden Materials, so dass es für den gleichen oder einen ähnlichen Zweck verwendet werden kann, ohne verschlechtert zu werden. Im Recyclingprozess ist die Möglichkeit zum Trennen von „nicht recyclingfähigen“ Teilen (z. B. Batterien, gefährlichen Materialien oder anderen nicht recyclingfähigen Materialien oder Teilen) erforderlich, um sicherzustellen, dass nicht verunreinigte Materialflüsse erzeugt werden. Z. B. einige magnetisierbare Farben, die auf Verpackungsetiketten verwendet werden können, um ein einfacheres Trennen während des Recyclingprozesses zu ermöglichen.
e) Wiederverwenden und Verkaufen von Komponenten und Materialien aus entsorgten Produkten	Neuen Wert aus Abfallprodukten und -komponenten schöpfen (z. B. durch Verkauf).
f) Aufarbeiten von Produkten und Komponenten am Ende der Lebensdauer	Produkte und Komponenten am Ende der Lebensdauer wiederverwerten, indem diesen durch Aufarbeiten und Wiederverwenden zu einem neuen Leben verholfen wird. Ein Beispiel ist das kommerzielle Anbieten von gebrauchten Fahrzeugteilen als aufgearbeitete Ersatzteile.
g) Umnutzen von Produkten und Komponenten am Ende der Lebensdauer	Produkte und Komponenten am Ende der Lebensdauer außerhalb ihres Kontextes verwenden und so einen neuen Wert schöpfen. Z. B. Nutzen von Straßenlaternen als Ladestationen für Elektrofahrzeuge.

h) Ermöglichen von Produktrücksendungen und Anreize dafür setzen	Stellen Sie sicher, dass Sie die Produkte zurückbekommen können, die Sie auf den Markt bringen. Ein attraktiver gestalteter Rücksendeprozess hilft den Anwendern, die Hürde zu überwinden. Z. B. Schaffen von Anreizen, etwa eine Gutschrift für Anwender, die Produkte zurücksenden, für ihren nächsten Einkauf oder das Vereinfachen des Rücksendens der Produkte (z. B. Scannen eines QR-Codes auf dem Waschetikett zum Erzeugen eines kostenlosen Rücksendeetiketts).
i) Recycling der Produkte in den richtigen Betrieben	Stellen Sie sicher, dass die Produkte, die Sie auf den Markt bringen, in den richtigen Betrieben recycelt werden. Z. B. unterstützt die Initiative „Closing the Loop“ Anwender und Verkäufer von Telefonen dabei, sich materialneutral und abfallfrei zu verhalten. Sie sammelt gebrauchte Telefone im Auftrag von Kunden ein und recycelt diese.
j) Aufbau von lokalen Abfall-zu-Produkt-Kreisläufen	Lokale Ressourcenkreisläufe schaffen, um den Abfall eines bestimmten Betriebs in neue Produkte umzuwandeln, die wieder an den Betrieb verkauft werden können.
k) Beteiligung an industrieller Symbiose	Das Teilen oder Tauschen von Nebenprodukten, Materialien, Energie oder Abfall mit Unternehmen in der Nähe ist eine effektive Methode, um unerwünschten Ressourcen einen Zweck zu geben, was ein Schließen der Material- und Energiekreisläufe ermöglicht.
l) Design mit biologisch abbaubaren oder kompostierbaren Materialien	Biologische Abbaubarkeit stellt eine Strategie zum Schließen von Materialflüssen dar. Gebrauchte biologisch abbaubare Materialien können kompostiert und als Nährstoffe für den Anbau von Pflanzen und das erneute Produzieren von verwendbaren Ressourcen genutzt werden, sofern das Material keine für Bodenorganismen schädliche Stoffe enthält. Erneuerbare Materialien werden besser nur dann gewählt, wenn deren Extraktionsrate kleiner oder gleich deren Verwertungsrate ist und wenn sie nachhaltig geerntet oder angebaut werden.
m) Design von selbstladenden Produkten	Produkte gestalten, die sich selbst mit erneuerbarer Energie laden können. Dies ist insbesondere für bewegliche Wirtschaftsgüter relevant. Z. B. Produkte mit in ihr Gehäuse integrierten Solarzellen, die ein Selbstladen während des Tages ermöglichen.
n) Design mit ungiftigen Materialien	Das Verwenden von giftigen Materialien und Stoffen in Produkten oder Vorgängen vermeiden. Giftige Stoffe neigen dazu, sich in der Biosphäre anzureichern, und haben negative Gesundheitsauswirkungen für Mensch und Umwelt. Z. B. Ersatz von künstlichen Pestiziden durch biologische, die für Menschen, Vögel, Fische und Bestäuber sicher sind.

4.2 Materialwerthierarchie

4.2.1 Einleitung

Die Materialwerthierarchie stellt ein Konzept dar, das den Wert von Materialien in der Wirtschaft so hoch wie möglich ansetzt. Sie ist eng mit einem der Grundsätze der Kreislaufwirtschaft verknüpft, nämlich dem Zirkulieren von Produkten und Materialien zu ihrem höchsten Wert. Die Materialwerthierarchie ist außerdem ein gutes Modell, um die Materialeffizienz darzustellen, die als Beziehung eines Outputs von Leistungsfähigkeit, Nutzungsdauer und stofflicher Verwertung zu einem Input von Material definiert ist.

Bild 2 unten ist eine Darstellung der Materialwerthierarchie. Diese Hierarchie zeigt den Wertverlust (oder den erforderlichen zusätzlichen Wert) auf dem Weg auf der Leiter von oben nach unten.

Die Materialwerthierarchie kann von Organisationen, die die Umstellung auf eine Kreislaufwirtschaft vollziehen, unterstützend verwendet werden. Ein gutes Verständnis davon, wie sich der Wert von Materialien entwickelt, wenn verschiedene zirkuläre Lösungen angewendet werden, hilft Organisationen, eine bewusstere Wahl der zirkulären Geschäftskategorie und der entsprechenden zirkulären Designstrategien zu treffen. Organisationen können je nach Bedarf die Materialwerthierarchie als Inspirationsquelle verwenden.

