



Design für Nachhaltigkeit

Lehrmaterialien und praktische Arbeitsblätter für
die Gestaltung nachhaltiger Produkte und Prozesse



Kofinanziert von der
Europäischen Union

Design für Nachhaltigkeit

Unterrichtsmaterialien und praktische Arbeitsblätter für die Gestaltung nachhaltiger Produkte und Prozesse

Projekt:

ECOThink – Förderung von Kompetenzen im Bereich nachhaltiges Design und Lebenszyklusdenken

Erasmus+-Projektbezeichnung:

KA210-VET-B934985F

ECOThink

Partners:

ACEEU GmbH (Deutschland)

LEVILO (Österreich)

MIITR – Internationales Institut für die Umsetzung nachhaltiger Entwicklung (Slowenien)



**Kofinanziert von der
Europäischen Union**

Dieses Projekt wurde von der Europäischen Kommission im Rahmen des Erasmus+-Programms gefördert. Die geäußerten Meinungen und Ansichten sind ausschließlich die der Europäischen Union und geben nicht die offizielle Position der Europäischen Union wieder. Weder die Europäische Union noch die Europäische Kommission können dafür verantwortlich gemacht werden.

Maribor, 2025



Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	2
BILDVERZEICHNIS	7
ZUSAMMENFASSUNG.....	8
DANKSAGUNG.....	9
AUTOREN UND HERAUSGEBER	10
0 EINFÜHRUNG	11
0.1 Zweck und Inhalt des Handbuchs	11
0.2 Produkte und Nachhaltigkeit.....	12
0.3 Beispiele für Nachhaltigkeitsherausforderungen in drei Dimensionen	13
0.3.1 Menschen – soziale Aspekte	13
Planet – Umweltaspekte.....	14
Gewinn – wirtschaftliche Aspekte	14
0.3.2 Produkte und Umweltaspekte – Planetarische Inklusion	14
0.3.3 Produkte und soziale Aspekte – Einbeziehung der Menschen	15
0.3.4 Produkte und finanzielle Aspekte – Einbeziehung von Gewinnen	16
0.4 Was ist Design für Nachhaltigkeit?	17
0.4.1 Definition von Design für Nachhaltigkeit	17
0.4.2 Produktlebenszyklus	19
Folgenabschätzung mit der LCA-Methode	19
Verbindung zu sozialen und wirtschaftlichen Aspekten	19
0.5 Vorteile der Nachhaltigkeitsplanung für Unternehmen.....	21
0.5.1 Verringerung der Umweltauswirkungen	21
0.5.2 Kostenreduzierung.....	21
0.5.3 Förderung von Innovation	24
0.5.4 Einhaltung der Umweltgesetzgebung.....	24
0.5.5 Erfüllung von Kundenanforderungen	24
0.5.6 Verbesserung der Produktqualität.....	24
0.5.7 Stärkung des Rufs des Unternehmens und seiner Produkte	24
1 EINRICHTUNG EINES PROJEKTTEAMS UND PLANUNG EINES NACHHALTIGKEITSPROJEKTS	25
1.1 Bildung des Projektteams.....	25
Führungsmanagement.....	25
Kauf.....	25
Abteilung für Qualität und Umwelt	25
Marketing	26
Personalwesen.....	26
Externe Expert:innen und Partner	26

1.2	Planung eines Nachhaltigkeitsprojekts	26
1.2.1	Anpassung an die Fähigkeiten des Unternehmens	26
1.2.2	Aktionsplan und Organisation	27
1.2.3	Zeitplan und interne Kommunikation	27
2	MOTIVIERENDE PLANUNGSFAKTOREN FÜR NACHHALTIGKEIT UND PROJEKTZIELSETZUNG	28
2.1	SWOT-Analyse des Unternehmens	28
2.2	Untersuchung der Motivationsfaktoren für die Planung von Nachhaltigkeit	29
2.2.1	Externe und interne Motivationsfaktoren	30
	Externe Motivationsfaktoren	30
	Interne Motivationsfaktoren	30
	Wichtige Umweltzeichenprogramme	30
2.3	Festlegung der Ziele eines Projekts zur nachhaltigen Gestaltung	31
2.3.1	Von der Analyse zum gezielten Handeln	31
2.3.2	Beispiele für mögliche Ziele eines Nachhaltigkeitsplanungsprojekts	32
2.3.3	Beginnen Sie mit kleinen, aber erreichbaren Zielen	32
3	PRODUKTAUSWAHL	33
3.1	Erstellung des Produktdossiers	34
3.2	Beschreibung des Anwendungskontexts des Produkts	35
4	BESTIMMUNG DER UMWELTASPEKTE DES PRODUKTS	36
4.1	Auswahl eines Instruments zur Ökobilanzierung	37
4.1.1	MECO-Matrix	37
4.1.2	Ökoindikatoren: ein Übergangsinstrument zur quantitativen Bewertung von Umweltauswirkungen	39
	Standard-Ökoindikatoren	40
	Beschreibung der Standard-Ökoindikatoren	40
	Einschränkungen und Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Standard-Ökoindikatoren	41
4.1.3	Ökobilanzierung mit einem Software-Tool zur Lebenszyklusanalyse (LCA)	42
	OpenLCA	42
	SimaPro	42
	Sphera	42
	Umberto	42
	Ecochain Mobius	43
	One Click LCA	43
4.1.4	Welches Tool sollten Sie für die Ökobilanzierung wählen?	43
4.2	Definition des Zwecks und des Umfangs der Ökobilanzierung	44
4.3	Festlegung des Zwecks und des Umfangs der Ökobilanzierung	1
4.4	Definition des Lebenszyklus	48
4.5	Bestandsaufnahme (Bestandsaufnahme der Materialflüsse einzelner Prozesse im Lebenszyklus)	49
4.5.1	Präzise Definition des untersuchten Systems	49
4.5.2	Datenerfassung	50
4.5.3	Daten zu Rohstoffen und Produktion	50
4.5.4	Produktinformationen	50

4.5.5	Informationen zur Verwendung des Produkts.....	51
4.5.6	Energieverbrauchsdaten.....	51
4.5.7	Transportdaten.....	51
4.5.8	Allokation der Umweltauswirkungen in multifunktionalen Systemen	51
	Bearbeiten von Daten für die weitere Wirkungsabschätzung.....	52
4.6	Wirkungsabschätzung	52
4.6.1	Bewertung der Umweltauswirkungen durch Klassifizierung der identifizierten Umweltauswirkungen in der MECO-Matrix	52
4.6.2	Wirkungsabschätzung mit einem LCA-Software-Tool.....	54
4.7	Auswertung der Ergebnisse der Ökobilanzierung	55
4.7.1	Unsicherheit bei den Ergebnissen der Ökobilanzierung	55
	Datenunsicherheiten	55
	Beispiel:.....	55
	Unsicherheiten hinsichtlich der Richtigkeit des Modells	56
4.7.2	Interpretation der Ergebnisse.....	57
5	PRODUKTLEBENSZYKLUSKOSTENANALYSE.....	58
5.1	Typische Lebenszykluskostenanalyse (LCC)	58
5.2	Umweltlebenszykluskostenanalyse (eLCC)	59
5.3	Soziale Lebenszykluskostenanalyse (sLCC)	59
6	ENTWICKLUNG EINER STRATEGIE UND ERSTELLUNG EINES NACHHALTIGKEITSPLANUNGSBRIEFS	
	61	
	Kurzer Überblick (Entwurf, Briefing) über die Planung für Nachhaltigkeit	63
6.1	Strategie 0: Ein neues Produktkonzept durch Optimierung seiner Funktion	63
6.1.1	Dematerialisierung.....	64
6.1.2	Gemeinsame Nutzung von Produkten.....	64
6.1.3	Dienstleistung statt Produkt	64
6.2	Strategie 1: Auswahl eines Materials mit geringeren Umweltauswirkungen	65
6.3	Strategie 2: Reduzierung des Materialverbrauchs	67
6.4	Strategie 3: Optimierung der Produktionstechniken	68
6.5	Strategie 4: Optimierung des Vertriebssystems.....	69
6.6	Strategie 5: Verringerung der Umweltauswirkungen während der Nutzung	70
6.7	Strategie 6: Optimierung der Lebensdauer des Produkts	72
6.8	Strategie 7: Planung für das Ende der Lebensdauer eines Produkts.....	73
7	IDEEN ZUR PRODUKTVERBESSERUNG.....	75
7.1	Kreativitätstechniken	75
7.2	Schrittweise Kreativitätssitzung	76

7.2.1	Organisation der Kreativitätssitzung.....	76
7.2.2	Ernennung eines Moderators	77
7.2.3	Definition des Problems.....	77
7.2.4	So viele neue Ideen und Lösungen wie möglich entwickeln.....	78
7.2.5	Phase der Clusterbildung/Kategorisierung von Ideen	78
7.2.6	Bewertung der Ideen	78
7.3	Beispiele für Techniken zur Generierung kreativer Ideen	79
7.3.1	Brainstorming zum Rad der Nachhaltigkeitsplanungsstrategien.....	79
7.3.2	Brainwriting	80
7.3.3	Die 6-3-5-Methode	80
7.3.4	Gedankenmuster	81
7.3.5	Die Sechs-W-Technik	81
7.3.6	Die SCAMPER-Technik.....	81
7.3.7	Analogien	81
8	ENTWICKLUNG UND BEWERTUNG VON PRODUKTKONZEPTEN	83
8.1	Erstellung eines Spezifikationsentwurfs	83
8.2	Entwicklung von Konzepten für neue Produkte.....	84
8.3	Analyse und Bewertung von Produktkonzepten.....	85
9	DETAILLIERTE PRODUKTENTWICKLUNG, VORBEREITUNG DER PRODUKTION UND MARKTEINFÜHRUNG	86
9.1	Präzise Definition der Produktspezifikationen.....	86
9.1.1	Technische Aspekte	87
9.1.2	Qualitäts- und Sicherheitsaspekte	87
9.1.3	Umweltaspekte.....	87
9.1.4	Finanzielle Aspekte	88
9.1.5	Rechtliche und sonstige Anforderungen.....	89
9.2	Auswahl der Details des Produktkonzepts	89
9.3	Interne Förderung der Produktlebensdauer	89
9.4	Vorbereitung für die Produktion	89
9.5	Markteinführung.....	90
10	BEWERTUNG DES PRODUKTS UND DES DESIGNPROJEKTS IM HINBLICK AUF NACHHALTIGKEIT	91
10.1	Warum sollte ein Nachhaltigkeitsplanungsprojekt bewertet werden und zu welchem Zweck?	91
10.2	Bewertung eines Planungsprojekts für Nachhaltigkeit	91
10.3	Bewertung des endgültigen nachhaltigen Produkts.....	92
10.4	Praktische Anwendung der Bewertung des Planungsprojekts auf Nachhaltigkeit.....	92
10.4.1	Mitarbeiter motivieren	93
10.4.2	Grünes Marketing	93



11	AKTIONSPLAN FÜR DIE FOLGEPLANUNG ZUR NACHHALTIGKEIT	94
11.1	Mittel- und langfristiger Aktionsplan.....	94
11.2	Planung eines Aktionsplans für Nachhaltigkeit auf Unternehmensebene.....	95
11.2.1	Integration mit ISO 9001 (Qualitätsmanagement)	96
11.2.2	Integration mit ISO 14001 (Umweltmanagement)	96
11.2.3	Verbindung zu ISO 14006:2020 und POEMS.....	96
11.2.4	Anwendung der ISO 26000-Leitlinien für soziale Verantwortung	97
12	REFERENZEN.....	98
12.1	Glossar	100

Bildverzeichnis

Abbildung 0.1: Es wird empfohlen, die Planungsschritte für Nachhaltigkeit zu befolgen, indem die entsprechenden Kapitel und Arbeitsblätter angezeigt werden.	12
Abbildung 4.1: Öko-Indikator-Konzept (Goedkoop, 1995).....	40
Abbildung 4.2: Beispiel für einen Teil eines Prozessschemas (Crul & Diehl, 2009).	48
Abbildung 5.1: Drei Hauptformen der Lebenszykluskostenanalyse (UNEP, 2020)	58
Bild 5.2: Konzeptioneller Rahmen für die ökologische LCC (adaptiert aus Horizon Europe – (CircHive, 2023) (Rebitzer & Hunkeler, 2003).....	59
Abbildung 6.1 : Rad der Nachhaltigkeitsplanungsstrategien (Brezet, 1997).	62
Abbildung 6.2: Beispiel für die Auswahl von Strategien zur Nachhaltigkeitsplanung auf der Grundlage (1) der Prioritäten der Nachhaltigkeitsplanungs-Auswirkungsbewertung (oben) und (2) der Prioritäten auf der Grundlage der motivierenden Faktoren der Nachhaltigkeitsplanung (unten) (Crul & Diehl, 2009).	62
Abbildung 7.1: Phasen der Kreativitätssitzung (Crul & Diehl, 2009).....	76
Abbildung 7.2: Beispiel für eine Tabelle zum Notieren von Ideen.	80
Abbildung 8.1: Erstellung von Spezifikationen unter Berücksichtigung des Umweltschutzes zusätzlich zu anderen Anforderungen.....	83
Bild 8.2: Produktentwicklungsprozess (Crul & Diehl, 2009).	84
Abbildung 11.1: Rates Environmental Benefits and type necessary for this Innovation (Crul & Diehl, 2009).	95



Zusammenfassung

Das Handbuch bietet einen strukturierten und praxisorientierten Ansatz für die Gestaltung nachhaltiger Produkte und Prozesse. Es wurde im Rahmen des ECOThink-Projekts als Bildungs- und Lernressource für Schüler beruflicher Bildungseinrichtungen, junge Unternehmer und Fachleute im Bereich Nachhaltigkeit entwickelt.

Der Inhalt ist in elf Kapitel unterteilt, die den Leser systematisch durch den gesamten Prozess des nachhaltigen Designs führen – vom Verständnis der Grundlagen der nachhaltigen Entwicklung und des Lebenszyklusdenkens über die Bewertung der ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Auswirkungen bis hin zur Entwicklung und Umsetzung konkreter Öko-Innovationsstrategien. Das Handbuch enthält theoretische Erläuterungen und praktische Arbeitsblätter, die die Anwendung des Wissens in realen Designkontexten unterstützen.

Das Material fördert aktives Lernen und unterstützt die sektorübergreifende Zusammenarbeit und die Entwicklung von grünen Kompetenzen in den Bereichen Ökodesign, Lebenszyklusdenken und Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks. Durch die Kombination von Wissen und praktischer Anwendung ermöglicht das Handbuch den Nutzern, Lösungen zu entwerfen, die den Marktanforderungen und den SDGs entsprechen.

Die Veröffentlichung unterstützt direkt die Mission des ECOThink-Projekts: Stärkung grüner Kompetenzen, Erhöhung der Beschäftigungsfähigkeit und Beschleunigung des Übergangs zu einer nachhaltigen Wirtschaft durch hochwertige Bildung und Innovation.



Danksagung

Dieses Handbuch wurde im Rahmen des ECOThink-Projekts (KA210-VET-Bg34985F) entwickelt, das vom Erasmus+-Programm der Europäischen Union kofinanziert wurde. Wir bedanken uns herzlich für den Beitrag aller Partner, Ausbilder und Lernenden, die an den Projektaktivitäten beteiligt waren.

Autoren und Herausgeber

Damjan Krajnc (Hauptautor und Herausgeber, MIITR)

Mit Beiträgen von Partnern des ECOThink Erasmus+-Projekts:

ACEEU

(Deutschland)



LEVILO

(Österreich)



MIITR – Internationales Institut für
die Umsetzung nachhaltiger
Entwicklung

(Slowenien)



o Einführung

0.1 Zweck und Inhalt des Handbuchs

Das Handbuch zur Nachhaltigkeitsplanung ist als praktisches, benutzerfreundliches und systematisches Instrument für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sowie Berufsschulen und Bildungseinrichtungen (VET) konzipiert, die nachhaltigen Gestaltungsprinzipien in die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen einführen möchten.

Angesichts der zunehmenden ökologischen und sozialen Herausforderungen müssen Unternehmen und angehende Fachkräfte bereits in einer frühen Entwicklungsphase ganzheitlich denken und ökologische, soziale und wirtschaftliche Aspekte berücksichtigen. Integriertes Nachhaltigkeitsdenken ist auch ein zentraler Bestandteil der EU-Politik und globaler Forschungsrahmen (Bocken et al., 2014; ISO, 2020a; UNEP, 2020). Ein solcher Ansatz reduziert negative Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft und steigert die Innovationskraft, den Marktwert und die langfristige Widerstandsfähigkeit von Unternehmen. Das Handbuch soll die wichtigsten Schritte und Instrumente für die effektive Umsetzung nachhaltiger Designprinzipien auf verständliche und strukturierte Weise vorstellen. Es umfasst:

- moderne Methoden wie Nachhaltigkeitsplanung, Lebenszyklusanalyse (LCA) (ISO 14001:2015), Umweltkennzeichnung und ESG (Umwelt-, Sozial- und Governance-Faktoren);
- Ansätze der Kreislaufwirtschaft und nachhaltiger Innovation (Europäische Kommission, 2020),
- Praktische Arbeitsblätter, Empfehlungen und geeignete Tools sind über das Webportal des ECO-Think-Projekts zugänglich.

Das Handbuch ist in elf logisch aufeinander aufbauende Kapitel unterteilt, die den Leser durch den gesamten Prozess führen – von der Zusammenstellung eines Teams und der Analyse der bestehenden Situation bis hin zur Entwicklung neuer Lösungen und der Bewertung der Auswirkungen. Jedes Kapitel ist direkt mit den entsprechenden Arbeitsblättern verknüpft, sodass das erworbene Wissen sofort in der Praxis angewendet werden kann.

Die Methodik ist speziell auf KMU zugeschnitten und berücksichtigt deren Besonderheiten, begrenzte Ressourcen und den Bedarf an Flexibilität. Gleichzeitig ist sie auch als didaktisches Material für den Berufsbildungsbereich konzipiert, um Schüler, Studenten und junge Berufstätige zu befähigen, als Akteure des Wandels im Bereich der nachhaltigen Entwicklung zu agieren.

Der entscheidende Faktor für die erfolgreiche Umsetzung von nachhaltigem Design ist die intrinsische Motivation – in Unternehmen geht diese oft von der persönlichen Initiative einzelner Personen wie Ingenieuren, Designern, Führungskräften oder Umweltexperten aus. Im Bildungsbereich hingegen ist es entscheidend, kritisches Denken zu fördern und Wissen und Kreativität zu integrieren.

Dieser Leitfaden bietet einen klaren Ausgangspunkt und strukturierte Unterstützung, aber die wahre Kraft des Wandels kommt aus Engagement, Zusammenarbeit und Lernbereitschaft. Wir laden Sie ein, Ihren Ansatz an Ihre Umgebung anzupassen, interne Botschafter zu finden und mit der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen zu beginnen, die den zukünftigen Bedürfnissen entsprechen.



Abbildung 0.1: Es wird empfohlen, die Planungsschritte für Nachhaltigkeit zu befolgen, indem die entsprechenden Kapitel und Arbeitsblätter angezeigt werden.

0.2 Produkte und Nachhaltigkeit

Es wird immer deutlicher, dass die vorherrschenden Produktions- und Konsummuster nicht mehr nachhaltig sind. Umweltkrisen, sich verschärfende soziale Ungleichheiten und der zunehmende Druck auf begrenzte natürliche Ressourcen machen deutlich, dass ganzheitliche Veränderungen notwendig sind, auch in den Bereichen Produktdesign, Herstellung und Nutzung.

In einer Welt, die von Globalisierung und digitaler Vernetzung geprägt ist, bemühen sich Unternehmen jeder Größe – von Kleinst- und Kleinunternehmen bis hin zu multinationalen Konzernen – aktiv um eine nachhaltigere Geschäftstätigkeit. Lösungen, die auf den Prinzipien der nachhaltigen Entwicklung basieren, rücken in den Vordergrund (Ellen MacArthur Foundation, 2021; Europäische Kommission, 2020) : Integration nachhaltiger Praktiken in Lieferketten, Verbesserung der Ressourcen- und Energieeffizienz, Dekarbonisierung von Geschäftsprozessen, Nutzung erneuerbarer Ressourcen, Planung unter Berücksichtigung der Kreislaufwirtschaft und Berichterstattung über ökologische und soziale Auswirkungen gemäß den neuesten Rahmenwerken wie CSRD, GRI, ESG und ISO 14001.

Design für Nachhaltigkeit ist ein übergreifender Ansatz, der über die traditionellen Grenzen der Nachhaltigkeitsplanung hinausgeht. Er konzentriert sich auf das gesamte System von Produkten, Dienstleistungen und dem damit verbundenen Nutzerverhalten. Der Fokus liegt nicht mehr nur auf der Optimierung eines einzelnen Produkts, sondern auf der Suche nach den besten Lösungen, um die Bedürfnisse der Nutzer mit minimalen Umweltbelastungen, größerer sozialer Verantwortung und Marktleistung zu erfüllen.

Konzepte wie nachhaltige Planung, materialeffizientes Design, zirkuläres Design und Design für die Umwelt sind heute integraler Bestandteil des umfassenderen Konzepts des Designs für Nachhaltigkeit. Sie basieren auf Prinzipien, die gleichzeitig die Umweltleistung verbessern, sozialen Mehrwert schaffen und die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit steigern.

Design für Nachhaltigkeit ist nicht nur eine Reaktion auf regulatorischen Druck, sondern wird zu einer wichtigen strategischen Ausrichtung für moderne Unternehmen. Es ermöglicht ihnen, innovativere, verantwortungsbewusstere und widerstandsfähigere Geschäftsmodelle zu entwickeln. Es steht im Zusammenhang mit den Trends der Digitalisierung, der Entwicklung der Kreislaufwirtschaft, ESG-Richtlinien, nachhaltigen Märkten und den Erwartungen der Investoren (OECD, 2022).

Im Mittelpunkt des Designansatzes für Nachhaltigkeit stehen drei grundlegende Säulen der Nachhaltigkeit:

- Menschen,
- Planet (Planet),
- Gewinn (Profit).

Diese Elemente sind miteinander verflochten und bilden die Grundlage für eine Produktinnovation, die nur dann nachhaltig ist, wenn sie auch Folgendes berücksichtigt:

- die Tragfähigkeit der Ökosysteme;
- die faire Verteilung von Wert in Lieferketten;
- die vielfältigen Bedürfnisse der Interessengruppen (Kunden, Mitarbeiter, Gemeinden, Gesetzgeber und Investoren).

Die Gestaltung nachhaltig orientierter Produkte und Dienstleistungen erfordert von Unternehmen ein abgestimmtes Vorgehen in den Bereichen Umwelt, Soziales und Wirtschaft. Dieser umfassende Ansatz ist der Schlüssel für den Übergang zu einer nachhaltigeren, gerechteren und kohlenstoffärmeren Zukunft.

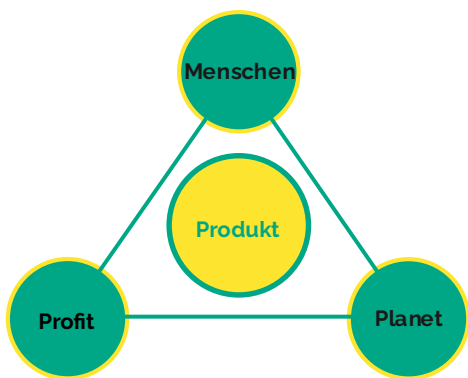


Abbildung 0.2: Korrelation von Produkten mit drei Schlüsselaspekten der Nachhaltigkeit (Goedkoop, 1995).

0.3 Beispiele für Nachhaltigkeitsherausforderungen in drei Dimensionen

0.3.1 Menschen – soziale Aspekte

- Verbesserung der Arbeitsbedingungen, der Sicherheit und der Lebensqualität der Beschäftigten;
- Verringerung der Arbeitslosigkeit und breiterer Zugang zu Bildung und Berufsausbildung;
- Förderung der Gleichstellung der Geschlechter und der Inklusion benachteiligter sozialer Gruppen;
- Beseitigung von Kinder- und Zwangsarbeit in Lieferketten;
- Bereitstellung grundlegender Dienstleistungen: Gesundheitsversorgung, sauberes Trinkwasser und Grundbildung;
- Durchsetzung internationaler Arbeitsrechtsstandards (z. B. Übereinkommen der Internationalen Arbeitsorganisation – ILO);
- Stärkung des sozialen Zusammenhalts und der partnerschaftlichen Zusammenarbeit mit lokalen Gemeinschaften.

Planet – Umweltaspekte

- Reduzierung des Verbrauchs fossiler Brennstoffe und Umstellung auf erneuerbare Energiequellen;
- Steigerung der Energie- und Materialeffizienz entlang der gesamten Wertschöpfungskette;
- Reduzierung des Einsatzes gefährlicher Stoffe und der Treibhausgasemissionen;
- Förderung von zirkulärem Design: Design für Demontage, Wiederverwendung und Recycling;
- Erhaltung der biologischen Vielfalt, natürlicher Lebensräume und Schutzgebiete;
- Reduzierung von Industrieemissionen und Abfällen sowie Sanierung verschmutzter Umweltbereiche;
- Schutz der Wasserressourcen und Verringerung der Landnutzung und -degradation.

Gewinn – wirtschaftliche Aspekte

- Sicherstellung einer fairen Verteilung der Vorteile zwischen Unternehmen, Kunden und Interessengruppen;
- Entwicklung nachhaltig orientierter Marktnischen und Stärkung des Wettbewerbsvorteils;
- Anbindung kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) an globale nachhaltige Wertschöpfungsketten;
- Einführung fairer Preismodelle und langfristiger strategischer Partnerschaften;
- Kostenreduzierung durch effizienteres Ressourcenmanagement und Optimierung der Logistik;
- Stärkung der Reputation des Unternehmens und der Marke sowie besserer Zugang zu ESG-Finanzierungen;
- Nutzung von Innovationen zur Entwicklung neuer nachhaltiger Geschäftsmodelle und Produkte.

0.3.2 Produkte und Umweltaspekte – Planetarische Inklusion

In den frühen Phasen der Umweltpolitikentwicklung, insbesondere in den späten 1980er und frühen 1990er Jahren, lag der Schwerpunkt vor allem auf der Steuerung von Emissionen und endgültigen Schadstoffströmen. Der Schwerpunkt lag auf sogenannten reaktiven Technologien – Abwasserbehandlung, Emissionsabscheidung und Abfallwirtschaft. Mitte der 1990er Jahre verlagerte sich der Ansatz jedoch allmählich hin zur Vermeidung von Umweltbelastungen an der Quelle – durch die Einführung sauberer Technologien, eine effizientere Nutzung von Ressourcen und Konzepte wie *Ökoeffizienz* und *sauberere Produktion*.

Die Weiterentwicklung hat zu einer umfassenderen systemischen Sichtweise geführt, die den gesamten Produktlebenszyklus einbezieht – von der Rohstoffgewinnung über die Produktion und den Vertrieb bis hin zur Nutzung und endgültigen Behandlung nach Gebrauch. Dieses Verständnis hat zur Entwicklung von Methoden wie der *Ökobilanz (LCA)* und zur Integration von Umweltaspekten in die Produkt- und Designphasen geführt.

Modernes Design für Nachhaltigkeit baut auf diesem Ansatz auf und bezieht soziale und wirtschaftliche Auswirkungen mit ein, wodurch die integrierte Umsetzung der Ziele für nachhaltige Entwicklung (Agenda 2030) unterstützt wird. Auf diese Weise wird der Umweltaspekt Teil eines umfassenderen Entscheidungsrahmens, der das Produkt als Teil eines komplexen Systems von Wechselwirkungen mit Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft betrachtet.

Die mit einem Produkt verbundenen Umweltauswirkungen lassen sich in drei Hauptkategorien einteilen:

- Ökologische Schäden,
- Schäden für die menschliche Gesundheit,
- Erschöpfung der natürlichen Ressourcen.

Diese Kategorien decken die Bandbreite der Umweltbelastungen ab, die während des Lebenszyklus eines Produkts entstehen. Das Verständnis dieser Auswirkungen ist entscheidend für die Verbesserung der Umweltleistung von Produkten und Prozessen in großen, kleinen und mittleren Unternehmen (KMU).

Tabelle 0.1: Arten von Umweltauswirkungen.

Art der Auswirkung	Beschreibung
Ökologische Schäden	
Globale Erwärmung/Klimawandel	Die Folge von Treibhausgasemissionen aus fossilen Brennstoffen, Industrie und Landwirtschaft. Sie verursachen extreme Wetterereignisse, steigende Meeresspiegel, Veränderungen im Ökosystem und Auswirkungen auf die Gesundheit.
Zerstörung der Ozonschicht	Verursacht durch Emissionen von FCKW und ähnlichen Verbindungen. Zu den Folgen zählen erhöhte UV-Strahlung und schädliche Auswirkungen auf Menschen, Tiere und Pflanzen.
Versauerung (Acidification)	Das Ergebnis von Emissionen von SO ₂ , NO _x und anderen Gasen, die zu saurem Regen führen und Boden, Wasser, Organismen und Infrastruktur beeinträchtigen.
Eutrophierung	Eine übermäßige Nährstoffaufnahme (z. B. Nitrate, Phosphate) in aquatische und terrestrische Ökosysteme führt zu einer Verschlechterung der Wasserqualität, Algenblüten und einer Degradation des Ökosystems.
Landnutzung und Lebensraumzerstörung	Veränderungen der natürlichen Umwelt durch Urbanisierung, Landwirtschaft und Infrastruktur, die zu einem Verlust der biologischen Vielfalt führen.
Ökotoxizität	Schädliche Auswirkungen toxischer Substanzen auf Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen in Boden, Wasser oder Luft.
Schäden für die menschliche Gesundheit	
Smog und Luftverschmutzung	Emissionen von NO _x , Feinstaub (PM), SO ₂ und anderen Schadstoffen verursachen Atemwegsprobleme, Asthma, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und vorzeitige Sterblichkeit.
Gesundheitsschädliche Stoffe	Nicht krebserregende Substanzen mit reizender oder hormoneller Wirkung (z. B. endokrine Disruptoren, Allergene, Wachstumshemmer).
Karzinogene	Stoffe, die nachweislich bei Menschen oder Tieren Krebs verursachen (z. B. Benzol, Formaldehyd, bestimmte Metalle).
Erschöpfung natürlicher Ressourcen	
Fossile Brennstoffe	Öl, Erdgas und Kohle werden viel schneller verbraucht, als sie auf natürliche Weise wieder aufgefüllt werden können.
Süßwasser	Die übermäßige Nutzung von Oberflächen- und Grundwasserressourcen führt zu deren Erschöpfung und Verknappung.
Mineralien	Der Abbau von Metallerzen führt zu einer Verschlechterung der Ressourcenqualität und einem wachsenden Bedarf an Recycling.
Oberste Bodenschicht	Intensive Land- und Forstwirtschaft verursachen Erosion, die die natürliche Regenerationsrate des Bodens übersteigt.