Materialien in der Natur weisen den höchsten potenziellen Wert auf. Wenn sie entnommen werden und ein Produkt hergestellt wird, wird der potenzielle Wert des Materials auf das spezifische Produkt beschränkt. Wenn das Produkt im Laufe der Nutzung altert, nimmt der Wert des Materials im Produkt ab, und am Ende der Lebensdauer ist möglicherweise nur ein Bruchteil des ursprünglichen potenziellen Werts übrig. Ein material-effizientes Design bietet das Potenzial, den höchstmöglichen potenziellen Wert des Materials in der Wirtschaft zu erhalten oder wiederzugewinnen.

Die in Bild 2 dargestellte Hierarchie zeigt, welche Strategien am besten angewendet werden können, um den Wert von Materialien in der Wirtschaft zu erhalten. Bei der ersten dargestellten Strategie „Weniger und länger nutzen“ geht weniger Wert verloren, wenn weniger Input von Ressourcen zum Herstellen eines Produkts verwendet wird. Zusätzlich können beim Herstellen von Produkten diese mehr Wert behalten, wenn sie so hergestellt werden, dass sie eine sehr lange Lebensdauer erreichen können.

Organisationen sollten Zielkonflikte mit anderen wichtigen Aspekten abwägen. Beispielsweise könnte der Verbrauch von weniger Material beim Design eines Produkts dessen Funktionsbeständigkeit beeinträchtigen, oder es kann aus Sicherheitsgründen entschieden werden, dass ein Produkt nicht (einfach) reparierbar ist. Daher müssen Organisationen die verschiedenen Strategien dieses Bildes berücksichtigen und die Zielkonflikte mit anderen bei der Definition ihrer zirkulären Ziele, zirkulären Kategorien und zirkulären Produktdesignstrategien relevanten Aspekten analysieren.

Da es viele Gründe dafür gibt, Produkte nicht ewig funktionsbeständig zu gestalten (keine Technologie verfügbar, keine oder nicht ausreichend funktionsbeständige Materialien verfügbar, Sicherheitsaspekte, Anwender nicht daran interessiert, ein Produkt lange zu behalten, usw.), besteht der bestmögliche Ansatz in Design und Entwicklung von Produkten und Teilen, deren Lebensdauer immer wieder verlängert werden kann (Strategien zum Erleichtern der Wiederverwendung).

- Innerhalb der verschiedenen Strategien zur Lebensdauerverlängerung würde die Wiederverwendung eines Produkts in unverändertem Zustand zum geringsten Wertverlust (aus der Materialperspektive) führen. Die Möglichkeit zum Upgrade von Teilen würde durch bspw. den Austausch von Teilen einen gewissen Wertverlust beinhalten, würde aber andererseits dieses Produkt attraktiver für die Wiederverwendung machen.
- Je länger die Produkte verwendet und wiederverwendet werden, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass Reparaturen erforderlich sind. Reparieren erfordert Ressourcen (verschlissene Teile müssen ausgetauscht werden, Fachleute und andere Ressourcen sind zum Durchführen der Reparatur erforderlich usw.). Diese Ressourcen sind in die auf das Produkt bezogenen Gesamtrechnung zum Wertverlust einzubeziehen, wenn das Produkt repariert wird.
- Wenn der Besitzer sein Interesse am Produkt verliert, weil die Funktionen nicht mehr ausreichen, besteht eine effektive nächste Strategie, um das Produkt wieder in Verwendung zu bringen, im Instandsetzen. Ein Instandsetzen führt zu einem größeren Wertverlust im Vergleich zum Reparieren, da es vermutlich neben Reparaturen auch ein Reinigen, das Wiederherstellen des ursprünglichen ästhetischen Zustands sowie den erneuten Verkauf, eine erneute Lieferung und eine erneute Installation umfasst. Das heißt, dass ein Instandsetzen zusätzliche Ressourcen bei seiner Durchführung erfordert und auf der Leiter des Wertverlusts niedriger steht als Reparieren.

Bei Produkten, die das Ende ihrer Lebensdauer erreicht haben, besteht der offensichtliche nächste Schritt im Recyceln. Bei einigen Produkten besteht aber noch eine erhebliche Restqualität oder -funktionalität im Produkt als Ganzen oder in einigen der Teile, denen durch Aufarbeiten, Umnutzen oder Teileverwertung zu neuem Leben verholfen werden kann (Strategie der Verwertung und Wiederverwendung).

- Die mit dem Aufarbeiten oder Umnutzen verbundenen Prozesse gehen jedoch über die des Instandsetzens hinaus. Hier sind nicht nur Reinigen, Reparieren und eine ästhetische Behandlung erforderlich, sondern es müssen auch Teile, die kurz vor dem Verschleissen sind, gegen neue ausgetauscht werden, es sind vermutlich Design und Entwicklung erforderlich, damit die Teile im neu herzustellenden Produkt zusammenpassen, und schließlich muss eine gründliche Bewertung und/oder Prüfung der Teile sicherstellen, dass solch ein aufgearbeitetes und umgenutztes Produkt eine volle neue Lebensdauer auf dem Markt erreicht. Die zum Durchführen von Aufarbeitungs- oder Umnutzungsmaßnahmen erforderlichen zusätzlichen Ressourcen können umfassend sein, und daher befinden sich diese Maßnahmen auf einer niedrigeren Stufe in der Hierarchie im Vergleich zu den vorhergehenden Strategien.
- Manchmal reicht die Restqualität des Produkts als Ganzem nicht aus, um ihm zu einem neuen Leben zu verhelfen. Einige Teile könnten aber noch eine ausreichende Qualität aufweisen, um sie beim Reparieren von vorhandenen Produkten wiederzuverwenden. Daher ist die Teileverwertung eine wichtige Maßnahme am Ende der Lebensdauer des Produkts.
- Schließlich besteht eine letzte, aber wichtige Maßnahme zum Schließen der Materialkreisläufe am Ende der Lebensdauer des Produkts im Recyclen. Idealerweise sollten alle Produkte am Ende der Lebensdauer recycelt werden. Es könnte allerdings Gründe geben, warum Produkte nicht recycelt werden können, beispielsweise wenn keine Recyclingtechnologie für bestimmte Materialien zur Verfügung steht oder Sicherheitszwischenfälle mit verunreinigten Produkten zu vermeiden sind.

Wenn Produkte verbrannt oder in einer Deponie entsorgt werden, besteht ein erheblicher Wertverlust und die Materialien sind für die Wirtschaft buchstäblich verloren. Solche Strategien gehören zu einer linearen Wirtschaft und sollten wenn möglich vermieden werden.



Bild 2 — Materialwerthierarchie

Das ideale Szenario bestünde im Design eines Produkts, das alle Stufen der Hierarchie erfüllt; dies könnte aber für verschiedene Arten von Produkten weder machbar noch wünschenswert sein. Daher ist die Materialwerthierarchie mit Vorsicht als ein unterstützendes Element bei Entscheidungen der Organisation in Richtung einer Kreislaufwirtschaft anzuwenden. In jedem Fall kann sie in der Praxis nur in Kombination mit Strategien für Zielkonfliktabwägungen sinnvoll angewendet werden.

Auf der Grundlage der Materialwerthierarchie vom Bild kann eine Verknüpfung mit den CEN/CLC/JTC 10-Bewertungsnormen (EN 4555X – EN 4556X) hergestellt werden. Im nächsten Unterabschnitt behandeln wir, wie sich die JTC-10-Normen zur Materialwerthierarchie verhalten.

4.2.2 Anwenden von Strategien zum Weniger Verwenden

Designstrategien können das Verlängern der Produktlebensdauer und -effizienz durch Verbrauch von weniger natürlichen Ressourcen oder anderweitiges Verlängern der Lebensdauer von Produkten per Design bezwe-

cken. Zusätzlich zum Messen oder Berechnen des Energieverbrauchs von Produkten trägt die erhöhte funktionale Zuverlässigkeit und Funktionsbeständigkeit zum Reduzieren des Verbrauchs von Materialien und damit zu einer größeren Materialeffizienz bei.

Der reduzierte Verbrauch von primären Rohstoffen stellt eine wichtige Strategie dar, die im Nutzen von weniger Ressourcen zusammen mit dem Verwenden eines Anteils an recyceltem Material besteht. Das Reduzieren der Menge des Materialinputs kann zur Materialeffizienz beitragen. Jedoch sollten Zielkonflikte abgewogen werden, wobei Strategien wie das Reduzieren der Menge des Materialinputs und der Produktfunktionsbeständigkeit im Verhältnis zur erforderlichen Leistungsfähigkeit ohne Kompromisse bezüglich der Sicherheit zu berücksichtigen sind.

Das Erhöhen der Funktionsbeständigkeit und Zuverlässigkeit von Produkten kann zu einer Reduzierung der Menge an verwendeten Rohstoffen und der für die Produktion erforderlichen Energie sowie zu einer Reduzierung der Entsorgung von Produkten beitragen und reduziert somit nachteilige Umweltauswirkungen. Die Zuverlässigkeit stellt die Bewertung der Wahrscheinlichkeit dar, dass ein Produkt für eine bestimmte Dauer wie gefordert funktioniert. Die Funktionsbeständigkeit bezieht sich auf die gesamte erwartete Zeit, die ein Produkt betriebsfähig ist (einschließlich Wartung und Reparatur).

EN 45552 – *Allgemeines Verfahren zur Bewertung der Funktionsbeständigkeit energieverbrauchsrelevanter Produkte* definiert einen Rahmen, der Parameter und Verfahren zur Bewertung der Zuverlässigkeit und der Funktionsbeständigkeit energieverbrauchsrelevanter Produkte (ErP, en: energy-related products) umfasst. Es ist Teil des Konzepts der Funktionsbeständigkeit, dass die technische Lebensdauer eines Produkts durch Wartungs- und Reparaturmaßnahmen verbessert wird.

Auch die Verwendung kritischer Rohstoffe (CRM, en: critical raw materials) in einem Produkt oder Teil sollte berücksichtigt werden. CRM weisen häufig eine instabile Versorgung auf und unterliegen Risiken der Preisschwankung; sie erfordern daher ein genaues Verständnis ihrer Anwendung in Produkten und deren Bestandteilen. Die Organisation sollte eine Alternative für diese Rohstoffe finden und, falls sie nicht ersetzbar sind, Maßnahmen zum Reduzieren ihres Verbrauchs entwickeln.

EN 45558 – *Allgemeines Verfahren zur Deklaration der Verwendung kritischer Rohstoffe in energieverbrauchsrelevanten Produkten* stellt ein Mittel zum Informationsaustausch über die Verwendung von CRM bereit, welcher in beide Richtungen entlang der Lieferkette und mit anderen relevanten Interessengruppen stattfinden sollte. Die Verfügbarkeit von Informationen über die Verwendung von CRM in ErP soll den Informationsaustausch verbessern, z. B. für Design- und Recyclingzwecke.

4.2.3 Anwenden von Strategien zum Erleichtern der Wiederverwendung

Die Strategien zum Erleichtern der Wiederverwendung fördern die längere Nutzung von Produkten und schaffen die allgemeinen Grundlagen für jeden Aspekt des zirkulären Produktdesigns. Das Befolgen der Strategie zum Erleichtern der Wiederverwendung, um die Wiederverwendung von funktionierenden Produkten für den gleichen Zweck durch einen anderen Anwender zu ermöglichen, muss beim Design berücksichtigt werden. Dies beinhaltet Informationen für den nächsten Anwender, beispielsweise zur Zusammensetzung oder zum Aufbau, zu schädlichen Stoffen, zur Nutzungshistorie usw. Wenn produktbezogene Daten auf einem Produkt gespeichert sind, sollte die Handhabung dieser Daten sowie das restlose Löschen, bevor das Produkt wiederverwendet wird, ermöglicht werden (und es sollten entsprechende Informationen bereitgestellt werden). Diese Strategie gilt im Wesentlichen für feststehende Produkte, die ohne Mängel demontiert oder entfernt und an einem anderen Ort wieder installiert oder montiert werden können.

In der Designphase muss ebenfalls an Produktreparaturen gedacht werden. Der Kern der Reparaturstrategie besteht im Verlängern der Lebensdauer von Produkten durch deren Reparatur, um den Bedarf von neuer Ausrüstung zu reduzieren und somit Rohstoffe und Energie in der Produktion einzusparen und die Abfallmenge zu verringern. Sowohl die Machbarkeit als auch die Sicherheit der Reparatur sollten durch standardisierte Informationen begleitet werden. Informationslücken würden eine Reparatur verhindern.