0.3.3 Produkte und soziale Aspekte – Einbeziehung der Menschen

In den letzten zehn Jahren haben die gesellschaftlichen Aspekte der Nachhaltigkeit viel Aufmerksamkeit erhalten, und Forschungsergebnisse zeigen, dass Instrumente wie S-LCA erheblich zu faireren Lieferketten beitragen können (ISO, 2020b; Pollok et al., 2021). Das Fehlen fairer Arbeitsbedingungen, die Ausbeutung von Arbeitskräften, Menschenrechtsverletzungen und unethische Praktiken in Lieferketten – wie Kinderarbeit, Zwangsarbeit oder unsichere Arbeitsbedingungen – sind zunehmend Gegenstand von Forschung, Kampagnen und öffentlichem Druck.

Viele Unternehmen haben begonnen, soziale Verantwortung als integralen Bestandteil ihrer Geschäftsstrategien zu integrieren. So verfolgen sie neben wirtschaftlichen und ökologischen Zielen zunehmend auch Ziele zur Verbesserung der sozialen Auswirkungen. Dies gilt sowohl für große Unternehmen als auch für KMU, da die Erwartungen der Interessengruppen – Investoren, Kunden, Mitarbeiter, Lieferanten, NGOs und lokale Gemeinschaften – zunehmend auf nachhaltiges und verantwortungsbewusstes Handeln ausgerichtet sind.

Produkte und Produktionsprozesse wirken sich auf Menschen in allen Phasen ihres Lebenszyklus aus. Gesellschaftliche Auswirkungen können bei der Gewinnung von Rohstoffen, bei der Produktion, beim Vertrieb, bei der Nutzung und sogar nach dem Ende der Nutzung des Produkts auftreten. Für ein Unternehmen ist es unerlässlich, das breitere Spektrum möglicher gesellschaftlicher Auswirkungen zu verstehen und Risiken und Chancen in diesem Bereich aktiv zu managen.

Zu den wichtigsten gesellschaftlichen Auswirkungen gehören:

- die Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer am Arbeitsplatz;
- die Exposition gegenüber gefährlichen Chemikalien;
- Chancen auf menschenwürdige Arbeit und faire Löhne;
- Schutz der Menschenrechte in Lieferketten;
- die soziale Inklusion benachteiligter Gruppen;
- Zugänglichkeit und Sicherheit von Produkten für die Nutzer;
- Konflikte um natürliche Ressourcen (z. B. Trinkwasser, Nahrungsmittel, Land);
- Auswirkungen auf lokale Gemeinschaften und das kulturelle Erbe.

Unternehmen, die sich der Bedeutung dieser Themen bewusst sind, sind besser darauf vorbereitet, Risiken zu erkennen, ihre Praktiken zu verbessern und Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln, die den gesellschaftlichen Nutzen steigern. Die Einbeziehung sozialer Aspekte in Nachhaltigkeitsdesignprozesse ermöglicht die Entwicklung von Lösungen, die zu faireren und integrativeren Wirtschaftsmodellen beitragen.

Werkzeuge wie:

Die soziale Lebenszyklusanalyse (S-LCA) ist ebenfalls von wesentlicher Bedeutung und wird durch moderne Ansätze zur Bewertung der Auswirkungen auf Menschenrechte, Arbeitsbedingungen und die Gleichstellung der Geschlechter ergänzt (ISO, 2020b; Neugebauer et al., 2016).

- Soziale Lebenszyklusanalyse (S-LCA),
- OECD-Leitsätze für verantwortungsvolles unternehmerisches Handeln;
- Standards wie ISO 26000 (soziale Verantwortung)
- und Indikatoren innerhalb der ESG-Berichterstattung.
- Mit einem ganzheitlichen Ansatz können Unternehmen mehr als nur die Einhaltung von Gesetzen erreichen – sie können zu aktiven Akteuren eines positiven sozialen Wandels werden.

0.3.4 Produkte und finanzielle Aspekte – Einbeziehung von Gewinnen

Neben den ökologischen und sozialen Vorteilen kann nachhaltiges Design auch erhebliche positive finanzielle Auswirkungen haben. Die Einbeziehung von Nachhaltigkeitsaspekten in die Produkt- und Prozessentwicklung kann erheblich zur Geschäftsleistung eines Unternehmens beitragen. Ein solcher Ansatz führt nicht nur zur Einhaltung von Rechtsvorschriften, sondern eröffnet auch viele strategische Möglichkeiten für Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit.

Nachhaltige Verbesserungen beinhalten oft die Optimierung des Einsatzes von Rohstoffen und Energie, was durch vergleichende Analysen nachhaltiger Geschäftsmodelle in KMU bestätigt wird (De Padua Pieroni et al., 2019; OECD, 2022). Sowohl material- als auch energieeffiziente Produktion führen zu direkten finanziellen Einsparungen, insbesondere in KMU, wo jeder Effizienzprozentsatz einen erheblichen Einfluss auf die Kostenstruktur hat.

Umweltfreundlichere und sozial verantwortliche Produkte ermöglichen es Unternehmen, neue Märkte zu erschließen, insbesondere dort, wo die Gesetzgebung oder die Präferenzen der Verbraucher nachhaltige Entscheidungen fördern. Solche Produkte tragen oft Zertifikate oder Labels (z. B. das EU-Umweltzeichen), die die Sichtbarkeit, das Vertrauen und den wahrgenommenen Wert für die Kunden erhöhen.



Darüber hinaus können Unternehmen mit einer klaren Nachhaltigkeitsausrichtung eine größere Loyalität bestehender Kunden gewinnen, ihre Marke verbessern und sich einen Wettbewerbsvorteil gegenüber Anbietern sichern, die Nachhaltigkeitsaspekte nicht systematisch berücksichtigen. Käufer, insbesondere die jüngere Generation, bewerten Produkte zunehmend nach sozialen und ökologischen Kriterien.

Die Einbindung von KMU in globale nachhaltige Wertschöpfungsketten ist ebenfalls von entscheidender Bedeutung für nachhaltiges Design. Eine solche Einbindung eröffnet die Möglichkeit langfristiger Partnerschaften mit internationalen Unternehmen, erhöht die Widerstandsfähigkeit des Unternehmens und stärkt seine Position auf dem globalen Markt. Gleichzeitig führt die Erfüllung von ESG-Kriterien und -Offenlegungspflichten oft zu Zugang zu günstigeren Finanzierungs- oder Förderprogrammen.

Integriertes Design für Nachhaltigkeit ist nicht mehr nur eine ökologische oder ethische Entscheidung, sondern wird zu einem wichtigen Hebel für den langfristigen Erfolg von Unternehmen, auch in wirtschaftlicher Hinsicht.

0.4 Was ist Design für Nachhaltigkeit?

Design für Nachhaltigkeit ist ein ganzheitlicher Ansatz zur Entwicklung von Produkten, Dienstleistungen und Systemen, der neben klassischen Kriterien wie Funktionalität, Kosten, Qualität und Ästhetik auch ökologische und soziale Auswirkungen berücksichtigt. Ziel ist es, gesetzliche Anforderungen zu erfüllen und aktiv zur Verringerung der Umweltbelastung, zur Verbesserung der sozialen Gerechtigkeit und zur Steigerung der langfristigen Unternehmensleistung beizutragen.

Design für Nachhaltigkeit geht über die reine technische Optimierung hinaus (UNEP, 2020). Es integriert interdisziplinäres Wissen und konzentriert sich zunehmend auf Systemtransformationen, einschließlich Nutzerverhalten und Geschäftsmodelle (UNEP, 2020; Geissdoerfer et al., 2022). Es berücksichtigt den gesamten Produktlebenszyklus und ermöglicht so eine bessere Entscheidungsfindung in den frühen Entwicklungsphasen, in denen die wesentlichen Eigenschaften des Produkts und sein Umweltprofil festgelegt werden.

0.4.1 Definition von Design für Nachhaltigkeit

Design für Nachhaltigkeit (manchmal auch als Ökodesign bezeichnet) ist ein systematischer Prozess der Produktentwicklung, der neben traditionellen Faktoren wie Kosten, technischer Leistung und Benutzerfreundlichkeit auch die ökologischen und sozialen Auswirkungen während des gesamten Produktlebenszyklus berücksichtigt (Goedkoop, 1995).

Abbildung 0.3 zeigt, wie die klassischen Produktentwicklungskriterien durch die Einbeziehung von Umweltkriterien verbessert werden, ohne die Grundstruktur der Entwicklung wesentlich zu verändern. Es handelt sich um eine Erweiterung eines Ansatzes, der die Reflexion über Nachhaltigkeit als integralen Bestandteil von Qualitätsdesign beinhaltet.

Design for Sustainability zielt darauf ab, neue Produkte zu entwickeln oder bestehende zu verbessern, um bessere Nachhaltigkeitsanforderungen zu erfüllen – nicht nur in Bezug auf die Funktionalität, sondern auch in Bezug auf ihre Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Effizient ist der Ansatz des Redesigns, bei dem ein bestehendes Produkt unter Berücksichtigung von Umweltkriterien angepasst oder optimiert wird. Es handelt sich um eine evolutionäre Form der Innovation, die für viele Unternehmen finanziell und technisch realisierbar und weniger riskant ist als radikale Innovationen.

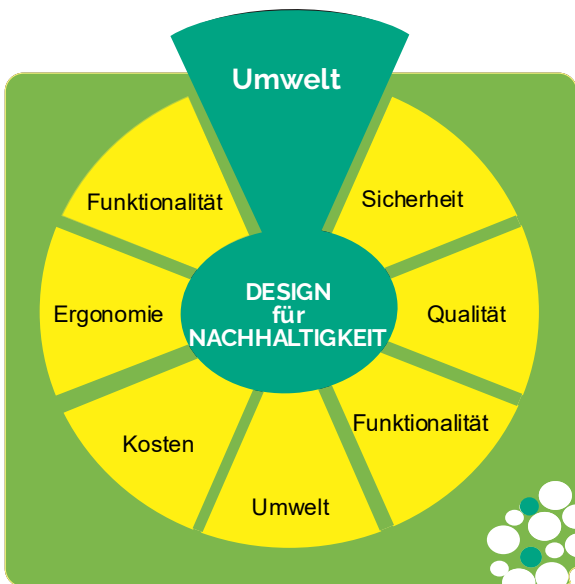


Abbildung 0.3: Produktentwicklungskriterien unter Berücksichtigung von Umweltkriterien.

Die Neuplanung eignet sich besonders gut als erster Schritt zur Umsetzung von Nachhaltigkeitsprinzipien in einem Unternehmen. Die Markt- und Produktionsbedingungen des bestehenden Produkts sind bereits bekannt, und praktische Daten – wie Nutzererfahrungen, Beschwerden und Testergebnisse – ermöglichen eine schnelle Identifizierung potenzieller Verbesserungen. Oft sind die vorhandenen Produktionskapazitäten bereits für Veränderungen geeignet, sodass das Investitionsrisiko gering bleibt.

Da bis zu 80 % der Umweltauswirkungen bereits in der Entwurfsphase des Produkts festgelegt werden (UNEP, 2021) (Crul & Diehl, 2009), spielt der Entwickler eine Schlüsselrolle bei der Gestaltung seines Nachhaltigkeitsprofils. In dieser Phase werden Entscheidungen über die verwendeten Materialien, die Konstruktion, die Funktionalität und die Lebensdauer des Produkts getroffen. Daher müssen Umweltaspekte systematisch in die frühen Phasen des Planungsprozesses einbezogen werden.

Abbildung 0.4 veranschaulicht, wie frühe Designentscheidungen viele ökologische Auswirkungen in späteren Phasen des Produktlebenszyklus bestimmen.

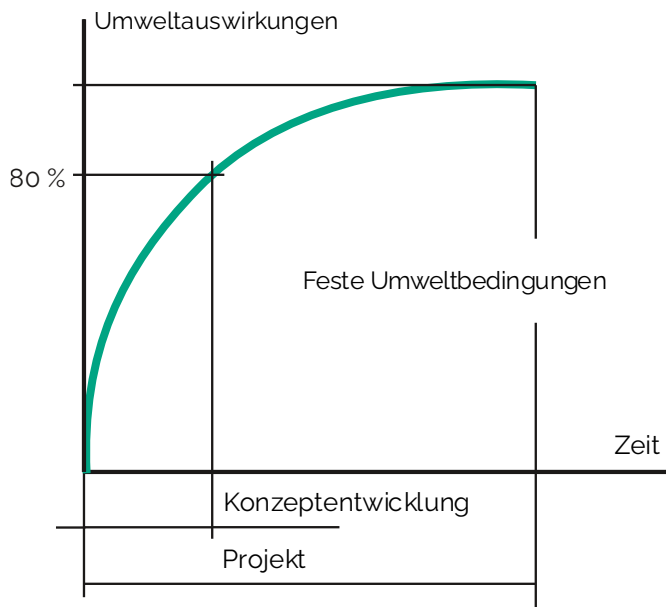


Abbildung 0.4: Rund 80 % des Umweltprofils eines Produkts werden in der Konzeptentwicklungsphase festgelegt (McAloone & Bey, 2009).

0.4.2 Produktlebenszyklus

Design für Nachhaltigkeit zielt darauf ab, die ökologischen und sozialen Auswirkungen eines Produkts während seines gesamten Lebenszyklus zu reduzieren. Dies wird durch Fortschritte bei den LCA-Methoden unterstützt, die auch soziale und wirtschaftliche Komponenten umfassen (Klöpffer & Grahl, 2014). Der Lebenszyklus umfasst mehrere aufeinanderfolgende Phasen des Produktsystems (Abbildung 0.5). Der Prozess beginnt mit der Gewinnung, Rückgewinnung und Bereitstellung von Rohstoffen und Energie. Dann folgt die Produktion, der Vertrieb, die Nutzung (einschließlich Wartung und Wiederverwendung) und die endgültige Behandlung am Ende der Lebensdauer durch Rückgewinnung, Recycling oder Entsorgung.

Jede Phase trägt zu spezifischen ökologischen und sozialen Auswirkungen bei, die ganzheitlich betrachtet werden müssen. Zu den ökologischen Aspekten gehören der Verbrauch natürlicher Ressourcen (Wasser, Energie, Materialien), die Abfallerzeugung, die Emissionen von Treibhausgasen, Schadstoffe, Lärm, Vibrationen und Strahlung. Zu den gesellschaftlichen Aspekten gehören die Arbeitsbedingungen, die Exposition gegenüber gefährlichen Stoffen, Fairness in den Lieferketten, die Achtung der Menschenrechte, die Auswirkungen auf lokale Gemeinschaften und die Sicherheit der Endverbraucher.

Obwohl die Gewinnungs- und Produktionsphasen oft besonders kritisch unter die Lupe genommen werden, zeigen zahlreiche Studien, dass die Phasen der Verteilung, Nutzung und endgültigen Entsorgung oft einen größeren ökologischen Fußabdruck haben. Daher erfordert ein Designansatz für Nachhaltigkeit, dass alle Auswirkungen während des gesamten Lebenszyklus eines Produkts berücksichtigt werden – und nicht nur in der Produktion.

Folgenabschätzung mit der LCA-Methode

Das grundlegende Instrument für eine umfassende Bewertung der Umweltauswirkungen eines Produkts ist die Methode der Lebenszyklusanalyse (LCA). Es handelt sich um eine standardisierte Methodik, die durch die internationalen Normen ISO 14040 und ISO 14044 definiert ist (ISO, 2020a).

Die Ökobilanz umfasst:

- Erfassung von Daten zu Inputs (z. B. Energie, Rohstoffe) und Outputs (Emissionen, Abfälle);
- Bewertung der Umweltauswirkungen (z. B. globale Erwärmung, Eutrophierung, Versauerung der Umwelt);
- sowie die Analyse von Umweltmaßnahmen in allen Phasen des Lebenszyklus.

Die Ökobilanz eignet sich für:

- die Ermittlung von Verbesserungsmöglichkeiten in Produktion und Design,
- die Ermittlung der „kritischen Punkte“ mit den größten Auswirkungen in der Wertschöpfungskette;
- Unterstützung der Entscheidungsfindung in Unternehmen und Institutionen (z. B. strategische Planung, nachhaltige Beschaffungsrichtlinien);
- die Entwicklung von Umweltindikatoren, einschließlich Instrumenten für die Umweltberichterstattung und ESG-Offenlegungen;
- Marketing, z. B. Entwicklung von Produkten mit Umweltdeklaration (EPDs), Umweltzeichen oder Kommunikation mit Investoren.

Verbindung zu sozialen und wirtschaftlichen Aspekten

Obwohl sich die Ökobilanz in erster Linie auf Umweltauswirkungen konzentriert, wird sie in der modernen Praxis ergänzt durch:

- Soziale Lebenszyklusanalyse (S-LCA), die die Auswirkungen auf Arbeitnehmer, Gemeinden und Endverbraucher bewertet (Crul & Diehl, 2009);
- Lebenszykluskostenanalyse (LCC), die die wirtschaftlichen Auswirkungen während des gesamten Lebenszyklus eines Produkts überwacht.

Soziale Einflüsse treten bereits in einer frühen Phase des Lebenszyklus auf, beispielsweise in Form von Kinderarbeit, unfairen Löhnen oder mangelnder Chancengleichheit. In der Anwendungsphase hingegen

stehen Sicherheit, Gesundheit und Zugänglichkeit für die Nutzer im Vordergrund. Solche Themen gewinnen im Zusammenhang mit den durch moderne Gesetzgebung (z. B. CSRD) vorgeschriebenen ESG-Angaben (Environmental – Social – Governance) zunehmend an Bedeutung.

Der Mehrwert eines Produkts kann in den einzelnen Phasen erheblich variieren – er ist oft in der Rohstoffgewinnungsphase gering und in den Servicephasen oder Phasen mit einem höheren Grad an Anpassung an die Nutzer höher. Dieser Unterschied eröffnet neue Möglichkeiten für zirkuläre Geschäftsmodelle, bei denen der Schwerpunkt auf Wiederverwendung, Servitization und Optimierung von Ressourcen liegt.

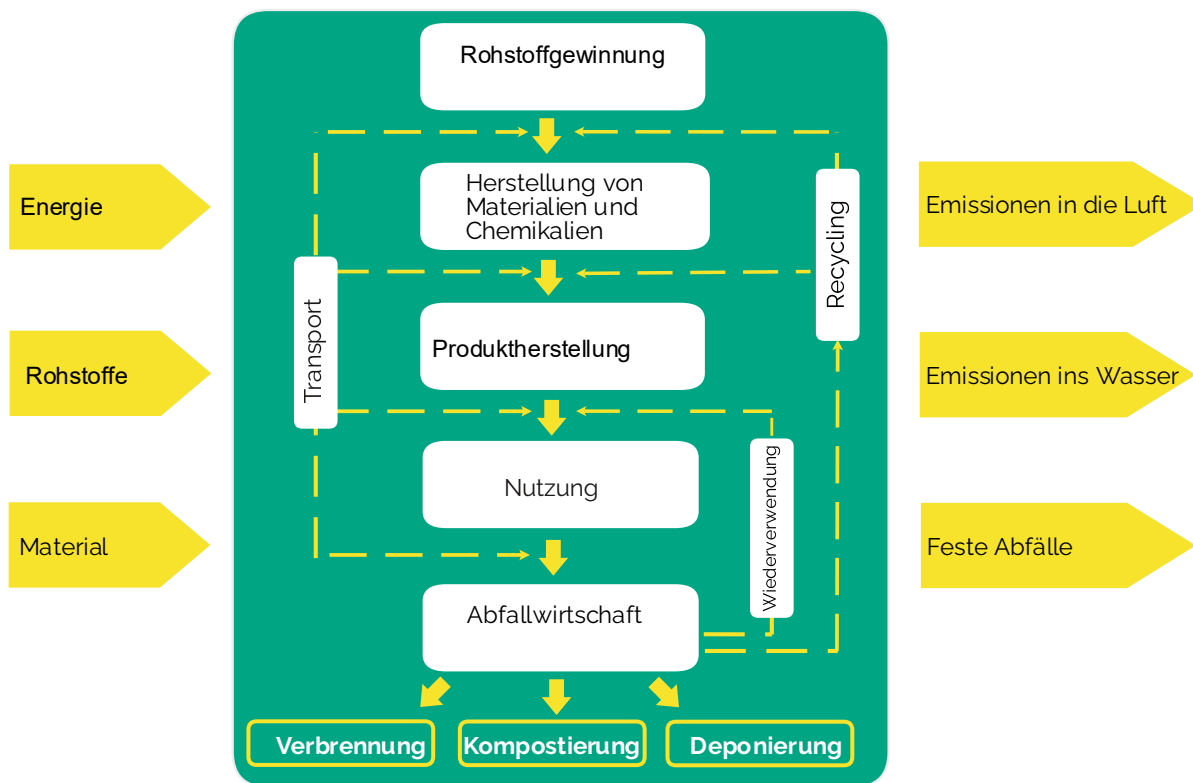


Abbildung 0.5: Produktlebenszyklus – wichtige Phasen und damit verbundene Auswirkungen (IHOBE, 2001).

Beispiel: Der Lebenszyklus eines Hemdes

Um den Lebenszyklusansatz besser zu verstehen, betrachten wir ein Beispiel für ein alltägliches Standardprodukt – ein Hemd. Das Produkt hat verschiedene ökologische und soziale Auswirkungen entlang globaler Lieferketten.

Hemden werden in der Regel aus einer Mischung aus natürlichen und synthetischen Fasern hergestellt. Die Produktion von Naturfasern wie Baumwolle erfordert einen intensiven Einsatz von Wasser, Düngemitteln, Pestiziden und Energie und findet oft in Regionen statt, in denen Wasser bereits eine endliche Ressource ist. Die Herstellung synthetischer Fasern hingegen erfordert den

Einsatz fossiler Rohstoffe, Chemikalien und hoher Energiezufuhr. Diese Fasern werden dann zu Stoff verarbeitet, was Web-, Bleich-, Färb- und Veredelungsprozesse umfasst – allesamt Vorgänge, die Wasser, Energie und chemische Zusatzstoffe erfordern und oft mit hohen Umweltauswirkungen verbunden sind.

Nach der Herstellung des Stoffes folgen die Schritte Schneiden, Nähen, Bügeln und Verpacken, in der Regel in Fabriken, in denen die Arbeitskräfte oft nicht ausreichend geschützt sind. Anschließend werden die Hemden weltweit vertrieben – oft legen sie Tausende von Kilometern zurück, von der Textilproduktion (z. B. in Asien) über die Konfektion (z. B. in Nordafrika)

bis hin zu den Geschäften in Europa. Jede dieser Phasen trägt zu Treibhausgasemissionen, Kraftstoffverbrauch und sozialen Risiken wie langen Arbeitszeiten, niedrigen Löhnen oder Menschenrechtsverletzungen bei.

In der Nutzungsphase wird ein durchschnittliches Hemd etwa 100 Mal getragen und gewaschen. Bei jedem Waschgang werden Wasser, Waschmittel und Strom verbraucht, wodurch Mikrofasern freigesetzt werden, die oft in aquatische Ökosysteme gelangen. Wird das Hemd zusätzlich im Trockner getrocknet oder gebügelt, steigt der Energieverbrauch noch weiter an. Untersuchungen zeigen, dass die Nutzung oft den größten Anteil an den Umweltauswirkungen von Textilien hat (Roos et al., 2015).

Wenn ein Hemd aufgrund von Abnutzung, Beschädigung oder Modetrends nicht mehr verwendbar ist, werfen die meisten Verbraucher es weg. Aufgrund der gemischten Materialien (z. B. Baumwolle + Polyester) ist das Hemd schwer zu recyceln, für die Kompostierung ungeeignet und landet oft auf einer Deponie oder in der Verbrennungsanlage. In den Anfangsphasen wurde das zirkuläre Design nicht berücksichtigt,

sodass auch die Herausforderungen der Abfallwirtschaft vorbestimmt waren.

Es ist auch notwendig, die sozialen Auswirkungen der gesamten Lieferkette zu berücksichtigen: die Arbeitsbedingungen auf Baumwollplantagen, die Sicherheit in Färbereien und Nähfabriken sowie die politische und wirtschaftliche Lage in den Produktionsländern. Ein solches Beispiel kann eine Fabrik sein, die Kinder oder Arbeiter ohne angemessenen Schutz beschäftigt, was offensichtliche Abweichungen von den Grundsätzen der sozialen Verantwortung und den ESG-Kriterien bedeutet.

Dieses Beispiel verdeutlicht, wie wichtig es ist, den gesamten Lebenszyklus zu berücksichtigen – nicht nur Kosten und Qualität, sondern auch den ökologischen Fußabdruck, die Auswirkungen auf die Gesundheit, die Kreislaufwirtschaft von Materialien und die sozialen Bedingungen in allen Phasen der Wertschöpfungskette. Dies bestätigt das Grundprinzip des Designs für Nachhaltigkeit: Verantwortung liegt nicht nur in dem, was wir herstellen, sondern auch darin, wie, mit wem und mit welchen Folgen für die Menschen und den Planeten.

0.5 Vorteile der Nachhaltigkeitsplanung für Unternehmen

Neben den Vorteilen für die Umwelt bringt die Planung für Nachhaltigkeit mehrere weitere Vorteile mit sich, die für Unternehmen sehr attraktiv sein können.

Studien zeigen, dass ein integrierter Nachhaltigkeitsansatz erheblich zur Widerstandsfähigkeit von Unternehmen, zur Innovation und zum langfristigen Wert für die Stakeholder beiträgt (Taghizadeh et al., 2024).

Im Folgenden stellen wir die wichtigsten Vorteile vor, die ein Unternehmen durch die Einbeziehung von Nachhaltigkeitsprinzipien in die Entwicklung seiner Produkte und Dienstleistungen erzielen kann. Diese Vorteile fallen oft mit motivierenden Faktoren zusammen, die Unternehmen dazu bewegen, ganzheitliche Qualität und Verantwortung in ihr Geschäft zu integrieren.

0.5.1 Verringerung der Umweltauswirkungen

Der unmittelbarste und offensichtlichste Vorteil von nachhaltigem Design ist die Verringerung der negativen Umweltauswirkungen von Produkten. Dabei ist es sinnvoll, sowohl wichtige Umweltaspekte auf lokaler Ebene als auch Auswirkungen auf europäischer und globaler Ebene zu analysieren. Neben Treibhausgasen, Emissionen und Abfällen müssen auch andere Auswirkungen berücksichtigt werden, wie z. B. der Verlust der biologischen Vielfalt, Erosion, Risiken für die menschliche Gesundheit,

Auswirkungen auf ländliche und städtische Gebiete sowie Auswirkungen genetisch veränderter Organismen.

0.5.2 Kostenreduzierung

Eine nachhaltige Planung kann dazu beitragen, die Kosten sowohl für Hersteller als auch für Nutzer zu senken. Der Ressourcenverbrauch wird durch die Reduzierung des Rohstoff- und Energieeinsatzes optimiert, was zu einer Senkung der Produktionskosten führt. Durch die Verbesserung der Energieeffizienz in der Produktnutzungsphase kann das Unternehmen

seinen Kunden außerdem langfristige Einsparungen bieten und so seine Wettbewerbsfähigkeit und Kundenzufriedenheit stärken.

0.5.3 Förderung von Innovation

Da Nachhaltigkeitsplanung in vielen Branchen noch ein relativ neuer Ansatz ist, ist sie ein hervorragender Ausgangspunkt für Innovationen. Die Einbeziehung von Nachhaltigkeitskriterien in die Entwicklung kann neue Design- und Funktionsideen hervorbringen, die in traditionellen Prozessen sonst nicht entstehen würden. Ein Beispiel für einen solchen Erfolg ist das von Swatch und Mercedes entwickelte Smart-Auto. Dank seines innovativen Designs, das Nachhaltigkeitsprinzipien berücksichtigt, wurde es als wegweisendes und energieeffizientes Stadtauto bekannt.

0.5.4 Einhaltung der Umweltgesetzgebung

Durch die Integration von Nachhaltigkeitskriterien stellt das Unternehmen die Einhaltung bestehender Gesetze sicher und bereitet sich auf zukünftige Vorschriften vor. Ein Beispiel für bewährte Verfahren ist der Ersatz gefährlicher Öle in Haushaltsgeräten durch biologisch abbaubare Öle, wodurch Umweltrisiken reduziert und die Anforderungen von Gesetzen wie dem Wassergesetz erfüllt werden.

0.5.5 Erfüllung von Kundenanforderungen

Die Planung im Hinblick auf Nachhaltigkeit hilft Unternehmen auch dabei, die immer anspruchsvolleren Erwartungen von Kunden und Geschäftspartnern zu erfüllen. So erfüllt beispielsweise ein kraftstoffsparendes Auto nicht nur Umweltkriterien, sondern auch eine der wichtigsten Anforderungen der Verbraucher – die Wirtschaftlichkeit.

0.5.6 Verbesserung der Produktqualität

Die Einbeziehung von Nachhaltigkeitskriterien in Entwicklungsprozesse kann zu Verbesserungen in Design und Funktionalität führen. So wurden bei der Konstruktion des Möbelements die Befestigungsmethoden verbessert, was zu einer höheren Festigkeit, Sicherheit und damit zur Qualität des Produkts geführt hat.

0.5.7 Stärkung des Rufs des Unternehmens und seiner Produkte

Durch die Planung von Nachhaltigkeit können Unternehmen ihr Image in der Öffentlichkeit verbessern und Vertrauen auf dem Markt aufbauen. Ein gutes Beispiel ist ein Hersteller von Obstschalen, der Probleme mit der Zerbrechlichkeit gelöst hat, indem er auf haltbarere und umweltfreundlichere Materialien umgestiegen ist und gleichzeitig das Nachhaltigkeitsprofil seiner Produkte verbessert hat. Auf diese Weise hat er die Funktionalität und seinen Ruf als umweltbewusstes Unternehmen verbessert.

1 Einrichtung eines Projektteams und Planung eines Nachhaltigkeitsprojekts

Ziele des Kapitels:

- Start eines Nachhaltigkeitsplanungsprojekts im Unternehmen,
- Bildung eines interdisziplinären Projektteams,
- Effektive Planung der Projektaktivitäten.

Arbeitsblatt 1: Aufbau eines Projektteams und Planung eines Nachhaltigkeitsprojekts

1.1 Bildung des Projektteams

Für einen erfolgreichen Start eines Nachhaltigkeitsplanungsprojekts ist es entscheidend, ein Projektteam zu bilden, das für die Umsetzung sowohl auf organisatorischer als auch auf technischer Ebene verantwortlich ist. Das Team sollte interne und, falls erforderlich, externe Mitarbeiter umfassen, die gemeinsam alle wichtigen Aspekte der Nachhaltigkeit abdecken – von der Produktentwicklung über Umweltauswirkungen, Marketing und Management bis hin zur Kommunikation mit den Stakeholdern (ISO, 2020a).

Wichtige Merkmale eines effektiven Projektteams:

- Kompakte und koordinierte Zusammensetzung: Die optimale Anzahl der Mitglieder beträgt bis zu 6. Das Team wird von einem Projektmanager geleitet – in der Regel einem Produktentwicklungsmanager –, der die Projektphasen koordiniert, Aufgaben verteilt und die Kommunikation übernimmt.
- Strategische Entscheidungsfähigkeit: Zum Team sollten auch Personen gehören, die befugt sind, wichtige Entscheidungen auf Unternehmensebene zu treffen.
- Multidisziplinarität: Das Team sollte Experten aus verschiedenen Bereichen umfassen – Produktentwicklung, Einkauf, Qualität, Umwelt, Marketing, Personalwesen und Management. Dadurch wird sichergestellt, dass alle Aspekte der Nachhaltigkeitsplanung umfassend berücksichtigt werden.