Es ist darauf hinzuweisen, dass Reparaturvorgänge ebenfalls Kosten in Form von Material- und Energieverbrauch verursachen (Produktion, Transport und Lagerung von Ersatzteilen, der Reparaturvorgang an sich,

Notwendigkeit von Austauschereinheiten während der Reparatur oder Ersatzteil-Lieferzeiten...). Ferner können einige Reparaturmaßnahmen eine Auswirkung auf die (zukünftige) Leistungsfähigkeit, Lebensdauer oder Wiederverwendbarkeit (elektrostatische Entladungen, reduzierter Schutz vor Eindringen von Wasser, potenzielle ästhetische Schäden usw.) des Produkts haben. Daher kann je nach Produkttyp die Zuverlässigkeit (ausgedrückt in der Zeit bis zum ersten Versagen) Vorrang vor der Reparaturfähigkeit haben. Ebenso kann auf der Teileebene eine längere Lebensdauer der Austauschbarkeit vorzuziehen sein. Solche Abwägungen sind produktabhängig und sollten von Fall zu Fall berücksichtigt werden.

Das Verbraucher-zu-Verbraucher-Geschäft sollte ebenfalls berücksichtigt und gefördert werden: Produkte, die verkauft oder kostenlos an einen anderen Kunden abgegeben werden können, ohne einem professionellen Instandsetzungs- oder Aufarbeitungsprozess unterzogen werden zu müssen, unterstützen den Werterhalt von Materialien und die Energieeffizienz. Zur Begünstigung des Verbraucher-zu-Verbraucher-Geschäfts sollten Produkte zuverlässig und einfach auf die Werkseinstellungen zurückzusetzen sein (einschließlich des Löschsens persönlicher Daten vom vorhergehenden Anwender aus dem Speicher), und der Anwender des gebrauchten Produkts sollte seine eigenen Daten von einem älteren Gerät einfach übertragen können, ohne eine Fachkraft hinzuziehen zu müssen. Jedes Produkt wird aber einer Routineprüfung oder Verifizierungen unterzogen, wenn es auf den Markt gebracht wird. Bei Zweifeln, insbesondere bezüglich der Sicherheit oder der Einhaltung der Vorschriften, könnte der Verbraucher die Hilfe einer Fachkraft anfordern. Gegebenenfalls sollte der ursprüngliche Sauberkeits- oder Hygienestatus einfach wiederherstellbar sein, womöglich durch Verwendung von vom Hersteller gelieferten oder empfohlenen Produkten.

EN 45554 – *Allgemeine Verfahren zur Bewertung der Reparier-, Wiederverwend- und Upgradebarkeit energieverbrauchsrelevanter Produkte* enthält ein allgemeines Verfahren zum Bewerten der Reparier-, Wiederverwend- und Upgradebarkeit eines ErP. Sie liefert einen Werkzeugkasten-Ansatz mit mehreren zu berücksichtigenden produktbezogenen (und dienstleistungsbezogenen) Parametern, die dazu vorgesehen sind, an spezifische Produkte angepasst zu werden. Sie führt ebenfalls das Konzept von „vorrangigen Teilen“ ein, das in anderen Dokumenten der Reihe EN 4555X bis EN 4556X verwendet wird.

Die Instandsetzungsstrategie betrifft die Verlängerung der Produktlebensdauer durch Erneuern oder Reparieren von einzelnen, aber wesentlichen Teilen. Die ursprüngliche Produktidentität bleibt erhalten und beinhaltet kein erneutes Inverkehrbringen. Es handelt sich insofern auch um eine Designstrategie, als die Möglichkeit einer Produktinstandsetzung berücksichtigt und klar vom Aufarbeiten unterschieden werden sollte. Nähere Informationen zum Aufarbeiten enthält der nächste Unterabschnitt.

4.2.4 Anwenden von Strategien zum Wiederverwerten und erneut Verwenden

Die Aufarbeitungsstrategie betrifft das Erhalten von in Produkten enthaltenen Stoffen und Materialien durch Schaffen eines neuen Produkts. Ungeachtet der Anzahl oder des Prozentsatzes von ersetzten Komponenten erhält das Produkt eine neue Identität und ist daher nicht einfach ein „wiederverwendetes“ Produkt. Die folgenden Punkte sollten in Bezug auf Aufarbeitung beachtet werden:

- modulares Produktdesign,
- vereinfachte Entfernbarkeit von Komponenten und, falls relevant, neue Garantie,
- standardisierte Schnittstellen (z. B. für Elektronikprodukte und IKT) und Normen zu Eignungstests für gebrauchte Komponenten sind ebenfalls wesentlich.

Die Sicherheit des Gesamtprodukts sollte nicht beeinträchtigt werden und sollte die Anforderungen für Inverkehrbringen oder Inbetriebnahme erfüllen.

EN 45553 – *Allgemeines Verfahren zur Bewertung der Wiederaufarbeitbarkeit energieverbrauchsrelevanter Produkte* liefert ein allgemeines Verfahren zum Bewerten der Wiederaufarbeitbarkeit von ErP. Dieses Verfahren umfasst die Bewertung von Aufarbeitungsprozessschritten unter anderem anhand von spezifischen Produktattributen.

Designstrategien für die Verwendung von recyceltem und wiederverwendetem Material sollten mit Qualitätsmanagement- und Qualitätssicherungsnormen verknüpft sein. JTC10 bietet die zwei folgenden Normen:

- EN 45556 – *Allgemeines Verfahren zur Bewertung des Anteils an wiederverwendeten Komponenten in energieverbrauchsrelevanten Produkten* enthält ein allgemeines Verfahren zum Bewerten des Anteils an wiederverwendeten Komponenten in einem ErP. Das Dokument enthält sowohl einen zahlenbasierten als auch einen massebasierten Ansatz zum Evaluieren des Anteils an wiederverwendeten Komponenten eines Produkts. Dieses Verfahren beruht auf der Rückverfolgbarkeit der verwendeten Komponenten, um sicherzustellen, dass sie gebraucht und nicht neu sind.
- EN 45557 – *Allgemeines Verfahren zur Bewertung des Anteils an recyceltem Material von energieverbrauchsrelevanten Produkten* beschreibt ein allgemeines Verfahren, das zum Bewerten der Verwendung von recycelten Materialien in einem ErP verwendet werden kann. Bei diesem Verfahren auf Basis eines Massenbilanzsystems wird zwischen Abfall vor und nach Gebrauch unterschieden, um die in der Herstellung eines ErP verwendeten recycelten Materialien zu bestimmen. Dieses Verfahren beruht ebenfalls auf der Rückverfolgbarkeit, um sicherzustellen, dass die verwendeten Materialien recycelte Materialien sind und keine neuen.