Priorisieren Sie die folgenden Bereiche:

Führungsmanagement

Es bietet Unterstützung, strategische Ausrichtung und die Bereitstellung von Ressourcen. Das Management muss verstehen, wie wichtig es ist, die Nachhaltigkeitsplanung in die Geschäftsprozesse zu integrieren.

Produktentwicklungsabteilung:

Entscheidend für die Entwicklung oder Überarbeitung von Produkten, die Integration von Nachhaltigkeitskriterien und die Koordination technischer Verbesserungen. Ein Entwicklungsleiter kann auch Projektteamleiter sein.

Kauf

Es liefert Informationen zu vorhandenen Materialien, untersucht die Möglichkeiten für die Einführung umweltfreundlicherer Alternativen und bewertet deren praktische Umsetzbarkeit.

Abteilung für Qualität und Umwelt

Beurteilt die Einhaltung von Gesetzen, internen Qualitätsstandards und Umweltzielen des Unternehmens. Verbindet das Projekt mit bestehenden Qualitätsmanagement- und Umweltmanagementsystemen (ISO, 2015).

Marketing

Er verschafft sich einen Überblick über die Marketingbedürfnisse und Umweltpräferenzen der Kunden und beteiligt sich an der Gestaltung der Kommunikations- und Marketingbotschaften des Projekts.

Personalwesen

Er ist dafür verantwortlich, die Mitarbeiter zu informieren, die Integration bewährter Praktiken zu fördern, Schulungen zu leiten und die Mitarbeiter zur Teilnahme an nachhaltigen Initiativen zu ermutigen.

Externe Expert:innen und Partner

Bei mangelnder interner Erfahrung oder Wissen im Bereich der nachhaltigen Planung wird die Zusammenarbeit mit externen Partnern wie Instituten, Fakultäten, Beratungsunternehmen oder Clustern empfohlen. Zusammenarbeit mit der Wissenschaft (z. B. Einbeziehung von Studierenden und Forschenden) (Horizon Europe, 2021) Dies kann neue Ideen, zusätzliches Fachwissen und Unterstützung bei der Durchführung von Analysen und der Formulierung von Konzepten bringen.

1.2 Planung eines Nachhaltigkeitsprojekts

Ein sorgfältig geplantes Nachhaltigkeitsprojekt kann erheblich zur Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens beitragen und direkte Vorteile bringen – sowohl auf dem Markt als auch innerhalb der Organisation. Nachhaltigkeitsaspekte werden zu einem wichtigen Bestandteil der Anforderungen in Lieferketten, im öffentlichen Beschaffungswesen und bei Verbraucherentscheidungen (EC, 2023). Daher ist das Nachhaltigkeitsprojekt eine strategische Chance, die über die reine Einhaltung von Umweltvorschriften hinausgeht – es öffnet die Tür zu Innovation, Kostenoptimierung und neuen Marktsegmenten.

Wie bei allen anderen Entwicklungsprojekten ist die Grundvoraussetzung für den Erfolg eine klare Motivation aller Beteiligten. Die Erfahrung zeigt, dass Motivation mit den folgenden Ansätzen erreicht werden kann:

- Heben Sie die geschäftlichen Vorteile hervor (z. B. Kostensenkungen, neue Märkte, Reputation).
- Wir präsentieren erfolgreiche Beispiele für Nachhaltigkeitsplanungspraktiken mit greifbaren und messbaren Ergebnissen.
- Erläutern Sie die langfristigen Vorteile eines nachhaltigen Ansatzes, einschließlich sozialer Verantwortung und Widerstandsfähigkeit gegenüber Gesetzesänderungen.

Gut durchgeführte Pilotprojekte können erheblich zur breiteren Integration der Nachhaltigkeitsplanung in die Unternehmenskultur beitragen und auch nach Abschluss des ursprünglichen Projekts zu weiteren Verbesserungen anregen.

1.2.1 Anpassung an die Fähigkeiten des Unternehmens

Die Fähigkeit zur Umsetzung von Nachhaltigkeitsplanungsprojekten ist von Unternehmen zu Unternehmen unterschiedlich, sodass KMU-spezifische Instrumente und Ansätze erforderlich sind, um die modulare und schrittweise Einführung von Nachhaltigkeitspraktiken zu ermöglichen (Crul & Diehl, 2009; Fatimah et al., 2020).

Es ist wichtig zu verstehen, dass nicht jede Organisation alle Aspekte der nachhaltigen Entwicklung gleichzeitig angehen kann. Von einem Unternehmen, das gerade erst in diesem Bereich anfängt, einen ganzheitlichen Ansatz zu verlangen, wäre unrealistisch und sogar kontraproduktiv. Daher wird empfohlen, dass das Unternehmen:

- die Besonderheiten seiner Branche zu überprüfen.
- Schlüsselbereiche mit dem größten Potenzial für nachhaltige Verbesserungen zu identifizieren.
- die am besten geeigneten Ziele für das erste Projekt zu identifizieren.

Dieser Ansatz ermöglicht eine fokussierte Projektdurchführung und messbare Ergebnisse.

1.2.2 Aktionsplan und Organisation

Die erste Aufgabe des Projektteams besteht darin, einen klaren Aktionsplan zu erstellen, der Folgendes festlegt:

- die Ziele des Projekts,
- die erwarteten Ergebnisse,
- die wichtigsten Phasen der Umsetzung,
- die Befugnisse und Verantwortlichkeiten der einzelnen Mitglieder.

Bevor das Projekt fortgesetzt wird, muss eine Tabelle mit allen beteiligten Mitarbeitern, ihren Abteilungen und den mit dem Projekt verbundenen Aufgaben erstellt werden. Diese Übersicht vermittelt einen klaren Überblick über die Rolle jedes einzelnen Mitglieds und erleichtert die Koordination.

1.2.3 Zeitplan und interne Kommunikation

Für eine erfolgreiche Umsetzung ist es entscheidend, dass sich das Team zu Beginn auf Folgendes einigt:

- Projektzeitplan (Dauer, Meilensteine, Zeitpunkt der Besprechungen),
- die Art der Kommunikation innerhalb des Teams,
- die Art und Weise der Information des restlichen Unternehmens.

Der Zeitplan für das Projekt kann je nach Komplexität des Produkts und Innovationspotenzial des Unternehmens sehr unterschiedlich ausfallen. In der Praxis dauert ein Projekt in der Regel drei Monate bis zu einem Jahr. Es wird empfohlen, das Projekt intensiv und ohne größere Unterbrechungen durchzuführen, da dies das Engagement des Teams aufrechterhält und schneller zu greifbaren Ergebnissen führt.

✂ **Arbeitsblatt 1:** Bildung eines Projektteams für ein Planungsprojekt für Nachhaltigkeit.

2 Motivierende Planungsfaktoren für Nachhaltigkeit und Projektzielsetzung

Kapitelziele:

- Durchführung einer SWOT-Analyse des Unternehmens im Kontext der nachhaltigen Entwicklung,
- Überprüfung der externen und internen Motivationsfaktoren für die Integration von Nachhaltigkeitsplanung,
- Legen Sie die Projektziele auf der Grundlage der Fähigkeiten des Unternehmens und der Marktchancen fest.

Arbeitsblätter 2: Überblick über die Planung, Motivationen für Nachhaltigkeit und Festlegung von Projektzielen

2.1 SWOT-Analyse des Unternehmens

Der zweite Schritt eines Nachhaltigkeitsplanungsprojekts umfasst eine umfassende Analyse der Wettbewerbsposition des Unternehmens unter Verwendung des etablierten SWOT-Tools (Stärken, Schwächen, Chancen, Risiken). Diese Analyse bietet einen systematischen Überblick über interne Faktoren (Stärken und Schwächen des Unternehmens) und externe Faktoren (Chancen und Risiken im Umfeld), mit denen das Unternehmen bei der Umsetzung eines nachhaltigen Ansatzes konfrontiert ist (Europäische Kommission, 2022).

Die SWOT-Analyse ermöglicht einen strukturierten Ansatz für die strategische Positionierung von Unternehmen in einem nachhaltigen Kontext (Europäische Kommission, 2022; Mihajlović et al., 2024):

- aktuelle Innovations- und Organisationskapazität;
- Umweltvorteile und -schwächen;
- Chancen, die das Unternehmen zur Entwicklung nachhaltiger Produkte nutzen kann;
- Bedrohungen, die die Umsetzung des Projekts oder seine langfristige Nachhaltigkeit gefährden könnten.

Auf der Grundlage der Analyse kann das Projektteam dann realistische, aber ehrgeizige Ziele für die Nachhaltigkeitsplanung festlegen.

Beispiel: Mögliche Faktoren in einer SWOT-Analyse

Tabelle 2.1 zeigt Faktoren, die bei der Erstellung einer SWOT-Analyse berücksichtigt werden können.

Tabelle 2.1: Beispiele für mögliche Faktoren aus einer SWOT-Analyse.

Interne Faktoren

VORTEILE	NACHTEILE
+ Innovationsteam	- Kompetenzlücke
+ Effiziente Entwicklungsabteilung	- Fehlende finanzielle Reserven
+ Umweltbewusstsein	- Schlechter Ruf in Sachen Umwelt
+ Zugang zu nachhaltigen Ressourcen	- Mangelnde Motivation der Mitarbeiter
+ Etablierte Marke	- Mangel an systematischem Nachhaltigkeitsmanagement
+ Umweltbewusste Lieferanten	- Begrenzter Zugang zu hochwertigen natürlichen Rohstoffen
+ Einführung eines Umweltmanagementsystems	- Abhängigkeit von einer Art von Kunden oder Markt

Externe Faktoren

CHANCEN	BEDROHUNGEN
+ Gestiegenes Bewusstsein der Verbraucher für Nachhaltigkeit	- Rasantes Wachstum des Wettbewerbs
+ Trends zu nachhaltiger und Kreislaufwirtschaft	- Volatile Wirtschaftslage
+ Neue Märkte (Bio, Öko, lokal)	- Unzuverlässigkeit der Lieferanten
+ Europäische Gesetzgebung und Umweltstandards	- Strenge Vorschriften und Verbrauchsteuern
+ Technologischer Fortschritt (z. B. Digitalisierung)	- Kurze Produktlebenszyklen
+ Möglichkeiten für Umweltzertifizierungen (z. B. Umweltzeichen)	- Saisonale Schwankungen und Wettereinflüsse
+ Rezessionen, die den Wettbewerb schwächen	- Abwanderung von Schlüsselpersonal zur Konkurrenz

✂ Arbeitsblatt 2.1: SWOT-Analyse des Unternehmens

2.2 Untersuchung der Motivationsfaktoren für die Planung von Nachhaltigkeit

Die Nachhaltigkeitsherausforderungen unserer Zeit – vom Klimawandel bis zur sozialen Ungleichheit – erfordern proaktive Antworten von Unternehmen. Unternehmen jeder Größe, von globalen Konzernen bis hin zu kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), sind sich zunehmend bewusst, dass nachhaltige Entwicklung und soziale Verantwortung nicht nur ethische Verpflichtungen sind, sondern auch wichtige Faktoren für langfristigen Erfolg.

Die Integration von Nachhaltigkeit in die Produktentwicklung und Geschäftsplanung bietet Unternehmen klare Vorteile: verbesserte Umwelt- und Sozialleistung, erhöhte Widerstandsfähigkeit und eine stärkere Wettbewerbsposition in sich schnell entwickelnden Märkten.

2.2.1 Externe und interne Motivationsfaktoren

Die Motivation, sich mit Nachhaltigkeitsplanung zu befassen, ergibt sich in der Regel aus zwei miteinander verbundenen Faktoren: externen Zwängen und internen Triebkräften. Beide spielen eine wichtige Rolle bei der Gestaltung des Ansatzes eines Unternehmens für nachhaltige Entwicklung.

Externe Motivationsfaktoren

Diese Faktoren haben ihren Ursprung außerhalb des Unternehmens und liegen weitgehend außerhalb seiner direkten Kontrolle. Sie wirken als Anforderungen, Erwartungen oder Druck, der die Einführung nachhaltiger Praktiken fördert. Zu den wichtigsten externen Faktoren gehören:

- Umweltgesetzgebung (z. B. Verbote gefährlicher Stoffe, Verpackungsvorschriften);
- Anforderungen an die Lieferkette (z. B. Nachhaltigkeits- oder Sozialverantwortungsstandards, die von Großkunden gefordert werden);
- Verbrauchernachfrage nach nachhaltigen und ethisch produzierten Produkten;
- Markttrends und gesellschaftlicher Druck, die Transparenz und verantwortungsbewusstes unternehmerisches Handeln belohnen;
- Standards und Zertifizierungen (z. B. EU-Umweltzeichen, ISO 14001), die messbare Benchmarks festlegen.

Indem sie auf diesen Druck reagieren, stellen Unternehmen nicht nur die Einhaltung von Vorschriften sicher, sondern erhalten auch die Möglichkeit, ihre Marktposition zu stärken. Wenn Kunden beispielsweise Umweltleistungsdaten anfordern, kann die frühzeitige Integration von Nachhaltigkeit in die Produktentwicklung zu besseren Designentscheidungen, verbesserten Umweltergebnissen und einem stärkeren Wettbewerbsvorteil führen.

Öko-Labels sind besonders einflussreich. Sie bieten eine unabhängige Bestätigung dafür, dass Produkte nach definierten Umweltkriterien entwickelt wurden. Unternehmen, die Nachhaltigkeit in ihren Planungsprozess „ „ einbeziehen, sind besser positioniert, um solche Zertifizierungen zu erhalten, was wiederum das Vertrauen der Kunden, die Reputation der Marke und die Marktakzeptanz stärkt.

Interne Motivationsfaktoren

Interne Faktoren sind im Unternehmen selbst verwurzelt und spiegeln dessen Werte, Vision und Unternehmenskultur wider. Sie dienen oft als proaktive Triebkräfte für Veränderungen und sorgen dafür, dass Nachhaltigkeit zu einem integralen Bestandteil der Geschäftsstrategie wird und nicht nur eine Reaktion auf externen Druck ist. Zu den gängigen internen Faktoren gehören:

- Engagement der Führungskräfte – die persönlichen Werte und die strategische Vision von Managern und Eigentümern, die sich für Nachhaltigkeit einsetzen;
- Unternehmenskultur – organisatorische Werte, die Verantwortung, Innovation und kontinuierliche Verbesserung fördern;
- Mitarbeiterengagement – motivierte Mitarbeiter, die Nachhaltigkeit durch Kreativität, Wissen und operative Praktiken unterstützen;
- Innovationsmöglichkeiten – das Streben nach Effizienz, neuen Produktdesigns und Geschäftsmodellen, die mit nachhaltigen Prinzipien im Einklang stehen;
- Reputation und Markenidentität – der Wunsch, als zukunftsorientiertes, verantwortungsbewusstes und vertrauenswürdige Unternehmen anerkannt zu werden.

Wenn Unternehmen Nachhaltigkeit als Teil ihrer Kultur verinnerlichen, bauen sie langfristige Widerstandsfähigkeit auf. Die Mitarbeiter engagieren sich stärker, Innovationen werden gefördert und das Unternehmen kann Marktveränderungen antizipieren, anstatt nur auf sie zu reagieren. Eine solche intrinsische Motivation führt oft zu ehrgeizigeren Nachhaltigkeitsinitiativen und einem stärkeren, authentischeren Engagement für Veränderungen.

Wichtige Umweltzeichenprogramme

Die folgende Tabelle enthält eine Auswahl nationaler und internationaler Umweltzeichenprogramme, die Unternehmen, die nachhaltige Produkte entwickeln möchten, wertvolle Maßstäbe und Orientierungshilfen bieten.

Produkte.

Tabelle 2.2: Ausgewählte Umweltzeichenprogramme.

Programmname	Staat	Gründungsjahr	Link
EU-Umweltzeichen (Umwelt-Gänseblümchen)	Europäische Union	1992	ec.europa.eu/ecolabel
Blauer Engel	Deutschland	1978	blauer-engel.de
Österreichisches Umweltzeichen	Österreich	1990	umweltzeichen.at
Environmental Choice / EcoLogo	Kanada	1988	ecologo.org
Der weiße Schwan (Nordischer Schwan)	Die skandinavischen Länder	1989	svanen.un
Grünes Siegel	Vereinigte Staaten	1989	greenseal.org
Milieukeur	Niederlande	1992	milieukeur.nl
NF-Umwelt	Frankreich	1991	afnor.org
SCS-Waldschutzprogramm	Vereinigte Staaten	1993	scsglobalservices.com

✖ Arbeitsblatt 2.2: Motivationsfaktoren von Ökodesign

2.3 Festlegung der Ziele eines Projekts zur nachhaltigen Gestaltung

Der Planungsprozess für Nachhaltigkeit folgt denselben grundlegenden Schritten wie die klassische Produktentwicklung, wobei jedoch zusätzlich Nachhaltigkeitskriterien als wesentlicher Bestandteil des Entwicklungsprozesses einbezogen werden. Dieser Ansatz ist daher natürlich mit den bestehenden Entwicklungspraktiken und Geschäftsaktivitäten des Unternehmens verflochten.

Für die erfolgreiche Umsetzung des Projekts ist es entscheidend, Ziele und Erwartungen von Anfang an klar zu definieren. Das Projekt muss mit der Strategie und den Geschäftsplänen des Unternehmens in Einklang stehen und sich auf eine nachhaltige Entwicklung konzentrieren. Es muss eine starke Verbindung zwischen den Nachhaltigkeitszielen und dem Innovationspotenzial des Unternehmens hergestellt werden – vor allem auf der Grundlage von Erfahrungen in der Produktentwicklung und den Kompetenzen der Mitarbeiter.

2.3.1 Von der Analyse zum gezielten Handeln

Nach Durchführung einer SWOT-Analyse und Ermittlung der relevanten internen und externen Motivationsfaktoren hat das Projektteam ein klares Bild von der Wettbewerbsposition des Unternehmens. Dies ermöglicht es ihm, durchdachte und realistische Ziele zu setzen.

Die wichtigsten Fragen, die das Team bei der Formulierung der Ziele beantworten muss, lauten:

- Was muss das Unternehmen tun? (z. B. aufgrund von Umweltgesetzen, Arbeitsrecht oder Kundenanforderungen)
- Was möchte das Unternehmen erreichen? (z. B. Kostensenkung, Verbesserung der Marktposition, Stärkung der sozialen Verantwortung)
- Was kann ein Unternehmen tun? (basierend auf verfügbaren Ressourcen, Zeitrahmen, Kapazitäten und Innovationsbereitschaft)

2.3.2 Beispiele für mögliche Ziele eines Nachhaltigkeitsplanungsprojekts

Die Ziele können von technischen Verbesserungen bis hin zu umfassenderen marktbezogenen oder gesellschaftlichen Ambitionen reichen. Einige mögliche Ziele sind:

- nachweisliche Verbesserungen der Nachhaltigkeitseigenschaften des Produkts (z. B. geringerer CO₂-Fußabdruck, reduzierter Rohstoffverbrauch);
- Verbesserung der Nachhaltigkeitsaspekte des Produktionsprozesses (z. B. effizientere Energienutzung);
- Gewinnung von Erkenntnissen über die ökologischen und sozialen Auswirkungen während des gesamten Produktlebenszyklus
- Stärkung der Kommunikation zur Nachhaltigkeit des Produkts auf dem Markt (z. B. durch Zertifikate oder Umweltzeichen);
- Demonstration der wirtschaftlichen Vorteile des Planungsansatzes für Nachhaltigkeit (z. B. Senkung der Material-, Energie- oder Abfallkosten);
- Vorbereitung auf neue gesetzliche Anforderungen (z. B. im Bereich Kreislaufwirtschaft oder ESG-Berichterstattung),
- bessere Berücksichtigung der Anforderungen von Stakeholdern und Zivilgesellschaft;
- Erschließung nachhaltig orientierter Marktnischen mit innovativen Produkten,
- Kostenoptimierung in der End-of-Life-Phase des Produkts (z. B. einfachere Demontage, Recycling).

2.3.3 Beginnen Sie mit kleinen, aber erreichbaren Zielen.

Die Erfahrung zeigt, dass es für das erste Nachhaltigkeitsplanungsprojekt ratsam ist, Ziele zu wählen, die in einem kürzeren Zeitraum erreicht werden können. Ein solcher Ansatz schafft Vertrauen, festigt die interne Unterstützung und dient als Sprungbrett für ehrgeizigere Projekte in der Zukunft.

✂ Arbeitsblatt 2.3: Ziel der Demonstration für Nachhaltigkeit festlegen

3 Produktauswahl

Kapitelziele:

- Kriterien für die Produktauswahl festlegen;
- Auswahl des Zielprodukts für das Nachhaltigkeitsplanungsprojekt
- Erstellen eines Produktdossiers;
- Beschreiben Sie den Kontext der Produktnutzung.

Arbeitsblatt 3: Produktauswahl

Häufig hat ein Unternehmen von Anfang an ein „Zielprodukt“ im Blick, insbesondere wenn Marktinformationen darauf hindeuten, dass dessen ökologische und/oder soziale Eigenschaften für den Markterfolg entscheidend sind. Der Druck des Marktes, der Gesetzgebung oder der Stakeholder kann ein Unternehmen dazu veranlassen, ein bestimmtes Produkt als Fallstudie auszuwählen, was der erste Schritt bei der Umsetzung der Nachhaltigkeitsplanung ist.

Da ein Unternehmen mehrere Produktversionen in verschiedenen Märkten anbieten kann, ist es wichtig, genau zu definieren, welches **Produkt** analysiert und optimiert werden soll. Die Auswahl des ersten „Testprodukts“ muss gut überlegt sein. Wenn ein Unternehmen seine Entscheidung ausschließlich auf der Grundlage seiner Intuition trifft, besteht die Gefahr, dass es ein weniger geeignetes Produkt auswählt, was die Wirkung des gesamten Projekts beeinträchtigen kann.

Daher sollten die Kriterien für die Produktauswahl in direktem Zusammenhang mit Motivationsfaktoren und Zielen stehen und eine systemische Betrachtung der Auswirkungen des Produkts in allen Phasen des Lebenszyklus umfassen (Moreno et al., 2016; UNEP, 2020). Zu den wichtigsten Empfehlungen gehören:

- **Anpassungsfähigkeit des Produkts:** Das Produkt muss über ausreichende Freiheitsgrade für Modifikationen verfügen (z. B. ist eine PE-Tüte aufgrund der begrenzten Möglichkeiten, Material und Form zu ändern, weniger geeignet).
- **Auswirkungen auf Nachhaltigkeitsaspekte:** Ein Produkt mit hohen Auswirkungen auf Nachhaltigkeitsfaktoren (z. B. Einhaltung gesetzlicher Vorschriften, Wettbewerbsvorteile, Kommunikation mit dem Markt) ist besser geeignet.
- **Relevanz für das erste Projekt:** Handelt es sich um ein erstes Projekt zur Nachhaltigkeitsplanung, empfehlen wir die Auswahl eines einfacheren Produkts oder einer einfacheren Komponente, um schnellere Ergebnisse und eine größere Motivation zu erzielen.

Nach der Auswahl eines Produkts muss das Projektteam überprüfen, **ob das Produkt die Nachhaltigkeitsziele des Unternehmens unterstützt**. Manchmal können Motivationsfaktoren für das gesamte Portfolio notwendig sein, aber nicht unbedingt für ein bestimmtes Produkt. Daher muss das Team die Übereinstimmung des ausgewählten Produkts mit internen und externen Faktoren und den Zielen des Unternehmens neu bewerten.

✳ **Arbeitsblatt 3.1:** Bewertungsfragebogen für die Produktauswahl

3.1 Erstellung des Produktdossiers

Um Nachhaltigkeit effektiv zu planen, müssen wir mehr Informationen über das Produkt sammeln, als das Unternehmen normalerweise erfasst. Daher ist es in dieser Phase ratsam, **ein Produktdossier** anzulegen, das nach und nach mit neuen Daten und Erkenntnissen der Teammitglieder aktualisiert wird.

Das Dossier umfasst folgende Bereiche:

A) Produkt und seine Verwendung:

- Produktentwicklungsgeschichte, ursprüngliches Konzept, Marketingdaten,
- Vertriebskanäle, geografische Märkte, Vertrieb und Transport,
- Lebensdauer, Verwendungsmethoden und verbrauchte Ressourcenmengen,
- Entsorgung am Ende der Lebensdauer (Recycling, Beseitigung).

B) Design und Produktion:

- Aufbau von Komponenten und Materialien,
- Lieferketten, Produktionsprozessdiagramm,
- Ein- und Ausgänge pro Phase (Energie, Materialien, Emissionen, Abfall).

C) Konkurrenzprodukte:

- alternative Produkte und Marktsegmente,
- Umweltmerkmale vergleichbarer Produkte,
- Vergleichsdaten zur Leistung (Zeitschriften, Online-Datenbanken).

D) Marktanalyse:

- Marktgröße und -wachstum, Markttrends,
- Kostenstruktur und potenzielle Rentabilität.

Tabelle 3.1: Bereiche mit Umweltauswirkungen.

Einflussbereich	Typische Auswirkungen	Verwandte Ressourcen
Luftverschmutzung	Treibhausgase, Smog, saurer Regen, Ozonabbau	Fossile Brennstoffe, Kältemittel, Schaumbildner
Wasserverschmutzung	Eutrophierung, Giftstoffe	Phosphate, Schwermetalle, Pestizide
Bodenverschmutzung	Feste Abfälle, Schwermetalle	Abfallstoffe, Siedlungsabfälle
Ressourcennutzung	Knappheit von Rohstoffen, seltenen Metallen und Wasser	Nicht erneuerbare Materialien, Trinkwasser
Sonstige Einflüsse	Lärm, visuelle Einflüsse	Produktionsprozess

Tabelle 3.2 : Bereiche sozialer Einflussnahme.

Einflussbereich	Aspekt	Verwandte Ressourcen
Menschenrechte	Freiheit, Rechtsschutz und Zugang zu Bildung	Lieferanten, Produktionsprozesse
Arbeitsbedingungen	Kinderarbeit, Gesundheit, Sicherheit	Materialien, Produktionsstätten
Unternehmensführung und Ethik	Transparenz, Korruption	Geschäftsmodelle, Vertrieb

3.2 Beschreibung des Anwendungskontexts des Produkts

Ein klares Verständnis **des Anwendungskontexts** ist für die erfolgreiche Planung nachhaltiger Verbesserungen unerlässlich. Es dient als Ausgangspunkt für die Entwicklung alternativer Lösungen und stellt gleichzeitig sicher, dass alle neuen Lösungen weiterhin den Bedürfnissen der Nutzer entsprechen.

Um den Kontext zu beschreiben, verwenden wir die folgenden Fragen:

- **Wofür wird das Produkt verwendet?**
→ Beschreibung der Grundfunktion (z. B. Aufbewahrung, Schutz, Beleuchtung)
- **Welche Funktion erfüllt es?**
→ Technisches Prinzip und erwartete Funktionalitäten
- **Wer nutzt es?**
→ Hauptnutzer oder Nutzergruppe
- **Wie lange und wie oft?**
→ Zeitliche Dimension der Nutzung (Dauer, Nutzungszyklen)
- **Wo auf der Welt?**
→ Geografische Gebiete der Nutzung und Entsorgung

Die Antworten auf diese Fragen führen zu **einer dokumentierten Beschreibung des Werts des Produkts** für den Nutzer. Diese Beschreibung muss vom Projektteam validiert werden, da sie als Maßstab für den späteren Vergleich alternativer Lösungen im Projekt dient.

✂ **Arbeitsblatt 3.2:** Erstellen Sie eine Checkliste mit Bereichen, die in das Produktdossier aufgenommen werden sollen

4 Bestimmung der Umweltaspekte des Produkts

Die Ziele dieses Kapitels sind:

- Auswahl von Instrumenten zur Analyse von Umweltaspekten,
- Festlegung des Zwecks und des Umfangs der Analyse,
- Festlegung des Lebenszyklusschemas,
- Bestandsaufnahme der Materialzuflüsse und -abflüsse für einzelne Prozesse im Lebenszyklus,
- Bewertung der Auswirkungen und Interpretation der Ergebnisse.

Arbeitsblatt 4: Ermittlung der Umweltaspekte des Produkts.

Das Nachhaltigkeitsplanungsprojekt basiert auf dem Verständnis der allgemeinen Aspekte des Produkts, die während seiner Lebensdauer die größten Umweltauswirkungen verursachen. Die Analyse sollte auf den neuesten Methoden zur Lebenszyklusbewertung basieren, die von EF 3.1 (Europäische Kommission. Gemeinsame Forschungsstelle, 2019) vorgeschlagen wurden.

Auf diese Weise können wir Prioritäten für Verbesserungen festlegen. Um einen allgemeinen Einblick in die Umweltaspekte eines Produkts zu erhalten, ist es notwendig, das System des Produkts als Ganzes zu betrachten und nicht nur das physische Produkt.

In der Einleitung zu diesem Handbuch haben wir bereits die wichtigsten Umweltauswirkungen vorgestellt (Tabelle 0.1), die uns eine Vorstellung von der Bedeutung der Erhaltung der Umweltqualität vermitteln. Wenn wir uns nun auf die Umsetzung der Planung für die Nachhaltigkeit eines bestimmten Produkts konzentrieren, sind wir besonders daran interessiert, alle spezifischen Umweltaspekte des Produkts zu identifizieren, um sie zu optimieren.

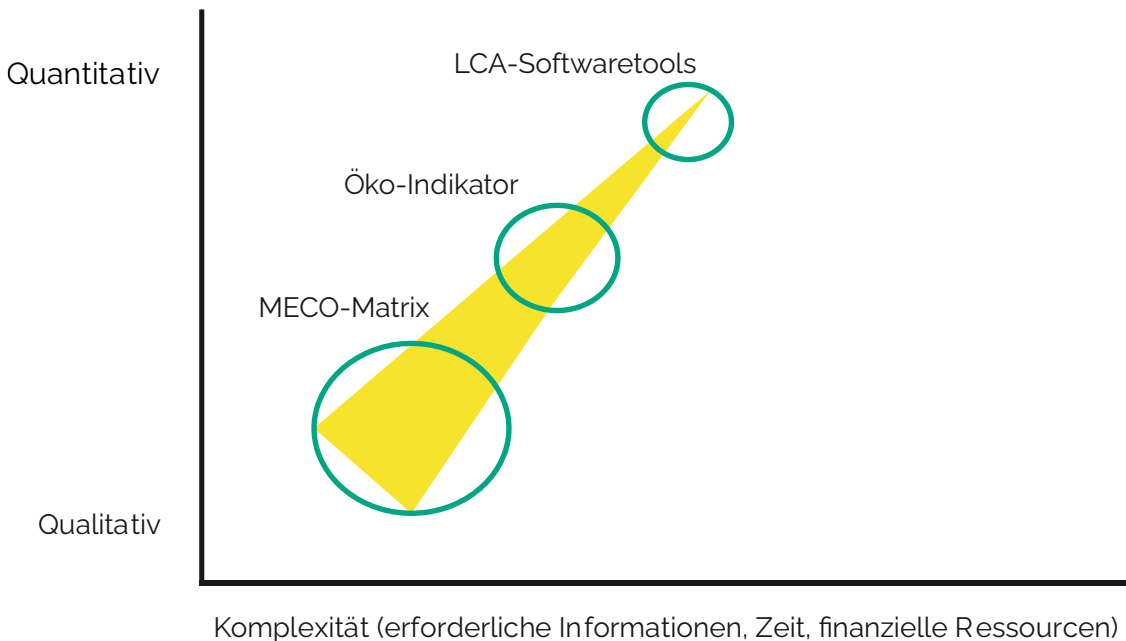
Es gibt verschiedene qualitative und quantitative Methoden zur Analyse der Umweltaspekte eines Produkts und zur Festlegung von Umweltprioritäten. Die meisten Methoden basieren auf der Lebenszyklusanalyse, d. h. sie analysieren alle Phasen des Lebenszyklus eines Produkts und berücksichtigen die Umweltaspekte in jeder Phase. Diese Methoden zielen darauf ab, die wichtigsten Umweltaspekte eines Produkts, während seines gesamten Lebenszyklus zu verstehen und Umweltprioritäten zu identifizieren, die im Rahmen der Nachhaltigkeitsplanung berücksichtigt werden sollen.