Organisationen sollten ein Design mit Recyclingfähigkeit aller (oder zumindest der meisten) in einem Produkt verwendeten Materialien anstreben. Die Recyclingstrategie strebt die Verwertung wertvoller Materialien aus entsorgten Produkten an. Um dies effizient zu erreichen, sollten in der Produktdesignphase verschiedene Aspekte berücksichtigt werden:

- Materialien sollten trennbar sein, wenn sie nicht im gleichen Prozess recycelt werden können,
- Zusatzstoffe (z. B. Flammschutzmittel) sollten das Recycling nicht verhindern, und
- sicherheitsrelevante Anforderungen sollten das anschließende Recycling des Produkts ebenfalls berücksichtigen.

Ebenfalls wesentlich ist die Berücksichtigung von Aspekten der Recyclingprozesse an sich, beispielsweise Thermochemie, Prozessanalytik, Materialtrennung und Farbsortierung.

EN 45555 – *Allgemeines Verfahren zur Bewertung der Recyclingfähigkeit und Verwertbarkeit energieverbrauchsrelevanter Produkte* legt ein allgemeines Verfahren zum Bewerten der Recyclingfähigkeit und Verwertbarkeit eines ErP fest. Das Verfahren beinhaltet das Erstellen eines repräsentativen Behandlungsszenarios zum Ende der Lebensdauer, das zum Bewerten der Recyclingfähigkeit und Verwertbarkeit der Produkte verwendet wird.

4.3 Umgang mit Zielkonflikten

4.3.1 Beispiele für Zielkonflikte zwischen zirkulärem Produktdesign und Kreislaufwirtschaft oder Materialeffizienz

Obgleich Zirkularität ein wesentliches Element der Materialeffizienz ist, müssen gegebenenfalls Zielkonflikte zwischen der höchstmöglichen Materialeffizienz und der höchstmöglichen Zirkularität abgewogen werden.

Die Kreislaufwirtschaft empfiehlt ein vollständiges Recyceln aller (oder der meisten) nicht erneuerbaren Materialien, während die Materialeffizienz empfiehlt, dass ein Produkt mit der kleinstmöglichen Menge von jedem Material herzustellen ist. Es ist aber bekannt, dass einige Materialien schwer zu recyceln sind, wenn sie in sehr dünnen Schichten verwendet werden (z. B. Aluminiumfolien); bei solchen Materialien kann das Sicherstellen einer vollständigen Recyclingfähigkeit mit einigen Materialeffizienzregeln im Konflikt stehen und es wird mehr Material verwendet als unbedingt nötig.

Bei anderen Materialien (z. B. Polymeren) kann die Recyclingfähigkeit durch das Vorhandensein von hinzugefügten Stoffen eingeschränkt sein; solche Stoffe tragen aber zur Stabilität des Materials über eine längere

Zeitspanne bei, ermöglichen ein (einfaches) Reinigen des Produkts usw., was ebenfalls Attribute der Kreislaufwirtschaft sind.

4.3.2 Beispiele für Zielkonflikte zwischen Reparaturfähigkeit und Zuverlässigkeit

Materialeffizienz beinhaltet Reparaturfähigkeit als einen Faktor zum Verlängern der Produktlebensdauer. Reparaturfähigkeit (insbesondere wenn diese in einer Produktnutzungsumgebung und nur mit Basiswerkzeugen erforderlich ist) bedeutet aber, dass das Produkt in mehrere Teile mit vielen Verbindungen unterteilt ist. Solche Verbindungen können aber die Produktzuverlässigkeit aufgrund der Abnahme der Stoßfestigkeit usw. reduzieren, insbesondere bei kleinen Produkten, und die Verwendung von zusätzlichen Materialien erfordern, unter anderem Edelmetalle für die Verbindungsbeschichtung, was die Auswirkungen des Produkts auf die Umwelt erhöht. Somit kann ein in geringerem Umfang reparaturfähiges, aber zuverlässigeres Produkt besser den CE- und ME-Zielen dienen als ein vollständig reparaturfähiges.

Ein zuverlässiges Produkt kann wiederum die Reparatur des Produkts behindern (z. B. eine zum Schutz vor dem Eindringen von Wasser in ein Elastomer eingebettete Komponente). Ungeachtet der Zuverlässigkeit des Produkts ist ein Fehler durch falsche Verwendung und intensive Nutzung immer möglich, und die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers ist niemals gleich Null.

ANMERKUNG In einigen Fällen ist eine Reparatur zwangsläufig, z. B. weil ein Modul repariert werden muss, um ein vollständiges Austauschen der Ausrüstung zu vermeiden.

4.3.3 Anwendersicherheit oder -schutz im Verhältnis zu anderen Aspekten des zirkulären Produktdesigns

Zirkuläres Produktdesign kann im Widerspruch zu Zielen von Anwendersicherheit und -schutz stehen. Das Verlängern der Lebensdauer eines Produkts über eine bestimmte Grenze hinaus kann sich auf die Anwendersicherheit auswirken, wenn die Auswirkungen der Komponenten-/Materialalterung nicht ausreichend berücksichtigt worden sind oder wenn einige Materialien und ihre Mengen zur Optimierung ausgewählt wurden (z. B. Art und Stärke von Isoliermaterial).

Anwendersicherheit und -schutz sollten nicht zu Gunsten von verbesserten Zirkularitätseigenschaften beeinträchtigt werden.

4.4 Grundsätze des zirkulären Produktdesigns

Die wesentlichen Grundsätze, die zu einem zirkulär gestalteten Produkt führen, sind:

- Die Kreislaufwirtschaft wird zum Bestandteil der Richtlinien der Organisation für Umwelt, Soziales und Unternehmensführung (ESG, en: environment, social and governance), und es werden das Verständnis des Managements sowie frühzeitige Beteiligung und Engagement aller relevanten Geschäftsfunktionen sichergestellt.
- Der gesamte Lebensweg des Produkts wird unter Anwenden eines Ansatzes der Lebenswegbetrachtung berücksichtigt.
- Auf Basis von zirkulären Kategorien, die die Organisation für das Produkt ausgewählt hat, werden Produktdesigns gemäß den Strategien zum Verringern, Verlangsamen und Schließen der Kreisläufe optimiert.
- Schaffen und Fördern von nachhaltigen zirkulären Systemen (z. B. Rückführungslogistik, Reparatursysteme usw.), die eine Rückführung von Produkt und Material ermöglichen und Kunden beim Schließen des Kreislaufs unterstützen.
- Schließlich stellt die Bewältigung von Zielkonflikten die Lösung dar, um ein zirkuläres Produktdesign zu erzielen, und Organisationen werden dadurch beim Treffen von schwierigen Entscheidungen, z. B. Funktionsbeständigkeit gegenüber Verbrauch von weniger Material, unterstützt.

Ein Anwenden dieser Grundsätze kann zu zirkulären Designs führen, die zum Vermeiden von nachteiligen Umweltauswirkungen beitragen.

ANMERKUNG Die ersten zwei der vorhergehenden Grundsätze, das heißt ECD als eine Richtlinie der Organisation und Lebenswegbetrachtung, spiegeln sich in den ECD-Grundsätzen von EN/IEC 62430 wider.

5 Umstellung einer Organisation auf Zirkularität

5.1 Kreislaufwirtschaft als Teil von Vision, Mission und Strategie

Sobald die Organisation entschieden hat, dass sie von linearen auf zirkulärere Geschäfts- bzw. Betriebsweisen umstellen will, wird sie ihre Vision, Mission, Strategie und Ziele anpassen, um solch ein Vorhaben auszudrücken.

Die Organisation sollte die Vision (das „Was“), die Mission (das „Wie“) und eine Strategie, die mindestens indirekt eine Verpflichtung zur Kreislaufwirtschaft beinhaltet, entwerfen und kommunizieren.

BEISPIEL 1 „Unsere Organisation strebt an, die Welt durch zirkuläre Innovationen nachhaltiger zu gestalten...“.

BEISPIEL 2 „Unsere Organisation strebt ein verantwortungsvolles und nachhaltiges Wachstum der Organisation an. Hierzu haben wir einen umfassenden Katalog an Verpflichtungen über alle Dimensionen von Umwelt, Soziales und Unternehmensführung hinweg eingeführt, welche die Durchführung unserer Strategie lenken und unseren Beitrag zum Ziel für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen Nummer 12 „Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherstellen“ und Nummer 13 „Umgehend Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen ergreifen“ unterstützen.“

5.2 Ziele der Organisation, um zirkulär zu werden

Anschließend muss die Organisation konkrete Ziele für sich festlegen, um zirkulär zu werden. In Übereinstimmung mit den ECD-Grundsätzen von EN/IEC 62430 müssen zirkuläre Ziele Teil der Richtlinien und Bestrebungen von Organisationen sein, die eine Umstellung (eines Teils) ihres Geschäfts von linear zu zirkulär wünschen.

Zum Definieren von zirkulären Zielen ist es erforderlich, alle Phasen auf dem Lebensweg von Produkten, die die Organisation steuern oder beeinflussen kann, zu berücksichtigen.

Typische zirkuläre Ziele einer Organisation können wie folgt angegeben werden:

- „Ein zirkuläres Produktdesign wird auf X % unserer Produkte angewendet.“
- „Ab YYYY stammen X % unseres Umsatzes aus instandgesetzten Produkten.“
- „Ab YYYY werden X % unseres intern erzeugten Abfalls recycelt oder wiederverwendet.“
- „Ab YYYY beträgt der Mindestanteil an recyceltem Material bei unseren neuen Produkten mindestens X %.“
- „Ab YYYY werden alternative Technologien eingesetzt, die weniger seltene Erden verwenden oder diese vollständig durch häufigere Elemente ersetzen.“

Das Verständnis und Engagement der (obersten) Leitung sowie die Verfügbarkeit von Ressourcen und die Beteiligung aller relevanten Geschäftsfunktionen sind wesentliche Voraussetzungen für ein erfolgreiches Erzielen von Zirkularität. Die Organisation muss sich beispielsweise mit folgenden Themen befassen:

- Verstehen, wie das aktuelle (lineare) Geschäft verändert, ausgebaut oder andernfalls durch ein (neues) zirkuläres ersetzt werden kann. Z. B. Berücksichtigen, wie zirkuläre Geschäftsmodelle oder zirkuläre Strategien das aktuelle Geschäft ersetzen können, um die Umstellung auf Zirkularität zu ermöglichen (zur Anregung siehe die zahlreichen zirkulären Kategorien in 6.2);

- Berücksichtigen der Lieferkette und der Erwartungen von vor- und nachgelagerten interessierten Parteien sowie des Lebenswegs von Aktivitäten und Produkten, die das Erfüllen des zirkulären Bestrebens durch die Organisation fördern (oder andernfalls erschweren) können;
- Festlegen, Umsetzen und Aufrechterhalten einer Umweltpolitik, die zirkuläre Ziele in Übereinstimmung mit der Strategie der Organisation beinhaltet.
- Wenn die Ziele der Unternehmen an externe interessierte Parteien zu kommunizieren sind, sollten diese vollständig dokumentiert und rückverfolgbar sein.

5.3 Messen der Umstellung der Organisation auf Zirkularität

Zirkuläres Produktdesign erfordert einen ganzheitlichen organisatorischen Ansatz einschließlich Design, Innovation, Entwicklung, Marketing und Geschäftsführer sowie wesentliche externe interessierte Parteien, z. B. den Umgang mit Rückführungslogistik. Das Umstellen eines Geschäfts von linear auf zirkulär erfordert Kapazitätsbildung bei den Funktionen und Rollen, die zum Gesamtproduktangebot beitragen. Das Schaffen von Bewusstsein reicht oft nicht aus; spezielle Schulungen je nach Funktion und Rolle sind erforderlich, um sicherzustellen, dass das Konzept des zirkulären Produktdesigns vollständig verstanden wird.