Der methodische Rahmen aller LCA-Techniken basiert auf den Normen ISO 14040-43. Er besteht aus vier miteinander verbundenen Phasen: (1) Definition des Zwecks und des Umfangs der Analyse, (2) Bestandsaufnahme, (3) Wirkungsabschätzung mit vier Unterphasen (Klassifizierung, Charakterisierung, Normalisierung und Gewichtung) und (4) Interpretation der Ergebnisse. Die LCA-Methodik entwickelt sich zunehmend in Richtung der Integration dynamischer Aspekte und der Integration mit digitalen Entscheidungshilfen (Kara et al., 2023). Nach diesen Normen wird empfohlen, unabhängig von der gewählten Methode eine Bewertung der Umweltaspekte in den folgenden Schritten durchzuführen, die wir später in diesem Handbuch näher kennenlernen werden:

- Auswahl eines Tools zur Analyse von Umweltaspekten;
- Festlegung des Zwecks und des Umfangs der Analyse,
- Festlegung des Lebenszyklus (Prozessschema, Prozessbaum),
- Bestandsaufnahme (Bestandsaufnahme der Materialzu- und -abflüsse einzelner Prozesse im Lebenszyklus),
- Bewertung der Auswirkungen;
- Interpretation der Ergebnisse.

4.1 Auswahl eines Instruments zur Ökobilanzierung

Um die Umweltauswirkungen eines Produkts oder Prozesses richtig einschätzen zu können, ist es entscheidend, ein geeignetes Analyseinstrument auszuwählen, das den Zielen, den verfügbaren Daten und der Entwicklungsphase des Projekts entspricht. Die wichtigsten Instrumente und Methoden für die Ökobilanzierung werden im Folgenden vorgestellt und nach Komplexität, Nützlichkeit und Übereinstimmung mit den aktuellen Richtlinien klassifiziert.



4.1.1 MECO-Matrix

Die MECO-Matrix ist hilfreich für die erste Analyse – sie ermöglicht eine qualitative Bewertung der Auswirkungen von Materialien (M), Energieverbrauch (E), Chemikalien/Umweltverschmutzung (C) und Sonstiges (*Other*, O). Für detailliertere quantitative Bewertungen wird jedoch die Verwendung moderner LCA-Tools und Datenbanken wie Ecoinvent oder Environmental Footprint (EF) 3.1 empfohlen (IHOBE, 2001; Wernet et al., 2016).

Die MECO-Matrix ist eine Methode, die einen vollständigen Überblick über die Inputs und Outputs in jeder Phase des Produktlebenszyklus bietet. Die MECO-Matrix ist ein qualitatives oder teilweise qualitatives Instrument, da trotz konkreter Mengenangaben zu Inputs und Outputs die Priorisierung der Umweltaspekte qualitativ erfolgt. Die relativ einfache Matrixstruktur ermöglicht es dem Nachhaltigkeitsplanungsteam, alle Phasen des Produktlebenszyklus und die unterschiedlichen Umweltauswirkungen jeder Phase zu analysieren.

Die Matrix bewertet mehrere Umweltauswirkungen und ist in vier Kategorien unterteilt: **Materialien**, **Energie**, **Chemikalien** und **Sonstiges**. Diese Aspekte sind in vereinfachter Form in der MECO-Matrix enthalten und nach den Phasen des Produktlebenszyklus gegliedert. Die Spalten der Matrix entsprechen den verschiedenen Phasen des Produktlebenszyklus, während die Zeilen der Matrix sich auf die relevanten Designkriterien für Nachhaltigkeit konzentrieren.

Die Zeilen der Matrix enthalten Umweltkriterien wie:

- **Materialien:** Dieser Aspekt umfasst Ressourcen- und Entsorgungsaspekte für jede Phase der Lebensdauer, d. h. ob das Material aus einer knappen Ressource gewonnen wird, ob es leicht recycelt werden kann, ob es entsorgt werden muss usw. Wir können auch die Verwendung von Hilfsstoffen in Betracht ziehen, insbesondere in der Nutzungsphase, wie z. B. Papierfilter für die Kaffeemaschine.

- **Energie:** Dazu gehören die Energiequellen und Energieaspekte jeder Phase des Lebenszyklus. Je nachdem, ob wir einen neuen oder einen recycelten Rohstoff verwenden, kann es erhebliche Unterschiede im Energieverbrauch geben. Betrachten wir auch die Zulieferer von Komponenten. Zu dieser Kategorie gehört auch die für Transport und Nutzung erforderliche Energie.
- **Chemikalien:** Dazu gehören die Verwendung von Chemikalien und die damit verbundenen Emissionen in jeder Phase ihres Lebenszyklus, wie z. B. giftige Chemikalien, die in der Produktion oder in Materialien verwendet werden. Dies gilt insbesondere für Hilfsstoffe, die bei der Herstellung des Produkts verwendet werden, sowie für Hilfsstoffe, die für die Wartung während der Nutzungsphase usw. verwendet werden. Dazu gehören auch spezielle chemische Substanzen, die in die Umwelt freigesetzt werden.
- **Sonstiges:** Diese Kategorie umfasst alle anderen Aspekte, die wir zur Berücksichtigung ausgewählt haben. Dazu gehören beispielsweise Gesundheit und Sicherheit in den eigenen Produktionsstätten (oder denen von Lieferanten), Aspekte der sozialen Verantwortung oder allgemeine wirtschaftliche Fragen. Soziale Kriterien können ebenfalls einbezogen werden, wie z. B. soziale Verantwortung von Unternehmen, lokale oder regionale Wirtschaftsentwicklung und Personal. Wir können weitere Aspekte hinzufügen, indem wir dem Array Zeilen hinzufügen. Beispiele hierfür sind spezifische lokale Probleme oder Nachhaltigkeitsfragen wie Wasserverbrauch, Biodiversität, CO₂-Emissionen, kulturelles Erbe usw. Darüber hinaus können Zeilen hinzugefügt werden, die sich auf die in Kapitel 2 genannten motivierenden Designfaktoren für Nachhaltigkeit beziehen.

Die Spalten der Matrix können je nach Ablaufschema des Produktlebenszyklus verschiedene Phasen des Lebenszyklus enthalten. Tabelle 4.1 zeigt ein Beispiel mit 6 Phasen des Lebenszyklus. Je nach Situation kann das Team bestimmte Lebenszyklusphasen hinzufügen oder weglassen. Wenn beispielsweise der Verkäufer unseres Produkts an den Auswirkungen der Produkte interessiert ist, kann das Team eine Spalte „Verkäufer“ zwischen den Phasen Vertrieb und Nutzung einfügen. Auf diese Weise kann der Beitrag des Verkäufers zu den Umweltauswirkungen (z. B. Kühlung von Produkten in Supermärkten) klarer bewertet werden. Beim Hinzufügen von Spalten muss darauf geachtet werden, dass die Übersichtlichkeit und Transparenz der Matrix erhalten bleibt und nicht mehr Spalten und Zeilen als nötig hinzugefügt werden.

Tabelle 4.1: Lebenszyklusphasen, die in der MECO-Matrix berücksichtigt werden können.

Aspekt	Rohstoffe	Lieferanten	Produktion	Vertrieb	Verwendung	Ende der Lebensdauer
Materialien						
Energieverbrauch						
Feste Abfälle						
Giftige Emissionen						
Soziale Verantwortung						
Personalmanagement						
Wasser						
CO₂						
Kosten						
...						

4.1.2 Ökoindikatoren: ein Übergangsinstrument zur quantitativen Bewertung von Umweltauswirkungen

Ökoindikatoren stellen einen frühen Versuch dar, die Umweltauswirkungen von Produkten und Prozessen innerhalb ihres Lebenszyklus zu quantifizieren. Sie wurden entwickelt, um Planern die Auswahl umweltfreundlicherer Alternativen bereits in der Entwurfsphase des Produkts zu erleichtern. Ein wesentlicher Vorteil von Methoden wie dem Ökoindikator 99 war ihre Fähigkeit, Auswirkungen in einem einzigen numerischen Wert zusammenzufassen, was die Entscheidungsfindung erheblich vereinfachte.

Der Ökoindikator wurde erstmals 1995 von Goedkoop und Kollegen als Ökoindikator 95 eingeführt (Goedkoop, 1995). 1999 wurde eine komplexere Version des Ökoindikators 99 veröffentlicht, die an die europäischen Gegebenheiten angepasst ist. Der Ökoindikator 99 ist ein einfaches quantitatives Instrument für Produktplaner, das bei der Priorisierung der wichtigsten Umweltaspekte eines Produkts während seines gesamten Lebenszyklus genauer ist als die MECO-Matrix. Wir definieren es als quantitatives Instrument, da die Priorisierung auf numerischen Berechnungen basiert.

Bei der Verwendung von Ökoindikatoren für das Produktdesign werden Formulare ausgefüllt. Als Ergebnis des Ökoindikators 99 erhalten wir eine Tabelle mit numerischen Werten, die die Umweltauswirkungen der Menge oder des Volumens jedes Materials oder Prozesses darstellen. Diese Werte werden in ihren Einheiten ausgedrückt, die als Millipunkte (mPt) bezeichnet werden und mit keiner anderen traditionellen Maßeinheit vergleichbar sind. Dadurch ist es möglich, auf der Grundlage der berechneten Auswirkungen ein einziges Ergebnis für die gesamte Umweltbelastung zu berechnen. Dieses Ergebnis wird als Ökoindikator bezeichnet. Ein Ökoindikator für ein Material oder einen Prozess ist daher eine Zahl, die die Umweltbelastung eines Materials oder Prozesses auf der Grundlage von Daten aus einer Lebenszyklusanalyse angibt. Je höher der Wert des Indikators, desto größer ist die Umweltbelastung.

Tatsächlich ist der absolute Wert dieser Punkte nicht so aussagekräftig wie der Vergleich der relativen Unterschiede zwischen Produkten oder Komponenten. Die Skala ist so gewählt, dass ein Wert von 1 Pt ein Tausendstel der jährlichen Umweltbelastung eines durchschnittlichen europäischen Einwohners darstellt. Dieser Wert wird berechnet, indem die gesamte Umweltbelastung in Europa durch die Einwohnerzahl geteilt und mit 1000 (Skalierungsfaktor) multipliziert wird.

Standard-Ökoindikatoren werden anhand einer recht komplexen Methodik berechnet, die in dem Material „Ökoindikator 99 – Ein Handbuch für Planer“ allgemein verständlich zusammengefasst ist. Im Allgemeinen umfasst die Methodik zur Berechnung von Ökoindikatoren drei Schritte:

1. Bestandsaufnahme (Inventarisierung) aller signifikanten Emissionen, der Ausbeutung natürlicher Ressourcen und der Landnutzung in allen Prozessen, die den Lebenszyklus eines Produkts ausmachen. Dieses Standardverfahren zur Lebenszyklusbewertung wird in Unterabschnitt 4.5 näher beschrieben.

2. Berechnung der durch diese Ströme verursachten Schäden für die menschliche Gesundheit, die Qualität der Ökosysteme und die Ausbeutung der Ressourcen. Um Gewichte für die drei Anspruchskategorien verwenden zu können, musste eine Reihe komplexer Schadensmodelle entwickelt werden. In der Methodik des Ökoindikators 99 beschränkte man sich auf drei Schadenskategorien:

- Schäden für die menschliche Gesundheit werden als Anzahl der verlorenen Lebensjahre und Jahre mit Behinderung ausgedrückt. Diese wurden zum Index „*Disability Adjusted Life Years*“ (DALY) zusammengefasst, der auch von der Weltbank und der Weltgesundheitsorganisation verwendet wird.
- Schäden an der Qualität von Ökosystemen werden als Verlust von Arten in einem bestimmten Gebiet im Laufe der Zeit ausgedrückt.
- Schäden an Ressourcen werden als zusätzlicher Energiebedarf für die zukünftige Gewinnung von Mineralien und fossilen Brennstoffen ausgedrückt.

3. Abwägen der Auswirkungen dieser drei Schadenskategorien: Das Abwägen der Auswirkungen ist der kritischste und umstrittenste Schritt der Methodik. In der Methodik wurden Schäden für die menschliche Gesundheit und die Qualität der Ökosysteme als ungefähr gleichbedeutend eingeschätzt, während Schäden für Ressourcen als halb so bedeutend bewertet wurden.

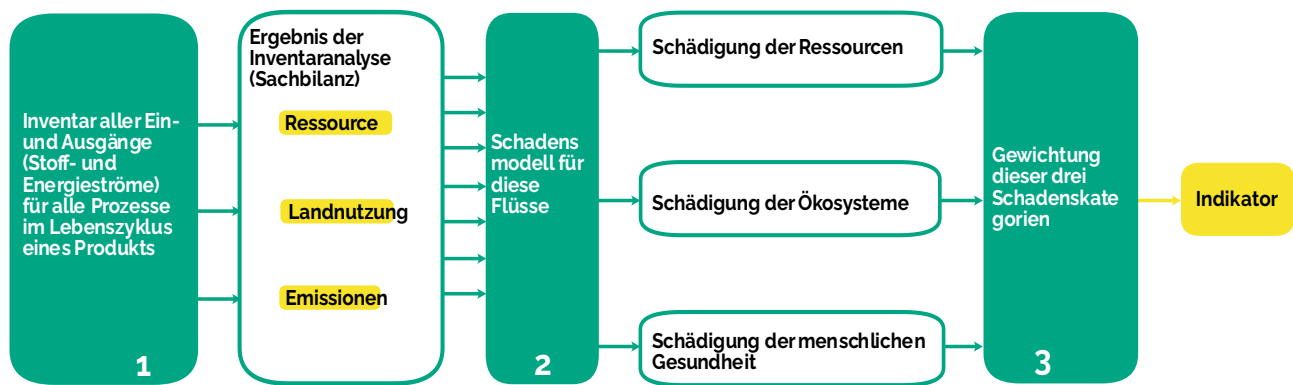


Abbildung 4.1: Öko-Indikator-Konzept (Goedkoop, 1995).

Standard-Ökoindikatoren

Die Standard-Öko-Werte von Indikatoren wurden als Instrument für Planer entwickelt, um umweltfreundliche alternative Planungsoptionen zu finden, und sind für den internen Gebrauch bestimmt. Die Standardwerte der Ökoindikatoren sind nicht für das Umweltmarketing, die Öko-Kennzeichnung oder den Nachweis gegenüber der Öffentlichkeit gedacht, dass Produkt A besser ist als Produkt B. Die Standardwerte der Ökoindikatoren sind auch nicht als Instrument der Regierung zur Festlegung von Standards oder zur Entwicklung von Richtlinien gedacht. Die Verwendung von Ökoindikatoren hat nur einen Zweck: Produkte umweltfreundlicher zu machen. Ökoindikatoren sind daher Instrumente, die in Unternehmen oder Branchen eingesetzt werden können.

Derzeit gibt es eine aktualisierte Liste von Ökoindikatoren, sodass es vorkommen kann, dass der erforderliche Indikator noch nicht festgelegt wurde. Beispielsweise hat ein Unternehmen keinen geeigneten Indikator für NiCd-Batterien gefunden (bis dahin wurden diese in seinen Produkten verwendet und sind aufgrund ihres Gehalts an Schwermetallen hochgiftig). Daher spiegelt sich die Verbesserung, die durch den Ersatz dieser Batterien durch andere mit geringeren Auswirkungen (z. B. NiMH) erzielt wurde, nicht in der Gesamtberechnung der Ökoindikatoren wider. Dies ist also der Fall, wenn die Verfügbarkeit der wichtigsten Ökoindikatoren für das Produkt es nicht erlaubt, die erzielten Umweltverbesserungen zu berücksichtigen. In diesen Fällen wird die Verwendung von Ökoindikatoren nicht empfohlen. Eine vollständige Liste der 99 verfügbaren Ökoindikatoren sowie zusätzliche Informationen zu ihrer Verwendung finden Sie auf der Website.

Obwohl die Verwendung dieser Standardwerte im Grunde sehr einfach ist, ist es sehr wichtig, einige der Grundlagen zu verstehen und sich über die Vorteile und Grenzen der Verwendung von Ökoindikatoren zu informieren. Standard-Ökoindikatoren sind numerische Werte, die die gesamte Umweltbelastung eines Produkts oder Prozesses ausdrücken. Mit Standard-Ökoindikatoren kann jeder Planer oder Produktmanager die Umweltbelastung eines Produkts über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg analysieren. Gleichzeitig können auch verschiedene Designalternativen verglichen werden. Dieses Handbuch beschreibt die Verwendung von Standardindikatoren sowie deren Einschränkungen.

Beschreibung der Standard-Ökoindikatoren

Die Standardwerte von Eco-Indicator 99 sind verfügbar für:

- Produktion von Rohstoffen und Materialien:

Alle Prozesse sind einbezogen, von der Gewinnung der Rohstoffe bis zur Endphase der Produktion. Dazu gehören auch Transportprozesse bis zum letzten Prozess in der Produktionskette. Indikatoren für Produktionsprozesse werden pro 1 Kilogramm Material angegeben.

- Produktionsprozesse:

Ökoindikatoren für Behandlungsprozesse beziehen sich auf Emissionen aus dem Prozess selbst und Emissionen aus den erforderlichen Energieerzeugungsprozessen. Anlagevermögen wie Maschinen und Modelle sind nicht enthalten.

- Transportprozesse:

Transportprozesse umfassen den Straßen-, Schienen- und Luftverkehr. Eine Standardeinheit ist der Transport von einer Tonne Güter über eine Entfernung von einem Kilometer (1 t × km), es kann jedoch auch eine andere Einheit (z. B. m³ × km) verwendet werden. Die Berechnungen von „ „ gehen von einer Ladungseffizienz unter durchschnittlichen europäischen Bedingungen aus. Leere Rückfahrten von Transportmitteln werden ebenfalls berücksichtigt.

- Energieerzeugung:

Energieindikatoren beziehen sich auf die Erzeugung und den Verbrauch von Brennstoffen sowie auf die Energieumwandlung und Stromerzeugung. Hier werden Daten zur durchschnittlichen Effizienz der Energieumwandlung verwendet. Bei der Berechnung des Ergebnisses für Strom wurden die verschiedenen in Europa zur Stromerzeugung verwendeten Brennstoffe berücksichtigt. Der Ökoindikator wurde für Hochspannungsstrom für industrielle Prozesse sowie für Niederspannungsstrom für Haushalte und kleine industrielle Verbraucher festgelegt. Zusätzlich zu den europäischen Durchschnittswerten werden auch spezifische Indikatoren für eine Reihe von Ländern angegeben.

- Abfallverwertung und Recycling

Die in der Liste enthaltenen Indikatoren beziehen sich auf verschiedene Abfallarten oder Abfallverwertungsmethoden: Haus- und Siedlungsabfälle, Verbrennung, Deponierung und Recycling. Die Daten zur Abfallwirtschaft wurden für die wichtigsten Kunststoffe, Metalle und Verpackungsmaterialien ermittelt.

Aktualisierung: ReCiPe 2016-Methode

Die moderne Methode ReCiPe 2016 ist der direkte Nachfolger von Eco-indicator 99 und verbessert dessen Struktur erheblich. Sie ermöglicht dem Nutzer die Wahl zwischen zwei Bewertungsebenen:

- Midpoint-Indikatoren: Folgenabschätzung, z. B. Treibhausgasemissionen, Versauerung, Eutrophierung.
- Endpunktindikatoren: Folgenabschätzung, z. B. Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, Ökosysteme, Ressourcen.

ReCiPe umfasst auch mehrere philosophische Perspektiven (individualistisch, egalitär, hierarchisch), was dem Nutzer Flexibilität je nach Anwendungskontext und Zielen der Studie bietet.

Einschränkungen und Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Standard-Ökoindikatoren

Standard-Ökoindikatoren (z. B. für 1 kg Aluminium, 1 tkm Transport, 1 MJ Strom) wurden als praktisches Instrument für den internen Gebrauch im Industriedesign entwickelt. Ihre Einfachheit ermöglichte eine schnelle Folgenabschätzung ohne die Notwendigkeit einer eingehenden Ökobilanz, aber heute werden sie in erster Linie als Einführungsinstrument betrachtet.

Es ist wichtig zu verstehen, dass

- sie nicht für die externe Kommunikation geeignet (z. B. Marketingaussagen, Kennzeichnung);
- sie ersetzen keine umfassende Ökobilanzanalyse,
- sie nicht immer alle Einflussfaktoren berücksichtigen (z. B. wurden NiCd-Batterien nicht angemessen erfasst).

Aufgrund dieser Einschränkungen wird ihre Verwendung heute hauptsächlich empfohlen für:

- frühe Phasen der Variantenplanung und -bewertung;
- schnelle interne Bewertung der Umweltbelastung;
- Einführungsworkshops oder Schulungen zur Nachhaltigkeitsplanung.



Obwohl der Ökoindikator 99 eine historisch wichtige Methode ist, empfehlen wir für die moderne Praxis den Wechsel zu Methoden wie ReCiPe 2016 oder EF 3.1. Alle aktuellen Studien und digitalen Tools (EPD-Generatoren, Digital Product Passport) basieren auf diesen Methoden. Die Verwendung von Standard-Ökoindikatoren sollte auf Informationszwecke, Prototypberechnungen und den internen Vergleich von Alternativen in einer frühen Phase des Designs beschränkt werden.

4.1.3 Ökobilanzierung mit einem Software-Tool zur Lebenszyklusanalyse (LCA)

Obwohl die zuvor genannten Tools wie die MECO-Matrix und der Ökoindikator 99 eine erste Bewertung der Umweltauswirkungen ermöglichen, basieren moderne Ansätze heute auf computergestützten Methoden der Lebenszyklusanalyse (LCA). Es gibt mehrere Softwaretools, die sich in Komplexität, Kosten, Benutzerfreundlichkeit und Unterstützung für Datenbanken unterscheiden. Die am häufigsten verwendeten und fachlich anerkannten Tools werden im Folgenden vorgestellt.

OpenLCA

OpenLCA ist eine Open-Source-Software für die Ökobilanzierung, die eine professionelle Modellierung der Umweltauswirkungen von Produkten, Prozessen und Dienstleistungen ermöglicht. Sie unterstützt eine Vielzahl von Datenbanken (z. B. Ecoinvent, EF 3.1, Agribalyse, Gabi-Datenbanken) und eine Vielzahl von Methoden (ReCiPe, ILCD, EF, IPCC usw.). Sie eignet sich sowohl für Forschungszwecke als auch für den kommerziellen Einsatz, einschließlich der Erstellung von EPDs, CO₂-Berechnungen und Nachhaltigkeitsanalysen.

Weitere Informationen: <https://www.openlca.org/>

SimaPro

SimaPro ist die führende LCA-Softwarelösung für den industriellen Einsatz und die Forschung. Sie ermöglicht die Modellierung von Produkten und Systemen, die Anbindung an Datenbanken (wie Ecoinvent), die Umsetzung von Szenarien, Sensitivitätsanalysen und die Erstellung von Berichten. Sie wird häufig für die Berechnung des CO₂-Fußabdrucks, die Erstellung von Umweltdeklarationen und die nachhaltige Berichterstattung eingesetzt.

Weitere Informationen: <https://simapro.com/>

Sphera

GaBi ist eine kommerzielle Software, die für den professionellen Einsatz in Unternehmen und Forschungsinstituten entwickelt wurde. Sie ermöglicht eine schnelle Modellierung, umfasst umfangreiche Datenbanken und bietet eine Schnittstelle für die einfache Erstellung von Berichten und Szenarien. Sie eignet sich auch für die Erstellung von EPDs und die Sicherstellung der Einhaltung von Vorschriften.

Weitere Informationen: <https://gabi.sphera.com/>

Umberto

Umberto ist eine Softwarelösung, die die visuelle Modellierung von Material- und Energieflüssen sowie die Unterstützung von Ökobilanzierungen, Stoffstromanalysen (MFA) und CO₂-Berechnungen ermöglicht. Sie ist im Fertigungssektor beliebt, da sie die Optimierung von Prozessen und die Überwachung von Leistungsindikatoren ermöglicht.

Weitere Informationen: <https://www.ifu.com/umberto/>

Ecochain Mobius

Ecochain Mobius ist eine webbasierte Anwendung zur schnellen Umsetzung von Ökobilanzen und zur Berechnung des CO₂-Fußabdrucks in frühen Phasen der Produktentwicklung. Sie bietet eine intuitive Benutzeroberfläche, gute Visualisierungen und eignet sich besonders für kleine und mittlere Unternehmen.

Weitere Informationen: <https://mobius.ecochain.com/>

One Click LCA

One Click LCA ist ein spezielles Tool für die Bauindustrie, das eine schnelle Bewertung der Umweltauswirkungen von Gebäuden, Bauteilen und Infrastruktur ermöglicht. Es wird häufig in Architektur- und Ingenieurbüros eingesetzt und ermöglicht die automatische Erstellung von EPDs.

Weitere Informationen: <https://www.oneclicklca.com/>

4.1.4 Welches Tool sollten Sie für die Ökobilanzierung wählen?

Die Wahl des richtigen Tools zur Bewertung der Umweltauswirkungen eines Produkts oder Prozesses ist entscheidend für eine qualitativ hochwertige und zuverlässige Lebenszyklusanalyse (LCA). Es gibt keine Einheitslösung – die Wahl hängt von vielen Faktoren ab, wie z. B. dem Zweck und dem Umfang der Analyse, der Verfügbarkeit von Daten, den verfügbaren Ressourcen, dem Umfang der Projekte und dem vorhandenen Wissen der Anwender.

In den frühen Phasen der Produktentwicklung oder bei ersten Planungsansätzen für Nachhaltigkeit reichen oft einfache, benutzerfreundliche Tools wie Ecochain Mobius, One Click LCA (insbesondere für das Bauwesen) oder OpenLCA mit vereinfachten Modellen aus. Diese Tools bieten einen schnellen Einblick in das Umweltprofil eines Produkts und unterstützen die Entscheidungsfindung bereits in der Konzeptphase.

Für eine tiefergehende, standardisierte und verifizierte Ökobilanzanalyse – beispielsweise bei der Erstellung von Umweltproduktdeklarationen (EPDs) oder der Berechnung des CO₂-Fußabdrucks – eignen sich eher fortgeschrittene Programme wie SimaPro, GaBi, OpenLCA mit Upgrades oder Umberto. Diese ermöglichen einen hohen Grad an Individualisierung, Genauigkeit und die Nutzung vielfältiger Datenbanken.

In einer Forschungsumgebung oder bei der Notwendigkeit, Analysen zu automatisieren, wird häufig Brightway2 verwendet, ein Open-Source-Tool, das fortgeschrittene Kenntnisse in der Python-Programmierung erfordert.

Die Zugänglichkeit und Vielfalt der Datenbanken (z. B. Ecoinvent, EF 3.1, Agri-footprint, GaBi-Datenbanken) ist ein weiterer wichtiger Faktor. OpenLCA und SimaPro unterstützen eine Vielzahl von Suites, sodass Daten kombiniert und besser an die Analyse angepasst werden können.

Auch die Kosteneffizienz ist ein wichtiger Aspekt. OpenLCA ist kostenlos und Open Source (Basisversion) und eignet sich daher besonders für NGOs, Forschungseinrichtungen, Studenten und kleine und mittlere Unternehmen. SimaPro und GaBi hingegen bieten mehr Funktionen, haben aber auch höhere Lizenzkosten, sodass sie eher für professionelle Anwender und größere Organisationen geeignet sind.

Die Benutzeroberfläche kann für Anfänger entscheidend sein. Tools wie Ecochain Mobius und One Click LCA bieten eine intuitive Benutzeroberfläche und sind auf Nicht-Fachleute zugeschnitten. OpenLCA, SimaPro und GaBi bieten umfangreiche Unterstützung in Form von Dokumentation, Schulungen und Online-Communities, erfordern jedoch einige Vorkenntnisse.

Bei der internen Optimierung von Prozessen ist das Tool Umberto besonders nützlich, da es Material- und Energieflüsse visuell darstellt. Für den täglichen Einsatz in Unternehmen mit begrenzten Ressourcen sind jedoch vereinfachte Methoden möglicherweise besser geeignet.

Auswahlempfehlungen:

- Für Einsteiger empfehlen wir OpenLCA aufgrund seiner Zugänglichkeit, Flexibilität und Kosteneffizienz.
- SimaPro, GaBi oder das aktualisierte OpenLCA eignen sich für die professionelle Erstellung von LCA-Analysen und EPD-Dokumentationen.
- In der Bauindustrie ist One Click LCA für schnelle Bewertungen mit entsprechender regulatorischer Unterstützung optimiert.
- Wenn es um die Verbesserung interner Prozesse und die Visualisierung von Abläufen geht, ist Umberto eine gute Wahl.

✂ **Arbeitsblatt 4.1:** Wählen Sie ein Tool zur Ökobilanzierung auf Grundlage der oben genannten Empfehlungen

4.2 Definition des Zwecks und des Umfangs der Ökobilanzierung

Die Ökobilanzierung umfasst die Definition des Zwecks und der beabsichtigten Verwendung der Analyse, des Systems und seiner Grenzen, die Bewertung der Datenqualität sowie die Festlegung von Annahmen und Einschränkungen der Analyse. In diesem Kapitel werden wir den Verwendungszweck und die Gründe für die Durchführung einer Ökobilanzierung klar darlegen. Wir müssen uns fragen, warum und wie wir die Analyse durchführen werden und wer die Ergebnisse nutzen wird. Der Zweck einer Studie kann beispielsweise darin bestehen, kritische Punkte im Produktionsprozess zu identifizieren und die gewonnenen Ergebnisse innerhalb des Unternehmens zu nutzen, um die Umweltauswirkungen zu reduzieren. Der Zweck der Analyse kann auch darin bestehen, das Produkt mit anderen vergleichbaren Produkten zu vergleichen. Ein Unternehmen kann die Ergebnisse auch extern nutzen, indem es die Ergebnisse der Analyse seinen Stakeholdern mitteilt.