Um Verbesserungen im gesamten zirkulären Produktdesign zu ermöglichen, ist eine konsistente Basis zum Messen der verschiedenen Materialeffizienzaspekte von Produkten erforderlich. Die horizontal ausgelegte EN 4555x-Normenreihe, ist im Wesentlichen zur Verwendung als Rahmenwerk für das Entwickeln von Produkt- bzw. Produktgruppennormen und produktspezifischen Normen vorgesehen. Diese Dokumente enthalten allgemeine Verfahren zur Bewertung von verschiedenen Materialeffizienzaspekten und sollten berücksichtigt werden, um die Zirkularität in einem relevanten Aspekt der Materialeffizienz beim Design eines neuen Produkts zu verbessern.

Für das Messen der Umstellung von linear auf zirkulär muss die Organisation Ziele (Key Performance Indicators – KPI) festlegen und diese KPI in der Organisation kaskadieren.

Die Anstrengungen, zirkulär zu werden, können bestimmt werden, und den Fortschritt kann die Organisation auf Basis von beispielsweise Umsatz, Produktionsvolumen, Absatzvolumen, behördlichen Anforderungen, Anforderungen von interessierten Parteien oder eine Kombination hiervon dort, wo Wert erzeugt wird, messen. Bild 3 zeigt Beispiele für zirkuläre Kategorien, angegeben in Umsatz-KPI.

Gewerbliche Rücksendungen	Aufgearbeitete/instandgesetzte Produkte und Systeme	Wiederverwendung von Teilen/Elementen	Recyclatgehalt	Leistungs- und zugangsbasierte Modelle	Upgrades/Verlängerung der Lebensdauer	Software zum Optimieren der Ressourcennutzung	Analog zu Digital
Z. B. Umsatz durch den Verkauf von Produkten, die von Händlern und Verbrauchern an den Verkäufer zurückgesendet werden, als überholt/instandgesetzt	Z. B. Umsatz durch den Verkauf von instandgesetzten oder aufgearbeiteten Produkten und Systemen	Z. B. Umsatz durch die Wiederverwendung von instandgesetzten Teilen/Komponenten im Kundendienst (z. B. Wartung, Reparatur)	Z. B. Umsatz durch den Verkauf von Produkten mit Recyclatgehalt, insbesondere recycelten Kunststoffen	Z. B. Umsatz durch Mietmodelle (einschließlich lebenslanger Wartung/Wiederverwendung in verantwortlicher Weise)	Z. B. Umsatz durch Hardware-Upgrades für den Kunden (z. B. bessere Funktionalität, verlängerte Lebensdauer)	Z. B. Umsatz durch den Verkauf von Software, die z. B. eine Ferninteraktion mit dem Anwender/Kunden ermöglicht	Z. B. durch Produktdigitalisierung eingesparter Umsatz

Bild 3 — Beispiele für zirkuläre Kategorien einer Organisation auf Basis des Umsatzes

5.4 Überlegungen zu Zielkonflikten bei zirkulärem Produktdesign

Da zirkuläre Produktattribute und andere Aspekte wie Leistungsfähigkeit usw. in Widerspruch zueinander stehen können, müssen Zielkonflikte berücksichtigt werden, wobei die globalen Kreislaufwirtschaftsziele zu beachten sind, statt sich auf spezifische Attribute einzeln zu fokussieren. Solche Zielkonflikte müssen auf Produktkategoriebasis betrachtet und abgewogen werden, wobei Besonderheiten der Produktkategorie zu beachten sind.

ANMERKUNG Sicherheit und Schutz sind von solchen Abwägungen ausgenommen.

Allgemeine Überlegungen beim Design eines zirkulären Produkts sind:

- Das zirkuläre Produktdesign sollte nützlich sein:
 - Fokus auf Aspekte des zirkulären Produktdesigns, die für das betreffende Produkt am meisten relevant sind,
 - Fokus der Umgestaltung auf Produkte mit zu erwartender Marktnachfrage (z. B. nicht Produkte umgestalten, die sich dem Ende der technologischen oder modischen Lebensdauer nähern).
- Das zirkuläre Produktdesign sollte effektiv sein:
 - Die Aufarbeitung sollte weniger Energie und Ressourcen verbrauchen als das Herstellen eines neuen Produkts und nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt vermeiden.
 - Das Erhöhen der grundlegenden Zuverlässigkeit oder Funktionsbeständigkeit des Produkts kann einem Reparieren oder Instandsetzen vorzuziehen sein.
- Das zirkuläre Produktdesign sollte wirtschaftlich tragbar sein:
 - Um nachhaltig zu sein, muss ein Unternehmen auch Gewinn erzielen.

6 Anforderungen und Leitfaden für zirkuläres Produktdesign

6.1 Prozess des zirkulären Produktdesigns

Das Umsetzen eines zirkulären Produktdesigns in einer Organisation muss die folgenden Prozessschritte umfassen:

- 1) Integrieren der Bemühungen um Kreislaufwirtschaft und Materialeffizienz in das Managementsystem (einschließlich KPI zur Zielsetzung und Messung der Umstellung von linear zu zirkulär).
- 2) Identifizieren und Optimieren von zirkulären Kategorien (z.B. Geschäftsmodelle), die die Produkt- und Materialrückführung der Organisation verbessern können. Das zirkuläre Produktdesign sollte die Umsetzung eines zirkulären Geschäftsmodells ermöglichen, und das Produkt sollte alle von den zirkulären Geschäftsmodellen zur Verfügung gestellten Voraussetzungen nutzen. Berücksichtigen der Grundsätze für das Verringern, Verlangsamen und Schließen der Materialflüsse je nach Relevanz,
- 3) Für jede zirkuläre Kategorie und jeden Produktbereich oder -typ die zirkulären Produktattribute identifizieren:
 - a) Berücksichtigen aller Lebenswege und möglicher designbezogener Hindernisse, die das volle Potenzial an Zirkularität des Produkts begrenzen,
 - b) Erkunden aller verpflichtenden und unverbindlichen zirkulären Produktattribute, die erfüllt werden müssen,
 - c) Für jede Anforderung die Fragen bestimmen, die die Designoptimierung und jeweiligen Anforderungen an das zirkuläre Produktdesign unterstützen können. Die Materialwerthierarchie je nach Relevanz berücksichtigen,
 - d) Berücksichtigen der Zielkonflikte zwischen verschiedenen zirkulären Produktdesigns unter Abgleich mit anderen Umweltauswirkungen, Qualität usw. Über alle Phasen des Lebensweges des Produkts hinweg bewährte Verfahren berücksichtigen, wenn verfügbar,
 - e) Berücksichtigen von Kapazitätsaufbau und Schulungen, einschließlich (neuer) Beziehungen mit den Anwendern,