In unserem Fall der Planung der Nachhaltigkeit des ausgewählten Produkts besteht der wahrscheinlichste Zweck der Analyse darin, die wichtigsten umweltschädlichen Prozesse der Produktfertigung zu untersuchen und einen allgemeinen Eindruck davon zu gewinnen. Daher ist es nicht ungewöhnlich, den Zweck der Analyse zu Beginn lediglich als „Bewertung der Umweltauswirkungen eines Produkts“ oder „Ermittlung der ökologischen Vor- und Nachteile eines Produkts“ zu definieren. Auf dieser Grundlage übersetzen wir dann einen solchen allgemeinen Zweck in einen spezifischeren. Der Zweck der Analyse kann als Frage zur Ökobilanzierung formuliert werden. Beispiele für solche Fragen sind:

- Welches Verbesserungspotenzial besteht im Produktlebenszyklus?
- Welche Aktivitäten im Produktlebenszyklus tragen am meisten zu den Umweltauswirkungen bei?
- Welche ökologischen Folgen hätten Änderungen an bestimmten Prozessen im Lebenszyklus eines Produkts?
- Welche ökologischen Folgen hätte die Verwendung von sekundären Recyclingmaterialien anstelle der derzeitigen Verwendung von Primärrohstoffen?

Die Entscheidung über den Zweck der Analyse hat großen Einfluss auf die Wahl der Systemgrenzen. In diesem Kapitel müssen wir den Umfang der Analyse festlegen, indem wir definieren, welche Phasen des Produktlebenszyklus in die Analyse einbezogen werden. Bei vollständigen Ökobilanzanalysen wird die Systemgrenze so definiert, dass sie alle Phasen des Lebenszyklus abdeckt – von der Gewinnung der Rohstoffe bis zur endgültigen Entsorgung des Produkts. Manchmal erfordert der Zweck einer Studie jedoch einen anderen Ansatz, der nicht alle Phasen des Lebenszyklus umfasst. Dies ist häufig bei Produkten mit vielen verschiedenen Verwendungszwecken der Fall, bei denen es völlig unmöglich ist, den Lebenszyklus nach Abschluss der Produktionsphase zu überwachen. Der Umfang solcher Analysen wird als „Cradle-to-Grave“ bezeichnet, da sie das Produkt von der Gewinnung der Rohstoffe bis zum „Ausgangstor“ der Fabrik verfolgen

✂ **Arbeitsblatt 4.2:** Definieren Sie den Zweck und den Umfang der Ökobilanzierung.

4.3 Festlegung des Zwecks und des Umfangs der Ökobilanzierung

Eine erfolgreiche Ökobilanzierung beginnt mit einer klaren Definition des Zwecks und der beabsichtigten Verwendung der Ergebnisse. In der Anfangsphase müssen wir sorgfältig darüber nachdenken, warum wir die Analyse durchführen, wie sie durchgeführt wird und wer ihre Nutzer sein werden. Diese Antworten haben einen erheblichen Einfluss auf methodische Entscheidungen, einschließlich der Wahl der Systemgrenzen und der erforderlichen Datengenauigkeit.

Der Zweck der Analyse kann rein intern sein – beispielsweise um umweltkritische Punkte im Produktlebenszyklus zu identifizieren und zu optimieren. Sie kann aber auch eine externe Funktion haben, wie die Erstellung einer Umweltproduktdeklaration (EPD), die Berichterstattung an Stakeholder oder das Benchmarking mehrerer Produktalternativen.

Im Rahmen der Nachhaltigkeitsplanung ist das häufigste Ziel, einen umfassenden Einblick in die Umweltbelastung einzelner Phasen des Produktionsprozesses zu gewinnen. Oft beginnen wir mit einer eher allgemeinen Definition, wie z. B. „Bewertung der Umweltauswirkungen eines Produkts“ oder „Ermittlung seiner ökologischen Stärken und Schwächen“. Dieser allgemeine Zweck wird dann durch gezielte Fragen konkretisiert, die die Analyse leiten.

Beispiele für gezielte Fragen:

- Wo treten die größten Umweltbelastungen im Produktlebenszyklus auf?
- Welche Materialien oder Prozesse sind ökologisch am problematischsten?
- Welche Auswirkungen hätte der Ersatz von Materialien durch Sekundär- oder Recyclingrohstoffe?
- Welche ökologischen Folgen haben Änderungen im Produktionsprozess?
- Wie schneidet unser Produkt im Vergleich zu Alternativen hinsichtlich des CO₂-Fußabdrucks oder anderer Umweltindikatoren ab?

Sobald der Zweck der Analyse festgelegt ist, kann der Umfang der Studie entsprechend definiert werden. Dazu gehört die genaue Festlegung der Systemgrenzen, d. h. welche Phasen des Produktlebenszyklus berücksichtigt werden sollen. Eine vollständige Ökobilanzanalyse umfasst alle Phasen – von der Rohstoffgewinnung und -verarbeitung über die Produktion und Nutzung bis hin zur Entsorgung (sogenanntes „Cradle-to-Grave“-Konzept).

In der Praxis verwenden wir jedoch oft auch vereinfachte Ansätze, bei denen eine vollständige Integrität nicht unbedingt erforderlich oder machbar ist. Beispielsweise können wir bei Produkten mit unvorhersehbaren oder vielfältigen Verwendungszwecken den Umfang auf Phasen beschränken, die zuverlässig analysiert werden können. In solchen Fällen wird meist der „Cradle-to-Door“-Ansatz verwendet (Cradle-to-Gate), der die Phasen von der Rohstoffgewinnung bis zum Verlassen des Produkts aus der Produktion umfasst, ohne die Nutzungsphase und das Ende der Lebensdauer einzubeziehen.

Flexibilität des Umfangs:

- Cradle-to-grave: der gesamte Lebenszyklus, einschließlich Nutzung und Entsorgung.
- Cradle-to-Gate: bis zum Werkstator.
- Gate-to-gate: eine einzelne Produktionsstufe.
- Cradle-to-Cradle: Ein zirkuläres Design, das Recycling oder Wiederverwendung beinhaltet.

Die Berücksichtigung der tatsächlichen Möglichkeiten des Unternehmens (z. B. Verfügbarkeit von Daten, Zeitbeschränkungen, Komplexität des Produkts) hilft uns bei der Auswahl des geeigneten Umfangs, der es uns ermöglicht, die Analyse mit ausreichender Genauigkeit und angemessenem Nutzwert durchzuführen.

Tabelle 4.2 enthält einige Beispiele für die Definition der Funktionseinheit bestimmter Produkte. Sie wurden zufällig ausgewählt und können als Inspiration für andere Bereiche dienen.

Tabelle 4.2: Beispiele für die Definition von Funktionseinheiten.

Telugu / Funktion	Menge	Zeitraum	Wichtigste Merkmale / erforderliche Leistung
Reinigungsmittel	Reinigung von 1000 m ² Linoleumboden	1 Jahr	Reinheitsgrad 4–5, Glanz 5, Stabilität 6–7 (auf der EN-Normskala)
Textilfarbe	Färben von 100 kg Garn	–	Entsprechende Qualität und Farbton gemäß DIN-Norm
Sitzschaum	Verwendung eines einzelnen Sitzes am Arbeitsplatz	10 Jahre	Härte und Reißfestigkeit, Einhaltung der Brandprüfung BS 5852, Teil 2
Wassererhitzer	Erhitzen von 110 Litern Wasser auf 55 °C pro Tag	15 Jahre	Entspricht der Norm NP-197-N, einstellbarer Thermostat, Überlaufschutz, ästhetisches Erscheinungsbild
Einhebelmischer	Wassermischung und Durchflussregelung (210.000 Zyklen)	–	Einhandbedienung, entspricht den Anforderungen der Norm EN 817

✂ **Arbeitsblatt 4.3:** Definieren einer Funktionalen Einheit.

4.4 Definition des Lebenszyklus

Im Folgenden erstellen wir eine schematische Übersicht über den Lebenszyklus eines Produkts, wobei wir allen Phasen des Lebenszyklus gleichermaßen Aufmerksamkeit schenken. Die Erstellung eines Lebenszyklusschemas ist wichtig, da es alle Phasen des Produkts dokumentiert, die berücksichtigt werden müssen. Dadurch werden Phasen des Lebenszyklus identifiziert, die andernfalls übersehen würden. Auf dieser Grundlage kann das Team diejenigen Phasen des Lebenszyklus identifizieren, die priorisiert werden können, um die Effektivität des Nachhaltigkeitsplanungsprojekts zu steigern. Die Prioritätenliste der zu analysierenden Hauptphasen hängt von einer Reihe von Faktoren ab, wie z. B. dem Einfluss des Unternehmens auf Veränderungen in dieser Phase und der Verfügbarkeit von Informationen.

Das Prozessdiagramm (Flussdiagramm) muss visuell dargestellt werden, was mit Hilfe einer Software zur Erstellung von Diagrammen erreicht werden kann, aber das Diagramm kann auch manuell gezeichnet werden. Es wird empfohlen, den physischen Standort jeder Phase des Lebenszyklus im Diagramm anzugeben (Abbildung 4.2).

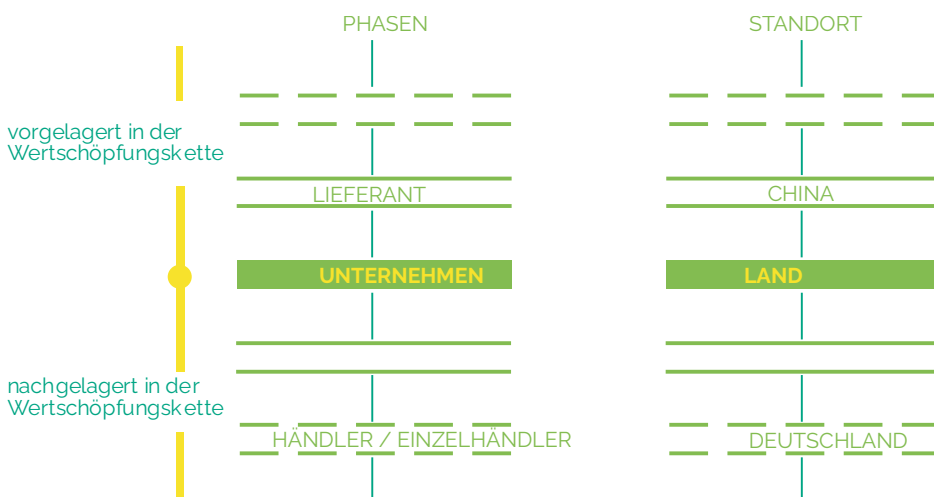


Abbildung 4.2: Beispiel für einen Teil eines Prozessschemas (Crul & Diehl, 2009).

Zunächst erstellen wir eine grobe Skizze des Lebenszyklus des Produkts und fügen dann Details hinzu. Wir erstellen ein grundlegendes Prozessdiagramm, das den Lebenszyklus eines Produkts grob veranschaulicht, der in der Regel aus fünf Hauptphasen besteht:

- Zu den Rohstoffen gehören die Gewinnung und Herstellung von Materialien (z. B. Kunststoffgranulate aus Rohöl) und Zwischenprodukten (z. B. Aluminiumprofile).
- Die Produktion umfasst den Einkauf von Komponenten sowie die Herstellung und Installation von Prozessen bei den Lieferanten.
- Der Transport umfasst die gesamte Logistikkette vom Lieferanten bis zum Endverbraucher, einschließlich der Verteilung per Schiff, Zug, Flugzeug, Lkw, Transporter und Pkw.
- Die Verwendung umfasst die tatsächliche Nutzung und die Hilfsstoffe, die für die Funktion des Produkts erforderlich sind. Der Verwendungsgrad umfasst auch die Installation und mögliche Wartungsarbeiten.
- Die Entsorgung umfasst die Wiederverwendung/das Recycling, die Verbrennung und die Beseitigung. Die tatsächliche Verteilung der Entsorgungsoptionen hängt von mehreren Faktoren ab, darunter die festgelegten Anforderungen, der Ort der Entsorgung, wer das Produkt entsorgt (Einzelperson oder Unternehmen) usw.

Anschließend geben wir für jede Phase im Prozessdiagramm die Ein- und Ausgänge ein. Eingänge sind beispielsweise Rohstoffe, Materialien und Chemikalien, Energie- und Wasserverbrauch usw. Ausgänge sind beispielsweise Emissionen in die Luft, Einleitungen in Gewässer, Abfallmengen usw. Darüber hinaus sollte das Prozessdiagramm auf mögliche Auswirkungen auf die Gesundheit hinweisen, wie z. B. chemische Einflüsse, Lärm, Staub usw. Wir sollten auch nicht vergessen, die Materialien und Stoffe zu untersuchen, die für den Betrieb und die Wartung des Produkts in der Anwendungsphase verwendet werden. Für die Entsorgungsphase ist es wichtig zu berücksichtigen, ob das gesamte Produkt auf eine bestimmte Weise entsorgt wird oder ob einige Teile auf andere Weise entsorgt werden. Wir können beispielsweise davon ausgehen, dass große Metallteile eines Produkts getrennt und recycelt werden, während der Rest des Produkts verbrannt wird.

✂ **Arbeitsblatt 4.4:** Definieren Sie den Lebenszyklus. Beschreiben Sie die Phasen im Lebenszyklus-Prozessdiagramm und geben Sie den physischen Standort an.

4.5 Bestandsaufnahme (Bestandsaufnahme der Materialflüsse einzelner Prozesse im Lebenszyklus)

Der Zweck der Bestandsaufnahme besteht darin, die Umweltbelastungen während des Lebenszyklus des untersuchten Produkts zu identifizieren und zu bestimmen. In dieser Phase werden alle Daten zum Material- und Energieverbrauch im System, zu Luftemissionen, Flüssigkeitsableitungen, in die Umwelt freigesetzten festen Abfällen usw. verarbeitet. In den meisten Fällen ist es ratsam, zunächst mit einer einfachen und „groben“ Berechnung zu beginnen. Zu einem späteren Zeitpunkt können Sie Details hinzufügen und die Daten ändern oder ergänzen. Auf diese Weise verbringen Sie nicht zu viel Zeit mit Details. Im Allgemeinen ist es besser, zunächst mehrere Schätzungen vorzunehmen und später nach genaueren Daten zu suchen, falls sich dies als notwendig erweist.

Die Bestandsaufnahme umfasst:

- eine genaue Definition des untersuchten Systems,
- Datenerfassung und -validierung,
- die Ermittlung von Umweltbelastungen in multifunktionalen Systemen und
- Quantifizierung der Umweltbelastungen.

4.5.1 Präzise Definition des untersuchten Systems

Eine genaue Definition des untersuchten Systems umfasst die Unterteilung des Systems in miteinander verbundene Teilsysteme, die bereits im Rahmen der Definition des Lebenszyklus durch die Erstellung von Flussdiagrammen definiert wurden. Je nach den verfügbaren Daten können Teilsysteme Betriebseinheiten oder eine Gruppe von Einheiten darstellen. Die Grenzen werden dann für jedes Teilsystem separat bewertet. Abbildung 4.7 enthält beispielsweise Systemgrenzen und Materialflüsse für ein Szenario zur Primäraluminiumproduktion.



Eine Prozesseinheit ist der kleinste Teil eines Produktsystems, für den Daten erfasst werden (einzelne Produktionsprozesse, Produktionslinien, Cradle-to-Door-Systeme für Komponenten, Transport usw.). Ein Produktsystem ist eine Sammlung von grundlegenden Prozesseinheiten, die mit Drehmaschinen verbunden sind. Das Produktsystem kann eine oder mehrere Funktionen erfüllen.

4.5.2 Datenerfassung

Die Datenerhebung ist in der Regel der zeitaufwändigste Teil einer Ökobilanzierung, da sie die Qualität der Ergebnisse und die Wiederverwendbarkeit der erhobenen Daten sicherstellt. In dieser Phase versuchen wir, so viele numerische Daten wie möglich sowie beschreibende, qualitative Daten über den gesamten Lebenszyklus des Produkts zu erhalten. Es wird empfohlen, die Daten in Tabellenkalkulationen zu erfassen, um sie für andere leichter zugänglich zu machen. Dies hilft uns auch dabei, zu veranschaulichen, welche Daten in unserer Ökobilanzierung enthalten sind.

Die Quantität und Qualität der Daten hängen von der Methode ab, die wir zur Bewertung der Umweltauswirkungen gewählt haben. Am wenigsten datenintensiv ist die Verwendung der MECO-Matrix, bei der auch qualitative Schätzungen verwendet werden können. Datenintensiver sind die Ökoindikator-Methode und die vollständige Ökobilanzanalyse. Unabhängig von der gewählten Methode beginnen wir zunächst mit der Erfassung bekannter Informationen oder Informationen, die wir schnell erhalten können.

Da nicht alle Details des Produktlebenszyklus allgemein bekannt sind, sind auch bestimmte Näherungsschätzungen erforderlich, was zu zwei Maßnahmen führen kann. Die erste Maßnahme besteht darin, einen Teil des Prozesses oder den gesamten Prozess wegzulassen, was nur dann akzeptabel ist, wenn der Beitrag der weggelassenen Arbeit im Vergleich zu anderen Prozessen geringer ist. Die zweite Maßnahme besteht darin, dass der Nutzer die Mengen selbst schätzt.

Bei der Datenerhebung überprüfen wir diese kontinuierlich, um festzustellen, ob die erhobenen Daten repräsentativ und für das beschriebene Produktionssystem gültig sind. Die Daten können durch einen Vergleich mit anderen Datenquellen oder durch Massen- und Energiebilanzen validiert werden. Wir müssen stets überprüfen, ob die verwendeten Daten für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sind (z.B. ob die Daten die richtige Technologieart repräsentieren, ob sie die richtige Produktionsanlage repräsentieren, ob die Daten aktuell sind usw.).

4.5.3 Daten zu Rohstoffen und Produktion

Informationen über Rohstoffe und Produktion sind häufig in der Produktionsabteilung des Unternehmens erhältlich. Viele Unternehmen verfügen über eine sogenannte Liste der Rohstoffe und Prozesse, die alle erforderlichen Daten enthält. Eine wichtige Datenquelle können Produktspezifikationen, die Sicherheitsdatenblätter der Lieferanten und technische Spezifikationen sein. Bei der Erfassung von Rohstoffdaten können wir uns an Lieferanten wenden und Umweltdaten zu den gekauften Rohstoffen anfordern. Nur selten verfügen Lieferanten über Daten für den gesamten Lebenszyklus vom Anfang bis zum Ende. Allerdings verfügen sie höchstwahrscheinlich über Daten zu ihren Prozessen, und wir müssen die Daten für einzelne Phasen des Lebenszyklus durch Daten von Rohstoffherstellern oder anderen Quellen ergänzen.

4.5.4 Produktinformationen

Es ist in der Regel schwierig, genaue Informationen über die chemischen Stoffe in jedem Produkt zu erhalten. Die relevantesten Informationen können vom Lieferanten eingeholt werden. Die REACH-Verordnung (Abkürzung für „Registrierung, Bewertung und Zulassung von Chemikalien“) schreibt vor, dass Hersteller und Importeure aller in der Europäischen Union hergestellten oder importierten Chemikalien (reine Stoffe oder Stoffe in Zubereitungen oder Erzeugnissen) die Verantwortung für den sicheren Umgang mit Chemikalien übernehmen und Daten zu den Stoffen bei der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) einreichen müssen.

4.5.5 Informationen zur Verwendung des Produkts

Informationen über den Verkauf eines Produkts sind oft in der Vertriebs- und Marketingabteilung verfügbar, während Daten über die tatsächliche Verwendung von Vertriebs- und Produktentwicklungsmitarbeitern usw. erhoben werden können. Manchmal ist es schwierig, ausreichende Daten für die Anwendungsphase zu sammeln, da das Verbraucherverhalten sehr unterschiedlich und nicht immer vorhersehbar ist. Auch die durchschnittliche Lebensdauer einiger Produkte ändert sich. Für einige Produkte liegen statistische Studien zum Verbraucherverhalten und zur Produktleistung vor. Um die Anwendungsphase darzustellen, können die Ergebnisse der Leistungstests des Produkts als annähernder Ersatz herangezogen werden. Als Datenquelle können auch Umweltgenehmigungen, Inspektionsberichte und Ähnliches dienen.

4.5.6 Energieverbrauchsdaten

Das Unternehmen oder die Lieferanten kennen oft nicht die Energiekosten (Energiegehalt von Stoffen pro Kilogramm) für die Herstellung von Materialien und Stoffen. Wenn wir die erforderlichen Informationen nicht erhalten können, finden wir sie möglicherweise in Handbüchern oder Datenbanken. Wenn wir Zugang zu Datenbanken haben, die in LCA-Softwaretools integriert sind, finden wir dort eine Vielzahl nützlicher Informationen zu einzelnen Prozessen.

4.5.7 Transportdaten

Bei der Erfassung von Transportdaten werden in der Regel Daten zu Entfernungen und Routen erhoben. Diese Daten werden später mit Daten zum Energieverbrauch und zu den Emissionen verschiedener Verkehrsträger zusammengeführt. Oftmals ist es notwendig, Informationen zur Entsorgung des Produkts aus anderen Quellen zu beschaffen, z. B. vom örtlichen Recyclinglager, von Händlern (die manchmal alte Produkte erhalten, wenn neue verkauft werden) oder von Wissensinstitutionen.

4.5.8 Allokation der Umweltauswirkungen in multifunktionalen Systemen

Bei der Datenerhebung kann es vorkommen, dass die Daten die Produktion mehrerer Produkte abdecken (z. B. wenn wir mehrere verschiedene Produkte herstellen und nur den Gesamtverbrauch an Strom und Wärme erfassen oder wenn wir den Gesamtverbrauch an Kühlwasser für zwei Produktionslinien zur Herstellung unterschiedlicher Artikel berechnet haben). In solchen Fällen müssen wir den Allokationsprozess anwenden. *Allokation*), der das Mehrproduktionssystem nur in die Umweltbelastungen aufteilt, die jeder Produkt verursacht. Mit der Allokation definieren wir also, welcher Teil der Gesamtemissionen und des Gesamtverbrauchs an Materialien einem bestimmten Produkt zugeordnet werden kann.

Als Beispiel für ein Problem der Allokation könnte man die Herstellung von Benzin anführen, bei der neben Benzin auch Kerosin, Dieselkraftstoff, Heizöl usw. durch fraktionierte Destillation von Erdöl hergestellt werden. Die Frage ist, wie die Gesamtemissionen und der Ressourcenverbrauch dem Benzin selbst zugeordnet werden können. Ein weiteres Beispiel könnte ein Polymermaterial sein, von dem angenommen wird, dass es am Ende seines Lebenszyklus einer Wärmebehandlung (Verbrennung) unterzogen wird. Es gibt viele andere Abfallprodukte, die auf einmal verbrannt werden: Inwieweit ist unser Produkt für die Emissionen aus der Verbrennungsanlage verantwortlich?

Für den Prozess der Verteilung (Zuweisung) wurden mehrere Empfehlungen entwickelt:

- **Allokation vermeiden:** Die erste Empfehlung lautet, eine Zuweisung so weit wie möglich zu vermeiden. Dies kann durch eine Erweiterung der Systemgrenzen erreicht werden, z. B. durch Einbeziehung der für die Herstellung eines Nebenprodukts erforderlichen Prozesse.
- **Allokation nach natürlicher Kausalität:** Bei dieser Allokationsmethode wenden wir einfach den gesunden Menschenverstand an. Bei der gemeinsamen Verbrennung von Abfällen verschiedener Produkte können beispielsweise die SOX-Emissionen auf der Grundlage des Schwefelgehalts der einzelnen Produkte verteilt werden, d. h. je mehr Schwefel ein bestimmtes Produkt enthält, desto

mehr ist es für die Schwefeloxidemissionen verantwortlich. Wenn ein Teil der Abfälle keinen Schwefel enthält, kann der Beitrag des Produkts zu den Schwefeloxidemissionen vernachlässigt werden. Leider gibt es viele Beispiele für Zuordnungen, die mit diesem Ansatz nicht lösbar sind.

- **Allokation auf der Grundlage physikalischer Parameter:** Diese Zuweisung basiert auf physikalischen Parametern wie Masse, Energie usw. In diesem Fall teilen wir die gesamten Umweltauswirkungen (z. B. CO₂-Emissionen) proportional zu den Massenabflüssen der Produkte auf.
- **Allokation auf der Grundlage wirtschaftlicher Werte (Preise):** Diese Zuteilung basiert auf wirtschaftlichen Werten (Preisen) und ähnelt dem vorherigen Ansatz, außer dass hier der wirtschaftliche Wert von Produkten oder Nebenprodukten als Grundlage dient. In den meisten Fällen hat das Hauptprodukt den höchsten Wert und ist daher der Hauptverursacher der gesamten Umweltbelastung. Bei dieser Methode muss berücksichtigt werden, dass sich Preise in der Regel im Laufe der Zeit ändern, sodass wirtschaftliche Bedingungen die Zuteilung beeinflussen können.
- **Willkürliche Allokation:** Die willkürliche Zuordnung ist der am wenigsten wünschenswerter Ansatz, bei dem die Umweltbelastungen jedes (Nebenprodukts) willkürlich verteilt werden, z. B. zu gleichen Teilen auf jedes Produkt, zu 100 % auf jedes Produkt oder nach einem anderen Verteilungsschema.

Bearbeiten von Daten für die weitere Wirkungsabschätzung

Nachdem wir alle Daten gesammelt haben, müssen wir sie für die weitere Wirkungsabschätzung bearbeiten. Selten sind die gesammelten Daten sofort für die weitere Analyse geeignet. Oft umfasst diese Phase auch die Umrechnung von Maßeinheiten, bei der wir sehr vorsichtig sein müssen, da hier große Fehler auftreten können. Die Daten müssen sich auf den Referenzfluss beziehen, der die Funktionseinheit darstellt. Oftmals gelten die gewonnenen Daten für die gesamte Jahresproduktion, sodass wir sie neu berechnen müssen (z.B. um sie auf 1 kg oder 1 t Produkt anzuwenden). Dies geschieht durch die Ermittlung der Verbindungen zwischen Ein- und Auslässen (Massenbilanzen) für einzelne Prozessanlagen und die Berechnung des resultierenden Gleichungssystems. Eine der Gleichungen bestimmt den Referenzfluss. Wir müssen auch auf die Ströme achten, die die Grenzen des Systems überschreiten, damit wir sie in den Referenzstrom umrechnen können. Die Daten zu den Zu- und Abflüssen der Verarbeitungseinheiten oder des Produktsystems können dann in mehrere Kategorien zusammengefasst werden, um die Verwaltung der gesammelten Daten zu erleichtern (z. B. Quellen, Produkte, Energie, Rohstoffe, Emissionen, Abfälle usw.).

✂ **Arbeitsblatt 4.5: Bestandsaufnahme der Materialflüsse einzelner Prozesse im Lebenszyklus**

4.6 Wirkungsabschätzung

Gleich zu Beginn des Prozesses zur Bewertung der Umweltaspekte des ausgewählten Produkts haben wir in Kapitel 4.1 das für unsere Bedürfnisse am besten geeignete Instrument zur Wirkungsabschätzung ausgewählt. Je nach gewählter Methode haben wir den Inventarisierungsprozess angepasst und Daten gesammelt, die für die Anwendung der gewählten Methode ausreichen. In diesem Kapitel konzentrieren wir uns nun auf die gewählte Methode und verwenden sie zur Bewertung der Umweltauswirkungen des Produkts.

4.6.1 Bewertung der Umweltauswirkungen durch Klassifizierung der identifizierten Umweltauswirkungen in der MECO-Matrix

Wenn wir uns für die Verwendung der MECO-Matrix zur Bewertung der Umweltauswirkungen entschieden haben, klassifizieren wir nun die identifizierten Umweltauswirkungen in eine von vier Kategorien der Matrix: Materialien, Energie, Chemikalien und Sonstiges. Beim Ausfüllen der Matrix reicht das vorhandene Wissen innerhalb des Teams meist aus. Die Grundidee des Ansatzes besteht darin, ein Nachhaltigkeitsplanungsteam zusammenzustellen und Umwelt- und andere Aspekte der verschiedenen Phasen des Lebenszyklus zu diskutieren. In einigen Fällen kann es sinnvoll sein, einen externen Experten

für einen bestimmten Bereich hinzuzuziehen (z. B. können wir einen Umwelt- oder Energieexperten einladen, um Umweltaspekte zu diskutieren usw.).

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Matrix auszufüllen. Das Team kann sowohl qualitative als auch quantitative Schätzungen (tatsächliche quantitative Werte der Ströme im Lebenszyklus) abgeben. Beim Ausfüllen der MECO-Matrix wird empfohlen, so viele Messdaten wie möglich zu verwenden und vage Aussagen zu vermeiden. Natürlich besteht der Zweck des Ausfüllens der Matrix nicht darin, alle Materialien und Prozesse zu quantifizieren, sondern nur die wichtigsten.

Um Ihnen das Verständnis der Verwendung der MECO-Matrix zu erleichtern, finden Sie hier einige Vorschläge für die Art der Daten, die in jeder Kategorie erfasst werden:

Materialzeile: Diese Zeile ist für Informationen zu Umweltproblemen im Zusammenhang mit Materialzuflüssen und -abflüssen vorgesehen. Diese Zeile muss Informationen und Daten zur Verwendung von Materialien und Komponenten enthalten, die nicht erneuerbar sind, kurz vor der Erschöpfung stehen, bei der Produktion Emissionen verursachen (z. B. Kupfer, Blei, Zink), inkompatibel sind und/oder in allen Phasen des Lebenszyklus des Produkts ineffizient verwendet werden. Wichtige Fragen für das Team sind unter anderem:

- Welche Art wird verwendet und wie viel Material wird verwendet?
- Welche Methode und Menge der Oberflächenbehandlung wird verwendet?
- Ist das Material erneuerbar oder nicht erneuerbar?
- Sind die Materialien (für das Recycling) inkompatibel?
- Zweitens?

Leistungsaufnahme-Balken: Dieser Balken zeigt den Energieverbrauch in allen Phasen des Lebenszyklus an. Dazu können der Energieverbrauch für die Herstellung des Produkts selbst, Transport, Betrieb und Nutzung, Wartung und Sanierung usw. gehören. Materialinputs mit hohem Energiegehalt sind in den ersten Zellen dieser Zeile aufgeführt. Auch die durch den Energieverbrauch entstehenden Abgase sind in dieser Zeile enthalten. Einige wichtige Fragen für das Team lauten wie folgt:

- Wie viel Energie wird bei der Herstellung verbraucht?
- Welche Rohstoffe werden verwendet (Kohle, Gas, Öl, erneuerbare Energien usw.)?
- Wie wird das Produkt transportiert, über welche Entfernung und mit welchem Transportmittel?
- Werden energieintensive Materialien wie Primäraluminium verwendet?
- Zweitens?

Zeile „Chemikalien“: Für jede Phase des Lebenszyklus gibt diese Zeile den Verbrauch von Chemikalien und die damit verbundenen Emissionen an (z. B. giftige Chemikalien, die bei der Herstellung oder in Materialien verwendet werden). Einige wichtige Fragen für das Team sind:

- Wie viele Chemikalien werden in der Produktion verwendet?
- Welche Chemikalien werden verwendet?
- Wie giftig sind die verwendeten Chemikalien?
- Zweitens?