- f) Das Vorhergehende für andere Produkte (Bereich oder Typen) wiederholen.
- 4) Erstellung der zirkulären Matrix (Details in 6.6), die von der Organisation als Dashboard zur Nachverfolgung des Fortschritts unter Verknüpfung von zirkulären Kategorien mit zirkulären Produktattributen verwendet werden soll.

Der beschriebene Prozess ist grafisch in Bild 4 dargestellt.

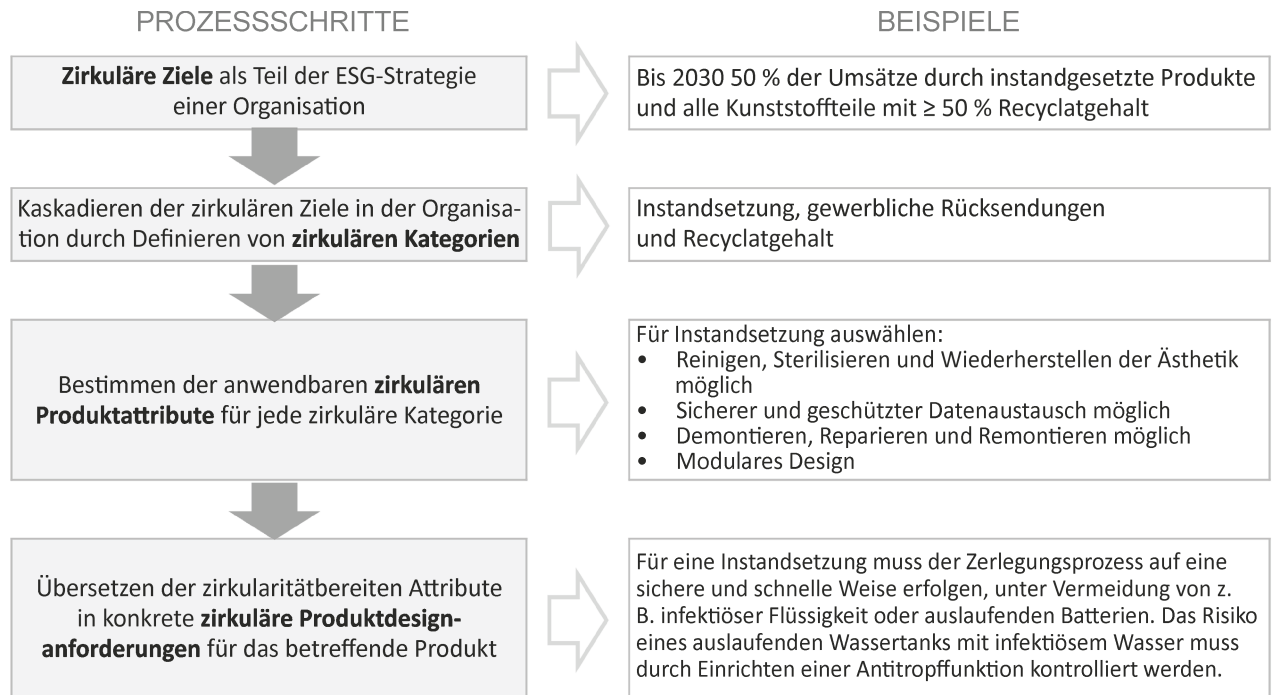


Bild 4 — Umsetzungsrelevanter Prozess des zirkulären Produktdesigns

6.2 Zirkuläre Kategorien

6.2.1 Einführung in zirkuläre Kategorien

Das Konzept des zirkulären Produktdesigns kann von zirkulären Geschäftsmodellen oder von der Erkundung zirkulärer Strategien nicht getrennt werden. Ein zirkuläres Geschäftsmodell oder eine zirkuläre Strategie ohne ein zirkulär gestaltetes Produkt ist auch nicht optimal. Ein zirkulär gestaltetes Produkt, das nicht mit einem ergänzenden Geschäftsmodell kombiniert ist, wird entweder nicht die zirkulären Verbesserungen ausnutzen oder ein Dritter wird Nutzen aus diesen Verbesserungen ziehen oder von diesen profitieren.

Daher beginnt die Umstellung auf Produktzirkularität mit dem Identifizieren von „zirkulären Kategorien“ durch die Organisation. Diese sind eng mit dem Produktportfolio der Organisation verknüpft und können und sollten Richtlinien vorgeben, wie ihre Produkte zu verbessern sind, um zirkulär gestaltete Produkte zu werden. Zirkuläre Kategorien können aus einer zirkulären Designstrategie (z. B. „von analog zu digital“; „mehrere Funktionen“), einem zirkulären Geschäftsmodell (z. B. „Mieten“, „Teilen“, „Aufarbeiten“) oder einem Aktionsbereich (z. B. „Recyclatgehalt“, „Funktionsbeständigkeit“) bestehen und stellen verschiedene Ansätze dar, die unterschiedliche Anforderungen an die Produktzirkularität festlegen. Die zirkulären Kategorien sind nicht per se funktionale Anforderungen, sondern liefern den Input zum Definieren der Anforderungen.

Um die Kreislaufwirtschafts- und Materialeffizienzziele einer Organisation greifbarer zu machen, muss die Organisation bestimmen, auf welchen zirkulären Kategorien der Fokus liegt. Es folgt eine (nicht erschöpfende) Liste von zirkulären Kategorien, die von einer Organisation gewählt werden können. Die Grundsätze des Verringerns, Verlangsamens und Schließens der Materialflüsse aus 4.1 können die Organisation bei diesem Prozess unterstützen.