Zeile nach „Sonstiges“: In dieser Zeile können wir einige der wichtigeren Umweltaspekte hervorheben, wie z. B. den Wasserverbrauch oder die Treibhausgasemissionen. Wir können auch eine Schätzung der sichtbaren Kosten für jede Phase des Lebenszyklus hinzufügen. Diese Zeile kann auch den Aspekt des Personals Ressourcen Managements enthalten und die Aktivitäten auflisten, die für diese Art von Verbesserung im Unternehmen notwendig sind. Einige wichtige Punkte sind:

- Wie sicher und sauber ist die Arbeitsumgebung?
- Wird für die Gesundheitsversorgung der Mitarbeiter und ihrer Familien gesorgt?
- Sind die Geschäftsregeln des Unternehmens diskriminierungsfrei?
- Gibt es Weiterbildungs- und Entwicklungsmöglichkeiten für die Mitarbeiter?
- Zweitens?

Nach Abschluss der Dateneingabe in die Matrix untersuchen wir alle Zellen der Matrix und heben diejenigen hervor, die einen größeren Einfluss auf die Nachhaltigkeit des Produkts haben. Um die wichtigsten Umweltaspekte mithilfe der MECO-Matrix zu priorisieren, ist es sinnvoll, die Goldenen Regeln zu befolgen, die Hinweise zu den wichtigsten Quellen von Umweltauswirkungen geben:

- Bei Plug-in-Produkten ist der Energieverbrauch ein interessanter Aspekt, der berücksichtigt werden sollte.
- Achten Sie auf Materialien, deren Gewinnung einen hohen Energiebedarf erfordert (z. B. Al), und auf Schwermetalle (Cd, Zn, Pb, Cu, Cr usw.).
- Achten Sie auf den Verbrauch von Hilfsstoffen während der Nutzung des Produkts.
- Um Prioritäten zu definieren, können wir die Hilfe eines Umweltberaters (Ökodesign-Experten) in Anspruch nehmen.

Der nächste Schritt besteht darin, die Auswirkungen zu priorisieren, die im Mittelpunkt der Entwicklung von Verbesserungsmöglichkeiten stehen werden. Bei der Entwicklung der Matrix werden auch einige Verbesserungsmöglichkeiten deutlich. Daher sammeln wir offensichtliche Verbesserungsmöglichkeiten, die wir in einer späteren Phase der Ideenfindung nutzen können.

Tabelle 4.3: Beispiel einer fertigen MECO-Matrix mit Daten für Ein- und Ausgänge.

	Aufbereitung von Rohstoffen	Produktion	Verwendung	Entsorgung	Transport
Verwendung von Materialien	Aluminium: 0,2 kg Chrom: 0,3 kg Eisen: 1,4 kg Kupfer: 0,3 kg Nickel: 0,1 kg			Aluminium: 0,04 kg Chrom: 0,06 kg Eisen: 0,3 kg Kupfer: 0,1 kg Nickel: 0 kg	
	Abfall: 6 kg	Abfall: 1,5 kg	Abfall: 250 kg	Abfall: 6 kg Sonderabfall: 0,5 kg	
Energieverbrauch	550 MJ	380 MJ	22.200 MJ	20 MJ	35 MJ
Chemikalien	PAH Wenig Daten	Kältemittel Schmiermittel Xylol		Keine Daten verfügbar	
Sonstiges		Geräusch Staub	Lärm	Staub	

4.6.2 Wirkungsabschätzung mit einem LCA-Software-Tool

Wenn wir uns für die Durchführung einer Wirkungsabschätzung mit einem ausgewählten Softwaretool entschieden haben, kann die vorläufige Umsetzung der Wirkungsabschätzung mit der MECO-Matrix eine gute Grundlage für die weitere Computermodellierung sein. Damit haben wir bereits einige Bereiche der Umweltauswirkungen des Produkts identifiziert.

LCA-Software besteht in der Regel aus einer Datenbank und einem Modellierungsmodul. Die Modellierung erfolgt durch die Verbindung aufeinanderfolgender Prozesse mit Materialflüssen. Dadurch entsteht eine Prozesskette, in der jeder Prozess eine Produktionsstufe darstellt, die durch ihre Ein- und Ausgänge bestimmt wird. Der Abfluss aus der vorherigen Stufe stellt den Zufluss des nächsten Prozesses dar. Die meisten LCA-Softwaretools enthalten (oder können mit) Datenbanken integriert werden, die vom Modellierungsmodul getrennt sind. Diese Datenbank enthält Prozesse und Prozessabläufe und sogar modellierte Prozessketten, die zur Modellierung unserer Szenarien verwendet werden können.

Die Software bietet verschiedene Methoden zur Berechnung von Umweltauswirkungen und umfasst häufig Unsicherheits- und Sensitivitätsanalysen. Mit Hilfe der LCA-Software können wir die im Inventar ermittelten Umweltbelastungen in entsprechende Umweltauswirkungen umrechnen. Dies geschieht durch **Klassifizierung**, bei der Umweltbelastungen in eine geringere Anzahl von Kategorien von Umweltauswirkungen zusammengefasst werden, wie z. B. Klimawandel, Ozonabbau, Versauerung,

Eutrophierung, Vergiftung des Menschen usw. Im Rahmen des Charakterisierungsprozesses wandelt die Software die Ergebnisse der Inventaranalyse mithilfe der enthaltenen Charakterisierungsfaktoren in Indikatoren für Umweltauswirkungen um und kombiniert diese. Die meisten LCA-Softwaretools ermöglichen auch (wenn auch optional) **die Normalisierung der Umweltauswirkungen** anhand eines Referenzwerts, wie z. B. den Gesamtemissionen in einem bestimmten Gebiet über einen bestimmten Zeitraum (z. B. Land, Europa, Welt). Auf diese Weise lässt sich abschätzen, inwieweit eine Aktivität regionale oder globale Umweltauswirkungen hat. In der abschließenden Bewertung oder Evaluierung bieten viele Softwareprogramme eine (optionale) Gewichtung der einzelnen Umweltauswirkungen mit der Möglichkeit, Gewichte zuzuweisen, die deren Bedeutung anzeigen.

4.7 Auswertung der Ergebnisse der Ökobilanzierung

Um die Ergebnisse der Wirkungsabschätzung richtig interpretieren zu können, müssen zunächst alle Ergebnisse, die in den vorangegangenen methodischen Schritten gewonnen wurden, gründlich analysiert werden. Zunächst können wir auf der Grundlage der Ergebnisse der Wirkungsabschätzung vorläufige Schlussfolgerungen ziehen. Bei der Analyse der Ergebnisse werden wir sicherlich mit Unsicherheiten konfrontiert sein, daher müssen wir diesen Faktor bei der Interpretation berücksichtigen. Sobald wir die Ergebnisse auf Unsicherheiten überprüft haben, müssen wir möglicherweise die Schlussfolgerungen unserer Analyse ändern. Schließlich müssen wir überprüfen, ob der Zweck der Ökobilanzierung erfüllt wurde. Wir müssen die Fragen beantworten, die in der Phase der Festlegung des Zwecks und des Umfangs der Analyse gestellt wurden. Mögliche Wege zur Verringerung der Umweltbelastung durch das Produkt sollten vorgeschlagen und bewertet werden. In dieser Phase erstellen wir einen detaillierten Bericht und präsentieren die Ergebnisse auf möglichst informative Weise.

4.7.1 Unsicherheit bei den Ergebnissen der Ökobilanzierung

Bei der Interpretation der Ergebnisse sind wir mit Unsicherheiten konfrontiert. Unabhängig davon, welches Instrument wir zur Bewertung verwenden, werden wir auf einige Schwachstellen stoßen. Die Qualität der Ergebnisse hängt in erster Linie von der Qualität der Daten ab, die oft schwer zu beschaffen sind. Diese Faktoren müssen bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden, und die Bedingungen für die Akzeptanz der Ergebnisse müssen eindeutig beschrieben werden.

In der Regel gibt es zwei Hauptquellen für Unsicherheit. Die erste ist die Qualität der Daten, die oft aus verschiedenen Quellen, Schätzungen, Annahmen, theoretischen Berechnungen usw. stammen. Datenunsicherheiten hängen mit Schwierigkeiten bei der Messung und Vorhersage von Auswirkungen zusammen. Diese Art von Unsicherheit ist relativ leicht zu handhaben und kann als Bereich oder Standardabweichung ausgedrückt werden. Eine weitere Quelle der Unsicherheit ist die Einbeziehung subjektiver Entscheidungen, die unvermeidbar sind und Teil des Modells sind (z. B. Systemgrenzen, Zuordnungsansatz, Charakterisierungsmodelle usw.).

Datenunsicherheiten

Beim Umgang mit Unsicherheit ist es wichtig, zwischen absoluter und relativer Unsicherheit zu unterscheiden. Mit Letzterer meinen wir Unsicherheiten in den Unterschieden zwischen Indikatoren. Diese relative Unsicherheit ist für die praktische Anwendung durch einen Nutzer, der Materialien oder Designoptionen vergleichen möchte, am wichtigsten. Die relative Unsicherheit kann viel geringer sein als die absolute Unsicherheit, da relative Unsicherheiten miteinander in Zusammenhang stehen und sich tendenziell gegenseitig ausgleichen.

Beispiel:

1. Angenommen, das Referenzprodukt A besteht aus 5 kg Polyethylen und das vergleichbare Produkt B aus 6 kg desselben Materials (Polyethylen). In diesem Fall kann man davon ausgehen, dass Produkt B in jedem Fall eine höhere Umweltbelastung hat, unabhängig vom Ausmaß der Unsicherheit der Indikatoren, da etwaige Fehler in der Methodik ausgeglichen würden.

2. Nehmen wir nun an, dass Produkt B aus Polypropylen und nicht aus Polyethylen hergestellt wird. In diesem Fall spielen Unsicherheiten nur eine begrenzte Rolle, da sich die Produktionsprozesse und die wichtigsten Emissionen und Rohstoffe nicht wesentlich unterscheiden. Wenn beispielsweise die Daten zur Ölförderung in einem Rohstoffschadensmodell einen größeren Fehler enthalten, hat dieser Fehler in beiden Fällen die gleichen Auswirkungen. Ebenso wäre der Fehler im CO₂-Schadensmodell fast genau derselbe. Wir können daraus schließen, dass beim Vergleich ähnlicher Prozesse die Unsicherheiten der Ergebnisse gering sind.

3. Nehmen wir nun an, dass Produkt B aus Holz hergestellt wird. Derzeit können die Unsicherheiten erheblich sein, da die Prozesse, die wichtigsten Emissionen und die Rohstoffquellen fast völlig unterschiedlich sind. Ein Fehler im Schadensmodell für die Ölförderung kann nicht durch einen ähnlichen Fehler im Holzproduktionsprozess ausgeglichen werden, da für die Holzernte und den Transport relativ wenig Öl verbraucht wird. Ebenso kann ein Fehler im Landnutzungsmodell (Holzeinschlag im Wald) nicht durch einen Modellfehler für Raffinerien ausgeglichen werden, wo die pro Kilogramm Öl genutzte Landfläche gering ist. Das bedeutet, dass größere Fehler zu erwarten sind, wenn die Werte von Umweltindikatoren zum Vergleich zweier völlig unterschiedlicher Materialien oder Prozesse herangezogen werden.

Aus dem obigen Beispiel geht hervor, dass es sehr schwierig ist, die Unsicherheiten des Indikators zu verallgemeinern, da vieles davon abhängt, wie sich die Mängel des Modells gegenseitig ausgleichen. Als sehr vorläufige und allgemeine Maßnahme empfehlen wir die folgenden Leitlinien für den Vergleich verschiedener Lebenszyklen:

- Bestimmen Sie die wichtigsten Prozesse (Prozesse mit den höchsten Beiträgen).
- Finden Sie heraus, ob diese Prozesse ähnliche oder unterschiedliche Rohstoffe, Funktionsprinzipien und Emissionen aufweisen.
- Wenn wir feststellen, dass diese dominanten Prozesse recht ähnlich sind, sollte der Unterschied zwischen den Ergebnissen der Umweltbewertung 10 bis 50 % betragen, um eine Schlussfolgerung über die beste Option ziehen zu können.
- Wenn wir feststellen, dass diese dominanten Prozesse nicht ähnlich oder sogar völlig unterschiedlich sind, sollte der Unterschied zwischen den Ergebnissen der Umweltbewertung (wir sprechen hier hauptsächlich von Ökoindikatorpunkten) mehr als 100 % betragen, um eine Schlussfolgerung über die beste Option ziehen zu können.

Wenn wir wichtige strategische Entscheidungen auf der Grundlage von Analysen treffen müssen, empfehlen wir die Verwendung der Ökoindikator-Methodik in einer vollständig transparenten Ökobilanz-Software, da dies ein viel besseres Verständnis der Unsicherheiten ermöglicht.

Unsicherheiten hinsichtlich der Richtigkeit des Modells

In Diskussionen über die Bedeutung von Umweltauswirkungen gehen die Meinungen oft weit auseinander. Dies kann mit Unterschieden im Wissensstand sowie mit grundlegenden Unterschieden in der Wahrnehmung und den Ansichten zusammenhängen. Einige Menschen werden argumentieren, dass langfristige Auswirkungen wichtiger sind als kurzfristige, während andere glauben, dass Umweltprobleme langfristig durch technologische Entwicklungen und geeignete Maßnahmen gelöst werden könnten. Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass manche Menschen sich nur dann mit einem Thema befassen, wenn es dafür ausreichende wissenschaftliche Belege gibt, während andere der Meinung sind, dass jede mögliche Auswirkung ernst genommen werden sollte.

Es ist unmöglich, diese völlig unterschiedlichen Ansichten miteinander in Einklang zu bringen, und es ist unmöglich zu bestimmen, ob eine Sichtweise richtig oder falsch ist. Die Entwickler der Eco-Indicator 99-Methodik standen oft vor Modellentscheidungen, die von diesen unterschiedlichen Blickwinkeln abhängen. Da es nicht möglich war, für jeden einzelnen Aspekt eine spezifische Version zu entwickeln, wurden drei „Archetypen“ von Aspekten verwendet. Eine sehr vereinfachte Definition, die nur drei Kriterien dieser Varianten berücksichtigt, lautet wie folgt:

Tabelle 4.3: Definition nach drei Kriterien.

	Zeitlicher Aspekt	Management	Erforderlicher Nachweisgrad
H (Hierarchist)¹	Ausgewogenheit zwischen kurz- und langfristigen Zielen.	Die richtige Politik kann viele Probleme verhindern.	Inklusion basiert auf Konsens.
I (Individualist)²	Kurzfristig.	Technologie kann viele Probleme verhindern.	Nur nachgewiesene Wirkungen.
E (Egalitarist)³	Sehr langfristig.	Probleme können zu Katastrophen führen.	Alle potenziellen Auswirkungen.

4.7.2 Interpretation der Ergebnisse

In diesem Kapitel analysieren wir, welche Prozesse und Phasen im Produktlebenszyklus am wichtigsten sind oder welche Alternative die niedrigste Punktzahl aufweist (beim Vergleich des ausgewählten Produkts mit einem anderen). Wenn die verwendeten Materialien, Prozesse, Transporte usw. anhand von Zahlenwerten (z. B. Ökopunkten) bewertet werden, können wir sehen, welche Aspekte das höchste numerische Ergebnis erzielen. So können wir weiter beurteilen, in welcher Phase die größten Umweltauswirkungen (z. B. Produktion, Nutzung, Abfall usw.) auftreten. Dies kann dem Unternehmen helfen, Maßnahmen zur Verbesserung des Produkts zu identifizieren und zu priorisieren.

Bei der Interpretation der Ergebnisse sollten wir Folgendes berücksichtigen: Was hat uns überrascht? Welche Umweltbelastungen sind nicht akzeptabel? Welche Aspekte veranschaulichen die offensichtlichen Probleme, die wir lösen müssen? In vielen Fällen umfasst das Umweltprofil eines Produkts nur einen kleinen Teil aller Prozesse aus dem Lebenszyklus. Mit anderen Worten: In der Regel spielen nur wenige Prozesse eine entscheidende Rolle für das Umweltprofil, während andere Auswirkungen fast vernachlässigbar sind und keinen großen Einfluss auf die Ergebnisse haben. Andererseits können einige Umweltaspekte mehr oder weniger gleichmäßig über alle Lebensphasen verteilt sein. Möglicherweise taucht ein bestimmter Teil des Produkts (z. B. eine Batterie) mehr als einmal auf, sodass es sich lohnt, auch diesen Aspekt zu berücksichtigen.

Durch die Analyse der Prozesse hinsichtlich ihres Beitrags zum Umweltprofil eines Produkts identifizieren wir die wichtigsten und konzentrieren uns auf diese. Eine Sensitivitätsanalyse kann durchgeführt werden, um den Einfluss der Eingabedaten und methodischen Ansätze auf die Ergebnisse der Analyse zu bestimmen und die Stabilität der Ergebnisse zu überprüfen. Was passiert mit dem Ergebnis, wenn wir die pauschal geschätzten Parameter leicht verändern? Bleibt das Hauptergebnis dann unverändert, oder ändern sich dann die Prioritäten oder Präferenzen des Produkts? Wenn sich die Ergebnisse als sehr empfindlich gegenüber allen Phasen der Analyse erweisen, ist es notwendig, die Annahmen genauer zu bewerten und zusätzliche Informationen zu finden. Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse sollen Aufschluss darüber geben, ob die Gesamtergebnisse der Analyse stabil und reproduzierbar sind. Bei Produkten mit langer Lebensdauer muss auch die technologische Zukunftsprognose einbezogen werden (z. B. könnte in einigen Jahrzehnten eine völlig andere Technologie für ihre Entsorgung zum Einsatz kommen).

Bei der Interpretation ist es wichtig, die Unterschiede zwischen den Inventardaten und den Auswirkungen der Schätzmethode zu berücksichtigen. Bei der Klassifizierung und Charakterisierung wurden möglicherweise einige Aspekte aufgrund unzureichender Daten vernachlässigt. Für einige Arten von Emissionen gibt es keinen äquivalenten Faktor, da ihre Auswirkungen auf die Umwelt noch nicht bekannt sind. Es ist wahrscheinlich, dass solche Aspekte im Inventar vernachlässigt wurden, was bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden muss.

¹ Der hierarchische Lebensstil ist formell, eingebettet in strenge Traditionen und etablierte Institutionen. Diejenigen, die sich für diesen Stil entschieden haben, pflegen ein streng definiertes Netzwerk aus Familie und alten Freunden.

² Ein individualistischer Lebensstil ist eine Entscheidung für ein wettbewerbsorientiertes, weit offenes Netzwerk, für den Genuss von Hightech-Geräten, für Sport, Kunst, riskante Unterhaltungsformen und für den freien Wechsel von Loyalitäten.

³ Ein egalitärer Lebensstil lehnt Formalitäten, Prunk und Künstlichkeit ab, verwirft autoritäre Institutionen und schätzt Einfachheit, Offenheit, echte Freundschaft und spirituelle Werte.

5 Produktlebenszykluskostenanalyse

Kapitelziele:

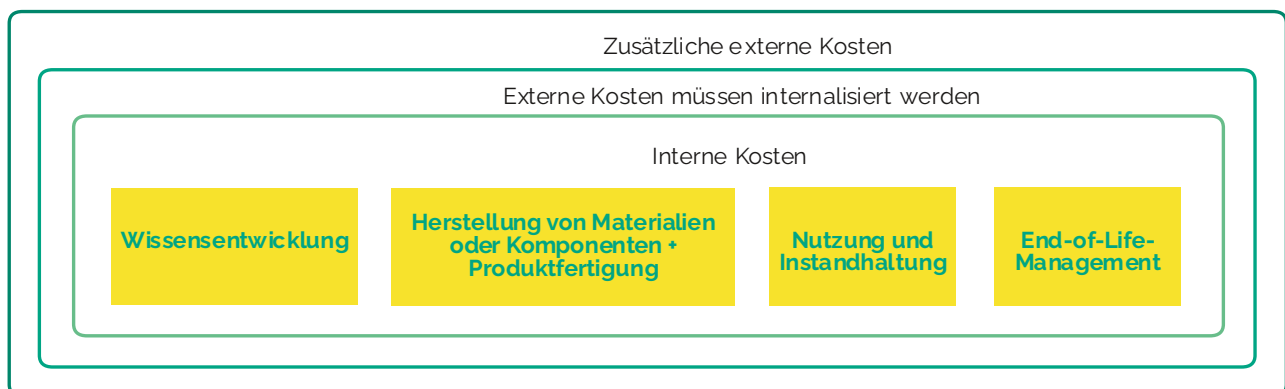
- Verständnis der Bedeutung der Lebenszykluskostenanalyse,
- Identifizierung der finanziell sensibelsten und vielversprechendsten Phasen des Produktlebenszyklus.

Arbeitsblatt 5: Produktkostenanalyse

Bei der Auswahl, der am besten geeigneten Planungsstrategien für Nachhaltigkeit müssen sowohl ökologische als auch finanzielle Vorteile und Auswirkungen auf die Nutzer berücksichtigt werden. Das Ziel einer nachhaltigen Planung ist es, ein Produkt zu entwickeln das während seines gesamten Lebenszyklus nur minimale Auswirkungen auf die Umwelt hat und möglichst kostengünstig ist. Ein wichtiger Schritt dabei ist die wirtschaftliche Bewertung von Planungskonzepten, da die wirtschaftliche Betrachtung des Lebenszyklus ein wesentlicher Bestandteil der Nachhaltigkeitsplanung ist.

Diese wirtschaftliche Schätzung wird als Lebenszykluskostenanalyse (LCC) bezeichnet. Sie ergänzt die Lebenszyklusanalyse (LCA), bei der wir auch den Zweck und den Umfang (Systemgrenzen, Funktionseinheit, Zuordnung, Folgenabschätzung usw.) definieren und die Konsistenz der Methodik mit der LCA-Analyse sicherstellen.

In den letzten Jahren wurden mehrere Ansätze für die LCC entwickelt, wie z. B. die klassische Analyse, die Umweltlebenszykluskostenrechnung (eLCC) und die soziale LCC (sLCC), die je nach Zweck der Analyse und Zielgruppe eingesetzt werden (siehe Abbildung 5.1).



- Konventionelles LCC (Life Cycle Costing / Lebenszykluskostenrechnung): Bewertung interner Kosten; meist ohne End-of-Life-Kosten; keine LCA (Life Cycle Assessment / Ökobilanz).
- Ökologisches LCC: zusätzliche Bewertung externer Kosten unter der Annahme, dass diese internalisiert werden.
- Soziales LCC: zusätzliche Bewertung externer Kosten.

Abbildung 5.1: Drei Hauptformen der Lebenszykluskostenanalyse (UNEP, 2020).

5.1 Typische Lebenszykluskostenanalyse (LCC)

Die konventionelle LCC ist eine etablierte Praxis in Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen. Sie konzentriert sich auf direkte Kosten wie Investitionen, Betriebskosten, Wartungs- und Entsorgungskosten am Ende der Produktlebensdauer. Oftmals werden die Nutzungsphase oder das Ende des Lebenszyklus nicht berücksichtigt, wenn die Kosten für diese Phasen von jemand anderem getragen werden. Sie wird

in der Regel aus der Perspektive eines einzelnen Marktteilnehmers angewendet und berücksichtigt nicht die Ergebnisse der LCA (ISO 15686-5:2017).

5.2 Umweltlebenszykluskostenanalyse (eLCC)

Eine ökologische LCC erweitert die übliche LCC um externe Umweltkosten. Sie wird in der Regel in Verbindung mit der LCA durchgeführt, wobei die Systemgrenzen und die Funktionseinheit gemeinsam genutzt werden. Die Daten für die Bewertung der Externalitäten werden aus den LCA-Ergebnissen abgeleitet (z. B. globale Erwärmung, Eutrophierung, Versauerung). Die Norm ISO 14008:2019 definiert Methoden zur monetären Bewertung von Umweltauswirkungen.

Die ökologischen Lebenszykluskosten umfassen:

- interne Kosten (z. B. Materialien, Energie, Arbeit);
- externe Kosten (z. B. Treibhausgasemissionen, Landnutzung), die in Geldeinheiten ausgedrückt werden und wahrscheinlich internalisiert werden.

Aufgrund ihrer Integrität eignet sich die eLCC sowohl für interne Entscheidungsprozesse als auch für die Berichterstattung, Kennzeichnung und Unterstützung von Marketingstrategien (UNEP, 2023).

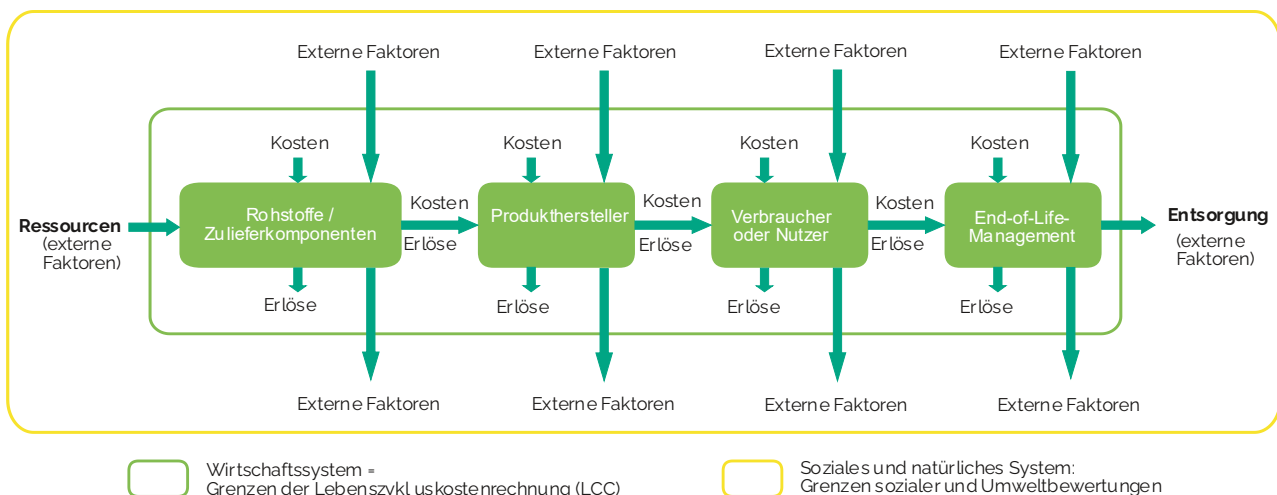


Abbildung 5.2: Konzeptioneller Rahmen für die ökologische LCC (adaptiert aus Horizon Europe – (CircHive, 2023) (Rebitzer & Hunkeler, 2003).

5.3 Soziale Lebenszykluskostenanalyse (sLCC)

Eine soziale LCC umfasst alle Komponenten einer ökologischen LCC und bewertet darüber hinaus die langfristigen externen Effekte für die Gesellschaft als Ganzes auf nationaler oder globaler Ebene. Sie umfasst Methoden wie die Zahlungsbereitschaft und eliminiert Doppelzählungen durch Anpassung an Transfers zwischen sozialen Akteuren.

Die sLCC ermöglicht die Monetarisierung sozialer Auswirkungen und damit die Verknüpfung von LCA, sozialer Verantwortung von Unternehmen und Politikgestaltung (z. B. Horizon Europe, CircHive 2023).

Tabelle 5.1 : Vergleich dreier Arten der Lebenszykluskostenanalyse.

Aspekt	Herkömmliche LCC	Umwelt-LCC	Soziale LCC
Mehrwert	-	Verbindung zu LCA und Umwelteffizienz	Berücksichtigt soziale Externalitäten
Systemgrenzen	Interne Kosten	Interne + externe Umweltkosten	Interne + alle externen Kosten
Referenzeinheit	Produkt	Funktionseinheit	System
Modell	Quasi-dynamisch	Stationär	Quasi-dynamisch
Anwendung	Interne Entscheidungsfindung	Interne und externe Entscheidungsfindung	Öffentliche Politik, soziale Verantwortung

✂ **Arbeitsblatt 5:** Kostenanalyse des Produktlebenszyklus.

6 Entwicklung einer Strategie und Erstellung eines Nachhaltigkeitsplanungsbriefs

Die Ziele dieses Kapitels sind:

- Ermittlung der wichtigsten Nachhaltigkeitsplanungsstrategien zur Verbesserung des Produkts,
- Erstellung einer kurzen Übersicht (Entwurf oder Zusammenfassung) zur Nachhaltigkeitsplanung.

Arbeitsblätter 6: Entwicklung einer Nachhaltigkeitsplanungsstrategie und Erstellung eines Nachhaltigkeitsplanungsbriefs

Bei der Durchführung einer Lebenszyklusanalyse mit einem der oben beschriebenen Tools haben wir gelernt, was die wichtigsten Umweltaspekte des Produkts sind. Daher werden einige Ideen zur Verbesserung der Umwelt ganz spontan entstehen. Natürlich sind dies nicht die einzigen möglichen Ideen. Bei der Ideenfindung konzentrieren wir uns daher nicht nur auf die wichtigsten Umweltaspekte, sondern berücksichtigen auch alle Phasen des Lebenszyklus eines Produkts, was uns mehr Entscheidungsfreiheit gibt.

Die Erkenntnisse aus den vorangegangenen Kapiteln bilden den Ausgangspunkt für den Ansatz dieses Kapitels. Die Kenntnis der wichtigsten Umweltaspekte und der Motivationsfaktoren eines Ökodesign-Unternehmens hilft uns, die entwickelten Ideen und ihre Einführung in ein neues Produkt zu bewerten und zu priorisieren.

Es gibt verschiedene Strategien, in die die meisten Ideen zur Verbesserung des Umweltaspekts eines Produkts eingeordnet werden können. Wir können sieben Strategien (siehe Abbildung 6.1) betrachten, die ein breites Spektrum möglicher Verbesserungen abdecken:

- 0) Ein neues Produktkonzept durch Optimierung seiner Funktion.
- 1) Auswahl von Materialien mit geringeren Auswirkungen auf die Umwelt.
- 2) Reduzierung der Materialströme.
- 3) Optimierung der Produktionstechniken.
- 4) Optimierung des Vertriebssystems.
- 5) Reduzierung der Umweltbelastungen während der Nutzung.
- 6) Planung für Langlebigkeit.
- 7) Planung für das Ende der Lebensdauer.

Zusätzlich zu den sieben oben aufgeführten Strategien, die sich auf verschiedene Phasen des Produktlebenszyklus beziehen, umfasst das Strategie-Rad auch die „0“-Strategie, die sich mit einem völlig neuen Konzept eines Produkts oder einer Dienstleistung befasst, indem sie dessen/deren Funktion optimiert. Dies ist eine wichtige Innovationsstrategie des „radikalen Wandels“, bei der die Entwicklung eines Produkts und/oder einer Dienstleistung die Bedürfnisse der Verbraucher definiert, die auf möglichst nachhaltige Weise erfüllt werden sollen. Wir betrachten das Produkt „aus der Vogelperspektive“ im Hinblick auf die verschiedenen Bedürfnisse, die es erfüllen muss, und überlegen uns andere Möglichkeiten, diese Bedürfnisse zu erfüllen.

Während des gesamten Prozesses der Definition einer Planungsstrategie für Nachhaltigkeit müssen wir die im zweiten Kapitel dieses Leitfadens analysierten Motivationsfaktoren (Kundenanforderungen, gesetzliche Anforderungen usw.) im Auge behalten, da sie uns bei unserer Arbeit als Orientierung dienen.

Das Strategie-Rad (Abbildung 6.1) kann verwendet werden, um die für das ausgewählte Produkt am besten geeigneten Planungsstrategien zu identifizieren. Die Ergebnisse der Ökobilanzierung (Kapitel 4) stehen in Zusammenhang mit einer möglichen Verbesserung der Nachhaltigkeitsplanungsstrategie. Die Ergebnisse der SWOT-Analyse und die Identifizierung der vorrangigen Motivationsfaktoren für die Nachhaltigkeitsplanung (Kapitel 2) können jedoch zu einer völlig anderen Richtung der Produktverbesserung führen.

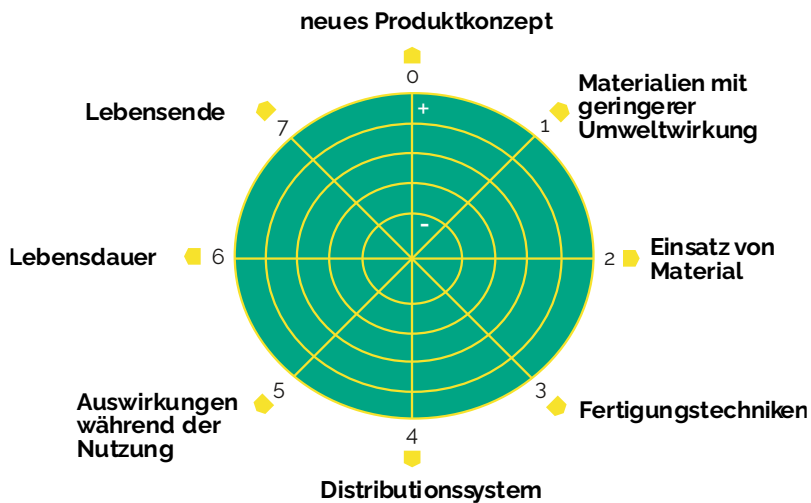


Abbildung 6.1 : Rad der Nachhaltigkeitsplanungsstrategien (Brezet, 1997).

Im Fall eines von einem Unternehmen entwickelten Elektronikprodukts könnten beispielsweise die Ergebnisse der Ökobilanzierung in Kapitel 4 den Energieverbrauch und die Energieverteilung als die Aspekte mit den größten Umweltauswirkungen hervorheben. Infolgedessen würde sich das Team auf Nachhaltigkeitsplanungsstrategien konzentrieren, die sich auf die „Verringerung der Auswirkungen während der Nutzung“ (Strategie 5) und die „Optimierung des Vertriebssystems“ (Strategie 4) beziehen. Andererseits könnte das Ergebnis der Bewertung der Motivationsfaktoren für die Nachhaltigkeitsplanung zeigen, dass Umweltvorschriften zur Rücknahme von Altgeräten und zur Verwendung gefährlicher Stoffe unerlässlich sind. Diese Erkenntnisse könnten zu der Entscheidung führen, sich auf die „Auswahl umweltfreundlicher Materialien“ (Strategie 1) und die „Planung für das Ende der Lebensdauer“ (Strategie 7) zu konzentrieren, wie in Abbildung 6.2 dargestellt.

Dies kann zu einer Bewertung der Kompromisse zwischen den Ergebnissen verschiedener Bewertungen führen. Um den Entscheidungsprozess zu erleichtern, kann das Team zwei Strategien für mögliche Verbesserungen auf der Grundlage der Folgenabschätzung der Nachhaltigkeitsplanung und zwei Strategien auf der Grundlage der Motivationsfaktoren der Nachhaltigkeitsplanung auswählen.

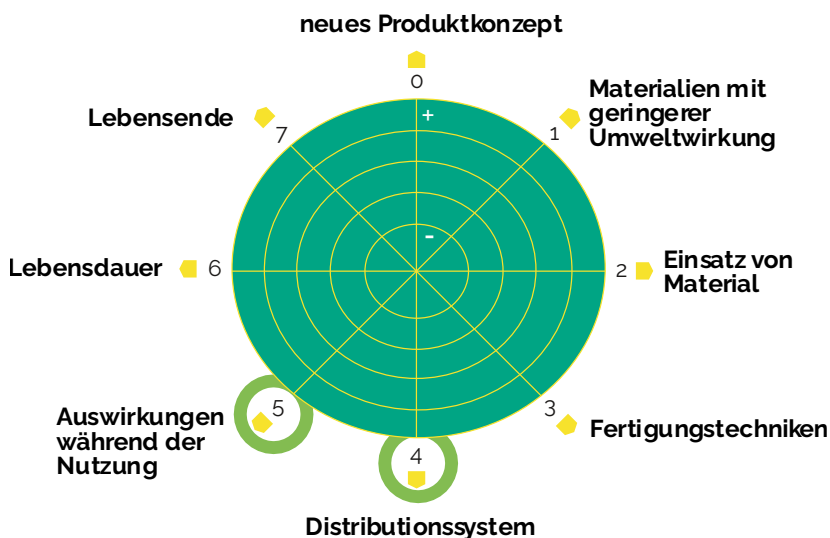


Abbildung 6.2: Beispiel für die Auswahl von Strategien zur Nachhaltigkeitsplanung auf der Grundlage (1) der Prioritäten der Nachhaltigkeitsplanungs-Auswirkungsbewertung (oben) und (2) der Prioritäten auf der Grundlage der motivierenden Faktoren der Nachhaltigkeitsplanung (unten) (Crul & Diehl, 2009).

Nach der Definition der Projektziele und der Auswahl der vier vorrangigen Planungsstrategien für Nachhaltigkeit verfügt das Team über eine Grundlage für die nächsten Schritte der Nachhaltigkeitsplanung, in denen Ideen generiert und Konzepte entwickelt werden.

✂ Arbeitsblatt 6.1: Entwicklung einer Planungsstrategie für Nachhaltigkeit

Kurzer Überblick (Entwurf, Briefing) über die Planung für Nachhaltigkeit

Sobald die wichtigsten Strategien für die Nachhaltigkeitsplanung ausgewählt wurden, erstellt das Team auch einen klar definierten Entwurf (oft als Briefing bezeichnet) der Nachhaltigkeitsplanung mit klaren Zielen und wichtigen Informationen, der die strategische Vision des Unternehmens und die spezifischen Ziele für das Produkt umfasst. Es wird empfohlen, dass der Entwurf von der Unternehmensleitung in Zusammenarbeit mit dem Projektteam für Nachhaltigkeitsplanung definiert wird. Der Entwurf der Nachhaltigkeitsplanung hat folgende Bedeutung:

- Er ist ein Instrument zur Projektplanung.
- Es handelt sich um ein schriftliches Dokument, das eine Reihe von Ideen enthält, die es dem Team ermöglichen, die Ziele des Projekts zu verstehen und umzusetzen.
- Er enthält eine kurze Beschreibung des Projekts, typische Nutzer und deren Anforderungen oder Bedürfnisse.
- Es kann Anforderungen und Einschränkungen auf technischer, finanzieller und gesetzlicher Ebene enthalten, sofern diese von Anfang an bekannt sind.
- Es handelt sich um ein offenes Dokument, das während des Planungsprozesses geändert werden kann.

Ein klarer und gut vorbereiteter Entwurf trägt zum Erfolg des Projekts bei, indem er die Möglichkeit einer Diskrepanz zwischen den Endergebnissen und den Zielen und Geschäftsanforderungen verringert. Der Entwurf der Nachhaltigkeitsplanung sollte mindestens Folgendes enthalten:

- die Gründe für die Wahl des Produkts,
- eine Angabe der sozialen (Menschen), ökologischen (Planet) und finanziellen (Profit) Ziele,
- ausgewählte Planungsstrategien für Nachhaltigkeit,
- die Art und Weise, wie das Projekt verwaltet wird,
- die endgültige Zusammensetzung des Projektteams,
- der Projektplan und der Zeitplan sowie
- Projektbudget und Aktivitätenübersicht.

✂ Arbeitsblatt 6.2: Erstellung einer kurze Übersicht (Entwurf/Kurzfassung) zum Thema Ökodesign.

6.1 Strategie 0: Ein neues Produktkonzept durch Optimierung seiner Funktion

Strategie 0 regt zum Nachdenken über ein völlig neues Konzept für ein Produkt oder eine Dienstleistung an, das dem Nutzer die gleiche oder eine bessere Funktionalität bei deutlich geringeren ökologischen und sozialen Auswirkungen bietet. Es handelt sich um eine sogenannte systemische Betrachtung, bei der wir das Grundbedürfnis erkennen, das das Produkt erfüllt, und versuchen, es mit alternativen Lösungen zu befriedigen, die nachhaltiger sind.

Die Analyse der Bedürfnisse des Nutzers ist der Schlüssel zur erfolgreichen Umsetzung dieser Strategie. Sie führt uns oft zu Dienstleistungsmodellen, Dematerialisierung oder Sharing statt individuellem Eigentum.

6.1.1 Dematerialisierung

Dematerialisierung bezieht sich auf den Ersatz physischer Produkte durch digitale oder immaterielle Lösungen, wodurch der Bedarf an Materialien, Energie, Transport und Lagerung reduziert wird. Beispiele für diese Art von Praxis sind E-Mail (anstelle von Papierkorrespondenz), Streaming-Videodienste (anstelle von DVDs), virtuelle Büros und digitale Quittungen.

Moderne Trends wie Digitalisierung, Automatisierung und IKT-Entwicklung ermöglichen eine breite Umsetzung der Dematerialisierung, was direkt die SDGs unterstützt (*Goedkoop, 1995*).

6.1.2 Gemeinsame Nutzung von Produkten

Die gemeinsame Nutzung von Produkten (z. B. Gemeinschaftswaschküchen, Werkzeugverleih, Coworking Spaces, gemeinsame Mobilität) ermöglicht eine bessere Auslastung der Produkte und reduziert den Bedarf an individuellem Besitz. Solche Modelle kommen sowohl den Nutzern als auch den Dienstleistern zugute: Sie senken die Kosten und vereinfachen die Wartung für die Nutzer und ermöglichen es den Anbietern, neue Geschäftsmodelle und nachhaltig ausgerichtete Dienstleistungen zu entwickeln.

Erfolgreiche Beispiele sind Carsharing-Modelle (z. B. Carsharing, Fahrgemeinschaften), öffentliche Fahrradverleihsysteme und Genossenschaften mit gemeinschaftlich genutzten Geräten.

6.1.3 Dienstleistung statt Produkt

Das Produkt-Service-System-Modell (PSS) ersetzt den Besitz eines Produkts durch eine Dienstleistung, die dem Nutzer den gleichen Nutzen bietet. Das Unternehmen bleibt somit Eigentümer des Produkts, kümmert sich um dessen Wartung, Aktualisierung und ordnungsgemäße Entsorgung, und der Nutzer bezahlt für die Funktion (z. B. Reinigungsservice, Mobilität, Kühlung).

Beispiel: Anstatt Klimaanlage zu verkaufen, bietet ein Unternehmen Kühlung als Dienstleistung an. Daher ist es daran interessiert, eine energieeffiziente und zuverlässige Lösung anzubieten und so die Gesamtumweltbelastung zu reduzieren. Dieser Ansatz wird oft mit einem Kreislaufwirtschaftsmodell kombiniert.

Tipps zur Umsetzung der Strategie o

Strategie o ist naturgemäß eher auf strategische Überlegungen als auf unmittelbare operative Maßnahmen ausgerichtet. Sie zielt darauf ab, das Unternehmen langfristig auf nachhaltige Geschäftsmodelle umzustellen. Daher liegen Entscheidungen über ihre Umsetzung oft in der Verantwortung der Unternehmensleitung, während das Entwicklungsteam Analysen, Vorschläge und Szenarien vorbereiten kann.

Sie eignet sich besonders, wenn:

- ein radikaler Innovationsbedarf besteht,
- eine Veränderung des Marktes oder der Verbrauchergewohnheiten festgestellt wird;
- das Unternehmen neue nachhaltige Geschäftsmodelle entwickeln möchte (z. B. Abonnementsysteme, PSS, digitale Dienste).

6.2 Strategie 1: Auswahl eines Materials mit geringeren Umweltauswirkungen

Der erste Schritt im Zyklus der Planung von Nachhaltigkeitsstrategien konzentriert sich auf die Auswirkungen der verwendeten Materialien. Er ist nach den verschiedenen Eigenschaften der Materialien unterteilt, wobei es ratsam ist, ungiftige und erneuerbare Materialien, energiearme Materialien, recycelte Materialien (aus dem Recycling) und recycelbare Materialien (für das Recycling geeignet) zu wählen.

Einige Materialien und Zusatzstoffe sollten vermieden werden, da sie giftig sind oder bei ihrer Herstellung, Verwendung, Verbrennung oder Entsorgung giftige Emissionen verursachen. Diese Materialien sind oft nicht der Hauptbestandteil des Produkts (mit Ausnahme einiger, z. B. Batterien, Blei), sondern Zusatzstoffe in Form von Farbstoffen, Wärme- oder UV-Stabilisatoren, Flammenschutzmitteln, Weichmachern, Füllstoffen, Expandern, Antioxidantien usw. Einige Farbstoffe und Flammenschutzmittel sind besonders gefährlich. In vielen Ländern ist die Verwendung hochgiftiger Substanzen gesetzlich verboten.

Bei der Produktentwicklung ist es wichtig, möglichst ungiftige Materialien zu wählen. Bei der Entwicklung eines Produkts sollte besonderes Augenmerk auf Schwermetalle, Quecksilber und Blei gelegt werden, die zu den gefährlichsten Stoffen zählen. Quecksilber wird in mehreren Ländern nach und nach verboten. Cadmium, dessen Gehalt in der Umwelt zunimmt, gibt ebenfalls Anlass zur Sorge. In einigen Ländern ist es in Produkten wie Farbstoffen verboten.

Es ist notwendig, Materialien aus Ressourcen zu vermeiden, die sich nicht selbst regenerieren oder deren Gewinnung zeitaufwändig ist, was auf eine Erschöpfung dieser Ressource hindeutet. Beispiele hierfür sind fossile Brennstoffe, tropische Laubbäume und Metalle wie Kupfer, Zinn, Zink und Platin.

Einige Wissenschaftler sind der Meinung, dass die Erschöpfung von Ressourcen ein geringfügiges Umweltproblem darstellt, da es sich um Materialien handelt, die aufgrund ihrer zunehmend schwierigen Verfügbarkeit mit der Zeit sehr teuer werden. Infolgedessen werden solche Materialien zunehmend recycelt oder durch alternative Materialien ersetzt. In der Regel führt jedoch die Verbreitung von Material von einem Ort, an den es nie zurückgebracht wird, zu einer Anreicherung von Material in der Umwelt, das somit schon vor der Erschöpfung der Ressource schädlich wird.

Nicht erneuerbare Materialien werden nicht nachhaltig genutzt. Erdöl ist der Grundstoff für petrochemische Prozesse und in der chemischen Industrie weit verbreitet. Der Ersatz der erdölbasierten Chemie wird unter dem Namen „grüne Chemie“ langsam umgesetzt. Die Grundchemikalien werden in diesem Fall auf der Basis von Biomasse hergestellt und können zu Kunststoffen und anderen Materialien weiterverarbeitet werden. In einigen Prozessen werden pflanzliche Öle (z. B. Rapsöl) verwendet. Die meisten Erdölprodukte werden zur thermischen Verwertung verbrannt, sodass der Ersatz fossiler Brennstoffe in der Industrie eine Notwendigkeit ist.

Auch Nichteisenmetalle werden in großem Umfang verwendet, obwohl sie kein nachwachsender Rohstoff sind. Die Herstellung von Primärmetallen hat im Vergleich zu Sekundärmetallen, die wiederverwendet oder ersetzt werden, erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt. So wirkt sich beispielsweise der Ersatz von Kupfer durch Glasfasern in Kommunikationssystemen positiv auf die Umwelt aus, obwohl Kupfer nicht kurz vor der Erschöpfung steht und ungiftig ist. Die Verwendung von recycelbaren Metallen hat ebenfalls positive Auswirkungen auf die Umwelt. Das Recycling von Metallen ist eine umweltpolitisch wichtige Maßnahme, insbesondere wenn es um giftige Metalle wie Blei geht. Mit sorgfältig konzipierten Systemen kann das Recycling sehr effizient sein, beispielsweise bis zu 99 % bei Blei.

Einige Materialien haben aufgrund der hohen Energieintensität ihrer Gewinnung und Herstellung einen höheren Energiegehalt als andere. Die Verwendung solcher Materialien ist nur dann gerechtfertigt, wenn sie im praktischen Einsatz zu anderen positiven Umweltvorteilen führt. Aluminium hat beispielsweise einen hohen Energiegehalt, da es sehr viel Strom verbraucht. Dennoch ist seine Verwendung für ein Produkt gerechtfertigt, das häufig transportiert wird und für das es ein Recyclingsystem gibt. Der Grund dafür liegt in der Leichtigkeit von Aluminium und seiner Eignung für das Recycling.

Recycelte Materialien sind Materialien, die bereits in einem Produkt verwendet wurden. Gegebenenfalls ist es notwendig, solche Materialien so oft wie möglich zu verwenden, damit die Materialien und die für ihre Herstellung aufgewendete Energie nicht verloren gehen. Ein Beispiel hierfür ist Kupfer: Recyceltes

Kupfer ist um ein Vielfaches weniger materialintensiv als Primärkupfer. Die ökologische Belastung durch Primärkupfer ist um ein Vielfaches höher als die von recyceltem Kupfer. Auch recyceltes Eisen und recyceltes Aluminium verbrauchen weniger Ressourcen als das Primärmetall. Die Verwendung von recycelten Materialien entspricht dem „Schließen von Materialkreisläufen“.

Strategietipp 1: Wählen Sie ein Material mit geringer Umweltbelastung

Sauberere Materialien

- Verwenden Sie keine Materialien oder Zusatzstoffe, die aufgrund ihrer Toxizität verboten sind. Dazu gehören unter anderem PCB (polychlorierte Biphenyle), PCT (polychlorierte Terphenyle), Blei (in PVC, Elektronik, Farbstoffen, Batterien), Cadmium (in Farbstoffen und Batterien) und Quecksilber (in Thermometern, Schaltern, Leuchtstoffröhren).
- Vermeiden Sie Materialien und Zusatzstoffe, die die Ozonschicht schädigen, wie Chlor, Fluor, Brom, Methylbromid, Halone, Aerosole, Schaumstoffe, Kältemittel und Lösungsmittel, die FCKW (Fluorchlorkohlenwasserstoffe) enthalten.
- Vermeiden Sie die Verwendung von Kohlenwasserstoffen, die Sommersmog verursachen.
- Suchen Sie nach Alternativen zu Oberflächenbehandlungstechniken wie Heißgalvanisierung, elektrolytischer Zinkgalvanisierung und elektrolytischer Verchromung.
- Suchen Sie nach Alternativen zu Nichteisenmetallen wie Kupfer, Zink, Messing, Chrom und Nickel, da bei deren Herstellung schädliche Emissionen entstehen.

Erneuerbare Materialien

- Suchen Sie nach Alternativen zu erschöpfbaren, nicht erneuerbaren Materialien.

Materialien mit geringem Energiegehalt

- Vermeiden Sie energieintensive Materialien wie Aluminium in Produkten mit kurzer Lebensdauer.
- Vermeiden Sie Rohstoffe, die in intensiver Landwirtschaft produziert werden.

Recycelte Materialien

- Verwenden Sie nach Möglichkeit recycelte Materialien, um die Marktnachfrage nach recycelten Materialien zu steigern.
- Verwenden Sie Sekundärmetalle wie Sekundäraluminium und -kupfer anstelle ihrer neuen (Primär-)Äquivalente.
- Verwenden Sie recycelte Kunststoffe für die inneren Teile von Produkten, die nur eine tragende Funktion haben und keine hohen Anforderungen an mechanische, hygienische oder tolerante Eigenschaften stellen.
- Wenn Hygiene wichtig ist (wie bei Kaffeetassen und anderen Verpackungen), können Sie ein Laminat mit einem Kern aus recyceltem Kunststoff und einer Außenschicht aus neuem Kunststoff verwenden.
- Nutzen Sie die einzigartigen Eigenschaften von recycelten Materialien im Designprozess (z. B. Variationen in Farbe und Textur).

Recyclbare Materialien

- Wählen Sie nur eine Art von Material für das gesamte Produkt und für einzelne Baugruppen.
- Ist dies nicht möglich, wählen Sie miteinander kompatible Materialien.
- Vermeiden Sie die Verwendung von Materialien, die schwer zu trennen sind, wie Verbundwerkstoffe, Lamine, Füllstoffe, Flammenschutzmittel und Glasfaserverstärkungen.
- Verwenden Sie nach Möglichkeit bereits auf dem Markt befindliche recycelte Materialien.
- Die Verwendung von Materialien, die die Umwelt belasten, wie z. B. Etiketten, die das Recycling behindern, sollte vermieden werden.

Materialien mit positiven sozialen Auswirkungen (Generierung lokaler Einnahmen)

- Nutzen Sie Materialien, die von lokalen Herstellern produziert werden.
- Ermutigen Sie lokale Unternehmen, Materialrecyclingmaßnahmen umzusetzen, die die Rohstoffe des Unternehmens (teilweise) ersetzen können.

6.3 Strategie 2: Reduzierung des Materialverbrauchs

Die Reduzierung des Gewichts und der Größe des Produkts spiegelt sich in einem geringeren Materialverbrauch und Energieverbrauch wider. Die Reduzierung des Materialverbrauchs bedeutet, dass für die Herstellung zuverlässiger und robuster Produkte so wenig Material wie möglich verwendet wird. Dazu gehört auch die Planung eines minimalen Produktvolumens, damit das Produkt während des Transports und der Lagerung so wenig Platz wie möglich einnimmt.

Produkte werden oft bewusst schwerer oder größer gestaltet, damit sie hochwertiger wirken. Diese Produktidee lässt sich auch durch verschiedene Designtechniken umsetzen. Natürlich sollten Produkte nicht so leicht sein, dass ihre technische Lebensdauer beeinträchtigt wird, aber in vielen Fällen ist eine Reduzierung des Gewichts oder Volumens des Produkts möglich.

Die Verwendung von weniger Rohstoffen zur Herstellung eines Produkts hat einen direkten Einfluss auf die Verringerung seiner Umweltbelastung. Weniger Materialien bedeuten einen geringeren Verbrauch von Rohstoffen, weniger Abfall und eine geringere Umweltbelastung durch den Transport. Als Beispiel können wir Computer anführen, die heute auf miniaturisierten elektronischen Bauteilen basieren, weshalb ihre Größe im Vergleich zu denen vor 20 Jahren deutlich abgenommen hat.

Die Dematerialisierung ist sehr wichtig, wenn es um den Transport von Rohstoffen von den Lieferanten zu den Herstellern sowie des Endprodukts zu den Händlern und Verbrauchern geht. Durch die Verringerung der Größe und des Volumens des Produkts werden der Bedarf an Transport- und Lagereinrichtungen sowie der Energiebedarf für den Transport reduziert. Dies kann die Wirtschaftlichkeit der Produktion erheblich verbessern.

Tipps für Strategie 2: Reduzierung des Materialverbrauchs

Gewichtsreduzierung

- Sichern Sie die Festigkeit des Produkts durch Konstruktionstechniken wie die Verstärkung der Rippen, anstatt das Produkt überdimensioniert zu gestalten.
- Bringen Sie die Qualität des Produkts durch gutes Design zum Ausdruck und nicht durch Überdimensionierung.
- Berücksichtigen Sie die multifunktionale Nutzung des Produkts (z. B. kann ein Sonnenkollektor auf dem Dach auch als Dach dienen).

Reduzierung des (Transport-)Volumens

- Reduzieren Sie das für den Transport und die Lagerung eines Produkts erforderliche Volumen, indem Sie dessen Größe und Gewicht verringern.
- Entwerfen Sie ein Produkt, das faltbar ist oder Teil eines Satzes von Produkten ist, die ineinandergesteckt werden können (Nesting).
- Erwägen Sie, das Produkt in nicht montierter Form zu transportieren, wobei die Montage einem Dritten oder sogar dem Endverbraucher überlassen bleibt.

6.4 Strategie 3: Optimierung der Produktionstechniken

Die Produktplanung erfordert eine sorgfältige Berücksichtigung der Produktionsphase. Von den Produktionstechniken wird erwartet, dass sie eine geringe Umweltbelastung haben, weniger Hilfsstoffe (insbesondere gefährliche) und Energie verbrauchen, was zu begrenzten Rohstoffverlusten und einer minimalen Abfallerzeugung führt.

Eine solche Strategie wird als „cleaner manufacturing approach“ (sauberer Fertigungsansatz) bezeichnet, mit dem die Industrie zunehmend vertraut ist. Umweltverbesserungen im Produktionsprozess sind eine der Komponenten des heute in der Industrie verwendeten Umweltmanagementsystems und können durch das EMAS-System (EU-Umweltmanagementsystem für Organisationen) oder die Norm ISO 14001 zertifiziert werden. Die Umweltverbesserung des Produktionsprozesses ist eine der Komponenten des Umweltmanagementsystems. Der Ansatz der saubereren Produktion geht jedoch über die Grenzen der Produktionsstätte hinaus und gilt auch für Lieferanten, die ebenfalls eine effizientere Nutzung von Materialien in der Produktion anstreben müssen, z. B. durch gutes Management, ein geschlossenes Produktionssystem und internes Recycling. Heutzutage verlangen viele Unternehmen von ihren Lieferanten ein zertifiziertes Umweltmanagementsystem.

Das Nachhaltigkeitsplanungsteam wird nicht immer die Möglichkeit haben, sich über alternative Fertigungstechniken zu beraten. In diesem Fall wird empfohlen, Fertigungstechniken zu wählen, die die Umweltbelastung reduzieren. Im Produktionsprozess wird empfohlen, möglichst wenige Fertigungstechniken einzusetzen.

Die Gewinnung von Rohstoffen und die Herstellung des Produkts erfordern Energie. In beiden Prozessen können durch die Minimierung des Energieverbrauchs und die Verwendung der geeigneten Energieart erhebliche Umweltvorteile erzielt werden. Einige Gewinnungsverfahren sind energieintensiv, wie beispielsweise die Herstellung von Primäraluminium. Die Reduzierung des Energieverbrauchs bringt erhebliche finanzielle Vorteile mit sich, da durch die geringere Besteuerung von Energieprodukten die Kosten sinken. Außerdem wird die Energieabhängigkeit verringert, wodurch die Produktion weniger anfällig für Energieversorgungsprobleme ist, z. B. an kalten Wintertagen.

Der bestehende Produktionsprozess muss im Hinblick auf einen möglichst effizienten Stoffwechsel optimiert werden, um Abfallströme und Emissionen zu minimieren. Das Ziel der Umweltplanung sollte auch die Reduzierung des Verbrauchs von Verbrauchsmaterialien oder Treibstoffen und die Vermeidung der Verwendung gefährlicher Stoffe umfassen. Um diese Möglichkeiten zu erkennen, wird empfohlen, die Produktion hinsichtlich der Menge der verwendeten Materialien, des Verbrauchs gefährlicher Stoffe und der Abfallmenge zu überprüfen (Audit).

Strategietipp 3: Optimierung der Produktionstechniken

Sauberere Produktionstechniken

- Wählen Sie nach Möglichkeit eine sauberere Produktionstechnik, die weniger schädliche Hilfsstoffe oder Zusatzstoffe erfordert. Beispielsweise können FCKW und andere chlorierte Bleichmittel im Entfettungsprozess ersetzt werden.
- Wählen Sie Fertigungstechniken, die weniger Emissionen verursachen, wie z. B. Biegen statt Schweißen und Verbinden statt Löten.
- Wählen Sie Verfahren, die eine möglichst effiziente Nutzung des Materials ermöglichen, wie z. B. Pulverbeschichtung anstelle von Farbspritzverfahren.

Produktion mit weniger Schritten

- Verwenden Sie die minimale Anzahl von Schritten bei den Fertigungstechniken.
- Kombinieren Sie die Funktionen von Bauteilen in einem einzigen Bauteil, sodass weniger Fertigungsprozesse erforderlich sind.
- Verwenden Sie Materialien, die keine zusätzliche Oberflächenbehandlung erfordern.

Geringerer/sauberer Energieverbrauch

- Reduzieren Sie den Energieverbrauch in bestehenden Produktionsprozessen.
- Motivieren Sie die Produktionsabteilung und Lieferanten zu einer energieeffizienteren Produktion.
- Förderung der Nutzung erneuerbarer Energiequellen wie Biomasse, Wind, Wasserkraft, Solarenergie, Erdgas und schwefelarme Kohle.

Reduzierung der Abfallproduktion

- Planung des Produkts zur Reduzierung von Materialabfällen, insbesondere bei Prozessen wie Sägen, Drehen, Fräsen, Pressen und Schneiden.
- Reduzierung der Abfallmenge und des Ausschussanteils während der Produktion.
- Recycling von Produktionsrückständen innerhalb eines Prozesses oder Unternehmens.

Geringerer/sauberer Verbrauch von Verbrauchsmaterialien

- Reduzieren Sie den Verbrauch von Verbrauchsmaterialien während der Produktion, z. B. durch eine Produktgestaltung, bei der der Abfall beim Schneiden auf einen bestimmten Bereich beschränkt ist, wodurch die Reinigungskosten gesenkt werden.
- Beraten Sie sich mit der Produktionsabteilung und den Lieferanten des Unternehmens über die Möglichkeiten einer effizienteren Nutzung von Materialien in der Produktion, z. B. durch gutes Management, ein geschlossenes Produktionssystem und internes Recycling.

Sicherheit und Sauberkeit am Arbeitsplatz

- Wählen Sie Fertigungstechnologien, die weniger Schadstoffe erfordern und weniger giftige Emissionen verursachen.
- Verwenden Sie Produktionstechniken, die weniger Abfall verursachen, und organisieren Sie ein effizientes Wiederverwendungs- und Recyclingsystem für die verbleibenden Abfälle innerhalb des Unternehmens.
- Führen Sie ein integriertes System zur Bewertung der Unternehmensleistung ein, das die Gewährleistung der Gesundheit und Sicherheit des Unternehmens umfasst, wie z. B. den Sozialverwaltungsstandard SA 8000.

6.5 Strategie 4: Optimierung des Vertriebssystems

Die Strategie eines effizienten Vertriebssystems stellt sicher, dass das Produkt so effizient wie möglich vom Werk zum Einzelhändler und zum Verbraucher transportiert wird. Dies gilt für das Produkt selbst, die Verpackung, die Transportart und die Logistik. Wenn das Projekt auch eine detaillierte Analyse der Verpackung umfasst, muss die Verpackung als eigenständiges Produkt mit einer eigenen Lebensdauer betrachtet werden.

Der naheliegendste Weg, den Transportaufwand zu reduzieren, ist die Zusammenarbeit mit lokalen Lieferanten, da so Langstreckentransporte vermieden werden können. Mit dem Prinzip „kleiner/sauberer/wiederverwendbarer Verpackungen“ können wir Abfall und Emissionen vermeiden. Je weniger Verpackung benötigt wird, desto größer sind die Einsparungen bei den verwendeten Materialien und der Transportenergie. Die Optimierung des Vertriebssystems wird auch durch die Wahl des Transportmittels beeinflusst (z. B. ist der Seetransport umweltfreundlicher als der Lufttransport). Eine effiziente Beladung des gewählten Transportmittels und eine effiziente Distributionslogistik können ebenfalls die Umweltbelastung reduzieren.

Strategietipp 4: Optimierung des Vertriebssystems

Kleinere/sauberere/wiederverwendbare Verpackungen

- Wenn die Verpackung ganz oder teilweise dazu dient, das Produkt attraktiv zu machen, verwenden Sie ein ansprechendes, aber schlankes Design, um denselben Effekt zu erzielen.
- Erwägen Sie für den Versand und offene Verpackungen die Wiederverwendung der Verpackung in Kombination mit einem Pfand- oder Rückgabesystem.
- Verwenden Sie für die Art der Verpackung geeignete Materialien – vermeiden Sie beispielsweise PVC und Aluminium in Einwegverpackungen.
- Verwenden Sie das Mindestvolumen und -gewicht der Verpackung.
- Stellen Sie sicher, dass die Verpackung für die Reduzierung des Volumens, das Falten und das Ineinanderschichten des Produkts geeignet ist.

Ein energieeffizienter Transportweg

- Motivieren Sie die Vertriebsabteilung, umweltschädliche Transportmittel zu vermeiden.
- Der Transport per Schiff oder Bahn ist dem Transport per Lkw vorzuziehen.
- Lufttransporte sollten nach Möglichkeit vermieden werden.

Energieeffiziente Logistik

- Motivieren Sie den Vertrieb, mit lokalen Lieferanten zusammenzuarbeiten, um lange Transportwege zu vermeiden.
- Motivieren Sie die Vertriebsabteilung, effektive Vertriebsformen zu implementieren – beispielsweise den gleichzeitigen Vertrieb großer Mengen unterschiedlicher Waren.
- Verwenden Sie standardisierte Transport- und Großverpackungen (z. B. Europaletten und Verpackungsmodule mit Standardabmessungen).

Einbeziehung lokaler Lieferanten

- Prüfen Sie Möglichkeiten für die lokale Beauftragung von Transport-/Vertriebsdienstleistungen.
- Bilden Sie ein Logistik-Konsortium mit Partnern aus der Gemeinde für einen gemeinsamen und effizienteren Vertrieb und Transport unter Einbeziehung lokaler Distributoren.

6.6 Strategie 5: Verringerung der Umweltauswirkungen während der Nutzung

Um die Bedürfnisse der Nutzer mit einem Produkt zu erfüllen, sind meist Verbrauchsmaterialien (wie Wasser, Reinigungsmittel, Lebensmittel, Energie) und Zusatzprodukte (Batterien, Ladekartuschen, Filter usw.) erforderlich. Dies gilt auch für die Aggregation und Reparatur. Diese Strategie zielt darauf ab, das Produkt so zu gestalten, dass die Wahrscheinlichkeit von Verschüttungen oder unnötigen Abfallstoffen minimiert wird und daher keine umweltfreundlichere Alternative gesucht werden muss.

Das Ziel der Reduzierung des Energieverbrauchs besteht darin, energieeffizientere Komponenten auszuwählen oder bestimmte Komponenten wegzulassen, wodurch auch die Emissionen von Treibhausgasen und versauernden Gasen (SO_x und NO_x) reduziert werden. Umweltanalysen haben gezeigt, dass die Nutzungsphase energieverbrauchender Produkte die größten Auswirkungen auf die Umwelt hat. Durch den Einsatz sauberer Energiequellen können umweltschädliche Emissionen insbesondere bei energieintensiven Produkten erheblich reduziert werden. Das Ziel der Strategie zur Reduzierung des Verbrauchs von Verbrauchsmaterialien besteht darin, ein Produkt zu entwickeln, für dessen Betrieb nur eine minimale Menge an Hilfsstoffen erforderlich ist. Wenn im Rahmen eines Projekts auch ein Zusatzprodukt oder Verbrauchsmaterial verbessert werden soll, muss es als eigenständiges Produkt mit eigenem Lebenszyklus betrachtet werden. Das Produkt kann auch so gestaltet werden, dass es den Verbraucher zu einer effizienteren Nutzung anregt und so Abfall reduziert wird.

Tipps für Strategie 5: Verringerung der Umweltauswirkungen während der Nutzung

Geringer Stromverbrauch

- Verwenden Sie die Komponenten mit dem niedrigsten Stromverbrauch auf dem Markt.
- Verwenden Sie den Standard-Abschaltmodus.
- Stellen Sie sicher, dass der Benutzer Uhren, Standby-Funktionen und ähnliche Geräte ausschalten kann.
- Wenn Energie zum Bewegen des Produkts verbraucht wird, sollte das Produkt so leicht wie möglich sein.
- Wenn Energie zum Erhitzen der Substanz verwendet wird, sollten die entsprechenden Komponenten ausreichend isoliert sein.

Saubere Energiequelle

- Wählen Sie die am wenigsten schädliche Energiequelle.
- Fördern Sie nicht die Verwendung von Einwegbatterien – beispielsweise kann ein tragbares Radio mit einem Ladegerät ausgestattet sein, das die Verwendung von wiederaufladbaren Batterien fördert.
- Fördern Sie die Verwendung sauberer Energie, wie z. B. schwefelarme Energiequellen (Erdgas und schwefelarme Kohle), Biokraftstoffe, Wind-, Wasser- und Sonnenenergie.

Weniger Verbrauchsmaterialien erforderlich

- Planen Sie Ihr Produkt so, dass weniger Hilfsstoffe verbraucht werden – verwenden Sie beispielsweise einen permanenten Filter in einer Kaffeemaschine anstelle von Papierfiltern und planen Sie die richtige Filterform, um eine optimale Nutzung des Kaffees zu gewährleisten.
- Prüfen Sie die Möglichkeit der Wiederverwendung von Verbrauchsmaterialien (z. B. Wiederverwendung von Wasser in der Spülmaschine).

Sauberere Verbrauchsmaterialien

- Entwerfen Sie Ihr Produkt so, dass es die saubersten verfügbaren Verbrauchsmaterialien verwendet.
- Stellen Sie sicher, dass die Verwendung des Produkts nicht zu versteckten und schädlichen Abfällen führt (z. B. durch den Einbau geeigneter Filter).

Reduzierung von Energie- und Verbrauchsmaterialverlusten

- Verhindern Sie den Missbrauch des Produkts durch klare Anweisungen und eine geeignete Formatierung.
- Entwerfen Sie das Produkt so, dass der Benutzer keine Hilfsstoffe unnötig verschwendet (z. B. muss die Einfüllöffnung groß genug sein, um ein Verschütten zu verhindern).
- Verwenden Sie Kalibrierungsmarkierungen auf dem Produkt, damit der Benutzer genau weiß, wie viel Hilfsstoff (z. B. Waschpulver) verwendet werden muss.
- Stellen Sie sicher, dass der Standardzustand des Produkts aus ökologischer Sicht am wünschenswertesten ist (z. B. „keine Verschlüsse auf den Getränkebechern aus dem Automaten“ oder „beidseitiger Kopiermodus“ usw.).

Gesundheitsförderung, sozialer Mehrwert

- Überprüfen Sie die Auswirkungen des Produkts auf die Gesundheit des Benutzers und vermeiden Sie die Verwendung von giftigen Substanzen, Strahlung usw.
- Entwerfen Sie das Produkt entsprechend den sozioökonomischen Bedürfnissen und Fähigkeiten der Benutzergruppen.
- Bewerten Sie Produktplanungsoptionen für einkommensschwache soziale Gruppen.

6.7 Strategie 6: Optimierung der Lebensdauer des Produkts

Das Ziel einer Strategie zur Optimierung der Produktlebensdauer ist es, die technische Lebensdauer (den Zeitraum, in dem das Produkt ordnungsgemäß funktioniert) und die ästhetische Lebensdauer (den Zeitraum, in dem das Produkt für den Nutzer attraktiv ist) zu verlängern, damit es so lange wie möglich verwendet werden kann. Alle folgenden Grundsätze beschreiben dieses Ziel, denn je länger das Produkt die Anforderungen des Nutzers erfüllt, desto geringer ist dessen Bedarf, ein neues Produkt zu kaufen.

Manchmal ist es jedoch besser, die Lebensdauer des Produkts nicht zu verlängern. Wenn die technische Lebensdauer länger ist als die ästhetische Lebensdauer, muss ein neues Verhältnis gefunden werden. Es ist notwendig, die technische Lebensdauer zu verkürzen oder, wenn möglich, die ästhetische Lebensdauer zu verlängern. Eine kürzere Lebensdauer ist akzeptabel, wenn neue, weniger energieintensive Alternativen auf den Markt kommen. Die Erhöhung der Zuverlässigkeit und Haltbarkeit von Produkten ist eine vertraute Aufgabe für Produktplaner. Eine einfache Wartung oder Reparatur sind wichtige Garantien dafür, dass das Produkt rechtzeitig gereinigt, gewartet und repariert wird. Die Wahl einer modularen Struktur oder eines flexiblen Produkts ermöglicht es, ein Produkt, das aus technischer oder ästhetischer Sicht nicht mehr optimal ist, „wiederzubeleben“. Auf diese Weise entspricht das Produkt weiterhin den (geänderten) Bedürfnissen des Nutzers. Eines der Ziele der Nachhaltigkeitsplanung ist es auch, trendiges Design zu vermeiden, das dazu führen kann, dass der Nutzer das Produkt ersetzt, sobald es aus der Mode kommt. Die meisten Produkte erfordern eine gewisse Wartung und Reparaturen, damit sie attraktiv und funktionsfähig bleiben. Der Nutzer ist bereit, Zeit für diese Aktivitäten aufzuwenden, wenn er sich um das Produkt kümmert. Daher ist es bei der Entwicklung eines Produkts notwendig, eine starke Bindung des Nutzers zum Produkt aufzubauen.

Tipps für Strategie 6: Optimierung der Produktlebensdauer

Zuverlässigkeit und Langlebigkeit

- Entwickeln Sie ein gut durchdachtes Produktdesign und vermeiden Sie Schwachstellen. Zu diesem Zweck stehen spezielle Methoden zur Verfügung, wie beispielsweise die Analyse möglicher Fehler und ihrer Folgen (Analysis of Possible Errors and Their Consequences). FMEA – Failure Mode and Effects Analysis.

Einfachere Wartung und Reparatur

- Entwerfen Sie das Produkt so, dass es leicht zu warten ist.
- Geben Sie an, wie sich das Produkt zum Reinigen oder Reparieren öffnen lässt, z. B. wo der Schraubendreherhebel zum Öffnen von Teilen des Produkts verwendet wird.
- Geben Sie an, welche Teile des Produkts auf besondere Weise gereinigt oder gewartet werden müssen, z. B. durch farbcodierte Schmierstellen.
- Geben Sie an, welche Teile des Produkts häufiger überprüft werden müssen (schneller Verschleiß).
- Machen Sie die Verschleißstellen erkennbar, damit der Austausch oder die Reparatur rechtzeitig erfolgen kann.
- Platzieren Sie Teile, die relativ schnell verschleißen, nahe beieinander und leicht erreichbar, damit sie einfach ausgetauscht oder repariert werden können.

Modulare Produktstruktur

- Entwerfen Sie das Produkt in Modulen, damit es zu einem späteren Zeitpunkt durch Hinzufügen neuer Module oder Funktionen aufgerüstet werden kann (z. B. durch Einstecken einer größeren Speicherkapazität in Ihren Computer).
- Entwerfen Sie das Produkt in Modulen so, dass technisch oder ästhetisch veraltete Module aufgearbeitet werden können (z. B. Möbel mit austauschbaren Kappen, die entfernt, gereinigt und möglicherweise aufgearbeitet werden können).

Klassisches Design

- Planen Sie das Aussehen des Produkts so, dass es nicht schnell uninteressant wird. Dadurch wird sichergestellt, dass die ästhetische Lebensdauer des Produkts nicht geringer ist als seine technische Lebensdauer.

Starke Verbindung zwischen Produkt und Nutzer

- Entwerfen Sie das Produkt so, dass es den (möglicherweise versteckten) Anforderungen des Benutzers über einen langen Zeitraum gerecht wird.
- Machen Sie die Wartung und Reparatur des Produkts zu einer Freude und nicht nur zu einer Pflicht.
- Steigern Sie den Wert des Produkts in Bezug auf Design und Funktionalität so, dass der Benutzer es nicht verwechseln möchte.

Integration lokaler Wartungssysteme und -dienstleistungen

- Planen Sie Ihr Produkt unter Berücksichtigung lokaler Service- und Wartungsunternehmen.
- Entwickeln Sie gemeinsam neue innovative Dienstleistungen und Wiederverwendungszentren in der Region, die sowohl neue als auch bestehende Produkte warten können.

6.8 Strategie 7: Planung für das Ende der Lebensdauer eines Produkts

Das End-of-Life-System bezieht sich auf die Entsorgung eines Produkts am Ende seiner Lebensdauer. Das Ziel dieser Strategie ist es, die wertvollen Bestandteile des Produkts wiederzuverwenden und eine ordnungsgemäße Abfallentsorgung sicherzustellen. Die Wiederverwendung eines Produkts, seiner Komponenten oder Materialien kann die Umweltbelastung verringern, indem neue Materialien und Energie wiederverwendet und zusätzliche gefährliche Emissionen vermieden werden. Wenn es nicht möglich ist, den Material- und Energiekreislauf zu schließen, muss eine sichere Verbrennung oder Entsorgung der Abfälle gewährleistet sein.

Die geeignetste Lösung ist das Recycling des gesamten Produkts für denselben oder einen neuen Verwendungszweck. Je mehr ein Produkt seine ursprüngliche Form beibehält, desto geringer sind die Umweltauswirkungen, wobei die gleichzeitige Entwicklung der Rückgabe und des Recyclings des Produkts zu berücksichtigen ist. Ein Produkt kann wiederverwendet werden, indem Teile davon ersetzt oder an anderer Stelle verwendet werden. Bei der Konstruktion eines Produkts muss die Möglichkeit der Wiederverwendung von Teilen oder des gesamten Produkts berücksichtigt werden. Recycling als Wiederverwendung eines Materials in einem Produkt ist eine häufig angewandte Strategie, da es wenig Zeit und geringe Investitionen erfordert: Es ist notwendig, ein Produkt zu entwerfen, das leicht zu zerlegen ist, und dafür geeignete Materialien zu verwenden. Ein weiterer Grund für die Beliebtheit des Recyclings ist der finanzielle Vorteil, den es mit sich bringt. Außerdem ist es einfach, sowohl innerhalb als auch außerhalb des Unternehmens über die Bedeutung des Recyclings zu kommunizieren.

Recycling erfordert ein System zur Sammlung der Materialien, zum Transport der Materialien zu den entsprechenden Unternehmen und möglicherweise ein Rücknahmesystem. Es ist falsch, die Recyclingfähigkeit eines Produkts hervorzuheben, wenn kein Rücknahme- und Recyclingsystem vorhanden ist. Wenn wir Recycling gegenüber anderen Strategien mit höherem Umweltnutzen priorisieren, ist es ratsam, diese Entscheidung sorgfältig zu überdenken. Es gibt mehrere Stufen des Recyclings, die zusammen eine „Recycling-Kaskade“ bilden: Primärrecycling (für den ursprünglichen Verwendungszweck), Sekundärrecycling (für eine Verwendung mit geringerer Qualität) und Tertiärrecycling (Aufspaltung des Materials in Grundrohstoffe). Erst wenn alle Möglichkeiten der Wiederverwendung oder des Recyclings ausgeschöpft sind, kommt die Möglichkeit der thermischen Behandlung von Abfällen in modernen Müllverbrennungsanlagen in Betracht.

Tipps für Strategie 7: Planung für das Ende der Lebensdauer eines Produkts

Wiederverwendung des Produkts

- Geben Sie dem Produkt ein klassisches Design, damit es ästhetisch ansprechend und für den Zweitnutzer attraktiv ist.
- Überlegen Sie, wie der Nutzer das Produkt nach Erfüllung seiner ursprünglichen Funktion verwenden könnte.
- Achten Sie darauf, dass das Design des Produkts so gestaltet ist, dass es technisch nicht zu schnell veraltet.

Verarbeitung und Aufarbeitung des Produkts

- Entwerfen Sie das Produkt (vom Produkt bis zu den montierten Teilen) so, dass es für die Inspektion, Reinigung, Reparatur und den Austausch von anfälligen oder innovationsempfindlichen Teilen des Produkts verfügbar ist.
- Das Produkt sollte eine hierarchische und modulare Struktur haben; jedes Modul kann auf die bequemste Weise entfernt und überarbeitet werden.
- Verwenden Sie lösbare Verbindungen wie Druckknöpfe, Schrauben oder Dolche anstelle von Schweißverbindungen und geklebten oder gelöteten Verbindungen.
- Verwenden Sie standardisierte Verbindungen, um das Produkt mit wenigen Universalwerkzeugen zu zerlegen, z.B. indem Sie nur einen Schraubentyp und eine Schraubengröße verwenden.
- Positionieren Sie die Verbindungen so, dass die für die Demontage zuständige Person das Produkt nicht drehen oder bewegen muss.
- Geben Sie auf dem Produkt an, wie es richtig geöffnet wird (z. B. geben Sie an, wo und wie der Kontakt mit einem Schraubendreher geöffnet werden kann).
- Wenn eine zerstörungsfreie Trennung nicht möglich ist, müssen verschiedene Materialien bereitgestellt werden, die sich leicht in Gruppen aus miteinander kompatiblen Materialien trennen lassen.

Recycling von Materialien

- Primärrecycling ist gegenüber Sekundär- und Tertiärrecycling vorzuziehen.
- Entwerfen Sie das Produkt so, dass es zerlegt werden kann (von Baugruppen bis hin zu Komponenten).
- Verwenden Sie auf dem Markt erhältliche recycelte Materialien.
- Wenn die Verwendung giftiger Materialien in einem Produkt unvermeidbar ist, konzentrieren Sie diese auf benachbarte Bereiche, damit sie leicht getrennt werden können.
- Wählen Sie für das gesamte Produkt möglichst wenige verschiedene Materialien aus.
- Vermeiden Sie die Verwendung von Elementen, die den Recyclingprozess beeinträchtigen, wie z. B. Etiketten.
- Kennzeichnen Sie alle Teile aus synthetischen Materialien mit einem standardisierten Materialcode.

Sicherere Verbrennung

- Je giftiger die Stoffe im Produkt sind, desto mehr muss der Verantwortliche für deren Verbrennung bezahlen. Giftige Elemente müssen daher konzentriert und leicht extrahierbar sein, damit sie entfernt und als separater Abfallanteil behandelt werden können.

Berücksichtigung lokaler (informeller) Sammelsysteme und Recycling

- Bewerten Sie die Möglichkeiten, bestehende formelle oder informelle Recyclingaktivitäten innerhalb der Gemeinde in die Annahme und das Recycling von Altprodukten einzubeziehen.
- Entwickeln Sie gemeinsam neue und effiziente Sammel- und Recyclingsysteme in der Region oder unterstützen Sie diese.

7 Ideen zur Produktverbesserung

Die Ziele dieses Kapitels sind:

- Organisation einer Kreativitätssitzung,
- neue Ideen und Lösungen zur Verbesserung des Produkts zu entwickeln,
- Kategorisierung und Bewertung der generierten Ideen.

Arbeitsblatt 7: Ideen zur Produktverbesserung.

In Kapitel 4 haben wir die wichtigsten Umweltaspekte unseres Produkts kennengelernt, und in Kapitel 6 haben wir Planungsstrategien für Nachhaltigkeit ausgewählt. In diesem Kapitel beschäftigen wir uns mit der Generierung von Ideen zur Verbesserung der Nachhaltigkeitsaspekte des Produkts. Bei der Durchführung einer Lebenszyklusanalyse mit einem der in Kapitel 4 vorgeschlagenen Tools haben wir gelernt, was die wichtigsten Umweltaspekte des Produkts sind. Daher werden einige Ideen zur Verbesserung der Umwelt spontan entstehen. Natürlich sind dies nicht die einzigen möglichen Ideen. Bei der Ideenfindung konzentrieren wir uns daher nicht auf die wichtigsten Umweltaspekte, sondern berücksichtigen erneut alle Phasen des Produktlebenszyklus. Dies gibt uns mehr Freiheit und eine Vielzahl von Optionen.

Durch den kreativen Prozess werden eine Vielzahl von Verbesserungsideen entstehen. Sobald wir alle Ideen gesammelt haben, werden wir mit ihrer Auswahl, Analyse und Prioritätsbewertung fortfahren, da unser Ziel darin besteht, uns auf die Verbesserung der wichtigsten Umweltaspekte oder die Erfüllung der Motivationsfaktoren des Unternehmens für die Umsetzung der Nachhaltigkeitsplanung zu konzentrieren.

Um Ideen zur Verbesserung der Umwelt- oder Nachhaltigkeitsaspekte des Produkts zu generieren, werden wir in Kapitel 6 einen kurzen Überblick (Entwurf) über die Nachhaltigkeitsplanung und ausgewählte Planungsstrategien für Nachhaltigkeit als Grundlage verwenden. Ein Strategie-Scoreboard kann als guter Ausgangspunkt dienen, uns leiten und inspirieren. Die Ideenfindung ist ein kreativer Prozess, der verschiedene Techniken umfasst, die wir im Folgenden beschreiben werden.

7.1 Kreativitätstechniken

Kreativität ist ein untrennbarer Bestandteil des Produktentwicklungsprozesses, und verschiedene Kreativitätstechniken können uns dabei helfen. Kreativität kann definiert werden als „alle Denkweisen, die zu etwas Neuem und Nützlichem für den Denker führen“. Die Technik der Kreativität soll uns helfen, neue Ideen zu generieren. Kreativitätswerkzeuge können uns helfen:

- neue Ideen zu entwickeln,
- über bestehende Denkweisen hinauszugehen
- „über den Tellerrand hinauszuschauen“, d. h. über die aktuellen Lösungen hinauszudenken,
- Ideen unter Berücksichtigung der Ideen anderer zu entwickeln und
- neue, inspirierende und überraschende Ideen zu entwickeln.

Kreativität kann sowohl auf der konzeptionellen Ebene der Produktentwicklung als auch zur Lösung technischer Probleme eingesetzt werden. Um zu verstehen, wie Kreativitätstechniken funktionieren und wie sie zum Produktentwicklungsprozess beitragen können, ist es notwendig, sie in die Praxis umzusetzen. Die Herausforderungen, denen sie im Produktentwicklungsprozess gegenüberstehen, erfordern unterschiedliche Ansätze für Kreativität – es gibt keine einzige beste Technik. In diesem Kapitel stellen wir einige Techniken vor, die verschiedene Situationen abdecken. Es ist ratsam, sich nicht nur auf eine Technik zu beschränken, sondern verschiedene Techniken zu erlernen und so eigene Erfahrungen zu sammeln.

Im Allgemeinen führt der Ideenreichtum in einer Gruppe zu mehr Ideen, aber manchmal kann die Kultur der Gruppe revolutionäre Ideen behindern. Gruppentechniken nutzen die Ideen anderer als Inspiration. Teammitglieder können die Daten der anderen als zusätzliche Anregung nutzen.

Der Ideenwirbel einer Person kann zu originellen Ideen führen, aber es besteht die Gefahr, dass die Ergebnisse durch die Denkweise des Urhebers vorbestimmt oder eingeschränkt werden. Im Ideenwirbel eines Einzelnen kann freie Assoziation zunächst zu scheinbar irrationalen Ergebnissen führen, die später zu erkennbareren Konzepten verfeinert werden können. Angesichts der Vorteile und Grenzen dieser beiden Ansätze ist es ratsam, individuelles und Gruppen-Brainstorming im selben Projekt zu verwenden.

7.2 Schrittweise Kreativitätssitzung

Ähnlich wie bei der Produktentwicklung umfasst jeder Kreativitätsprozess mehrere Phasen:

- Organisation von Kreativitätssitzungen,
- Ernennung eines Moderators,
- Definition des Problems,
- divergente (in verschiedene Richtungen gehende) Phase,
- Auseinandersetzung/Kategorisierung,
- konvergente (aggregierende) Phase.

Eine Kreativitätssitzung beginnt mit der Organisation und der Ernennung eines Moderators und wird mit der Definition des Problems fortgesetzt. Die nächste divergente Phase umfasst das „Schaffen“ oder „Erweitern“ des Feldes der Möglichkeiten und beinhaltet das Sammeln und Erfassen von Fakten, das Formulieren von Problemen und Ideen ohne jegliche Kritik. Die daraus resultierenden Lösungen werden dann gruppiert und kategorisiert, gefolgt von einer konvergenten (Aggregations-)Phase, in der die Auswahl anhand von Kriterien der Nützlichkeit und Relevanz eingegrenzt wird (Abbildung 7.1):

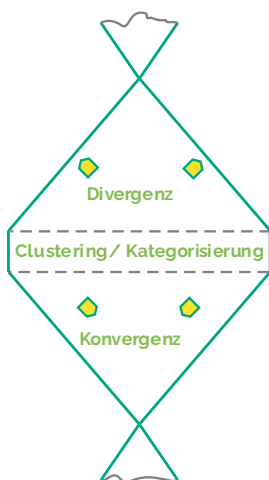


Abbildung 7.1: Phasen der Kreativitätssitzung (Crul & Diehl, 2009).

7.2.1 Organisation der Kreativitätssitzung

Für eine erfolgreiche Kreativitätssitzung ist die Beteiligung verschiedener Abteilungen des Unternehmens wichtig, da dies Vielfalt in den Interaktionen bietet und ungewöhnliche Assoziationen ermöglicht. Jeder Teilnehmer kann eine andere Meinung haben, was zu einem reichhaltigeren Prozess führt und die Berücksichtigung aller wichtigen Aspekte fördert. Aus dem gleichen Grund ist auch die Anwesenheit der Geschäftsleitung sehr wichtig, da es so einfacher ist, die Schlussfolgerungen zu verstehen und auch leichter zu genehmigen. Der freie Ideenfluss kann gefördert werden, indem Teammitglieder aus verschiedenen Disziplinen einbezogen werden, die sich nicht scheuen, „dumme“ Fragen zu stellen. Eine

Gruppe kann beispielsweise aus einer Reihe unterschiedlicher Personen bestehen, von Experten bis hin zu kreativen Menschen, die selbst keine Experten auf diesem Gebiet sind.

Bei der Anwendung von Kreativitätstechniken sollten die Teilnehmer so offen wie möglich sein und Kritik an neuen Ideen vermeiden, da dies die Generierung potenziell nützlicher Ideen unterbrechen könnte. Eine positive Einstellung ist eine wichtige Grundlage für eine erfolgreiche Kreativitätssitzung. Es gibt Grundregeln für die Anwendung von Kreativitätstechniken, die allen Teilnehmern zu Beginn der Sitzung erklärt werden müssen. Die folgenden Regeln können kreative Prozesse erleichtern:

- Alle Ideen einbringen,
- Kritik ist nicht erlaubt.
- Sagen Sie den ersten Gedanken, der Ihnen in den Sinn kommt.
- „Lügen“ ist erlaubt,
- Wichtig ist die Quantität und nicht die Qualität der Ideen (die Qualität wird bei der Bewertung der Ideen berücksichtigt).
- Kombinieren Sie diese Ideen mit anderen Ideen, denn die Idee ist eine Angelegenheit der Gruppe, nicht des Einzelnen.

7.2.2 Ernennung eines Moderators

Es muss festgelegt werden, wer die Kreativitätssitzung leitet. Diese Person, vorzugsweise aus der Technik- oder Produktentwicklungsabteilung, fungiert als Moderator des gesamten Kreativitätsprozesses. Der Moderator muss sich bemühen, neutral zu bleiben und die Teilnehmer nicht in Richtung seiner Meinung zu lenken. Gleichzeitig muss er die verfügbare Zeit einhalten und allen die Möglichkeit geben, ihre Meinung zu äußern. Es ist sehr wünschenswert, dass der Moderator über gute allgemeine Kenntnisse des jeweiligen Themas verfügt. Die Aufgaben des Moderators in der Sitzung zur Umsetzung der Kreativitätstechnik sind wie folgt:

- Alle Teilnehmer einberufen.
- Erläutern Sie die Ziele der Sitzung.
- Erläutern Sie die Regeln für die Umsetzung der Kreativitätstechnik.
- Acht Planungsstrategien für Nachhaltigkeit vorstellen, die den Teilnehmern als Inspiration dienen können (die Reihenfolge der Strategien ist nicht festgelegt).
- Sorgen Sie für eine dynamische Sitzung, d. h. alle sind aktiv und es gibt keine Momente der Stille. Um dies zu verhindern, wird empfohlen, dass der Moderator einige neue Ideen einbringt, um die Dynamik der Sitzung sicherzustellen. Wenn offensichtlich ist, dass die Kreativität der Teilnehmer erschöpft ist, ist es besser, die Sitzung zu beenden und mit der Auswahl der besten Ideen für die weitere Prüfung fortzufahren.
- Ermutigen Sie zur Auswahl von Ideen.

7.2.3 Definition des Problems

Die Formulierung einer Problemdefinition hat einen enormen Einfluss auf die Ergebnisse einer Kreativitätssitzung. Wenn das Problem nicht genau definiert ist, können die erzielten Ergebnisse für das Projekt irrelevant sein. Richtlinien zur Identifizierung des Problems sind unter anderem:

- Formulieren wir das Ziel einer Kreativitätssitzung in einem Satz.

Das Problem muss aus Sicht des Projekts prägnant und klar formuliert werden. Dies zwingt das Team dazu, den Kern des Problems zu lösen. Oft besteht das Problem aus mehreren Teilproblemen. In diesem Fall ist es ratsam, zunächst die Lösung der Teilprobleme anzugehen und diese Teillösungen dann miteinander zu kombinieren.

- Lassen Sie uns ein realistisches und greifbares Ziel verfolgen.

Wenn die Definition des Problems zu abstrakt ist, werden die Ergebnisse zu allgemein und führen zu suboptimalen Lösungen.

- Beginnen wir mit der Frage „Wie“.

Die Pronomen „wer, was, wo, wann, warum“ regen zur Datenerhebung an. Um die Entwicklung von Lösungen zu fördern, ist es am besten, mit der Frage „wie“ zu beginnen. Diese Frage konzentriert sich darauf, wie das Problem gelöst werden kann.

✳ **Arbeitsblatt 7:** Identifizieren Sie ein Problem, um eine Kreativitätssitzung durchzuführen.

7.2.4 So viele neue Ideen und Lösungen wie möglich entwickeln

In dieser Phase identifizieren wir so viele Alternativen wie möglich, da hier die wichtigste Regel „Qualität ist Quantität“ lautet, mit dem Ziel, so viele neue Ideen und Lösungen wie möglich zu generieren. Freie Assoziationen spielen in dieser Phase eine wichtige Rolle. Darüber hinaus ist es in dieser Phase unerlässlich, dass die Verurteilung von Ideen strengstens verboten ist. Wenn die Teilnehmer mit neuen Ideen und Konzepten konfrontiert werden, ist es wichtig, dass sie eine konstruktive Haltung einnehmen.

Um die Generierung neuer Ideen zu fördern, können wir das Strategie-Rad für Nachhaltigkeitsplanung als Anreiz nutzen. Wir betrachten das Produkt „aus der Vogelperspektive“ im Hinblick auf die verschiedenen Bedürfnisse, die es erfüllen muss, und überlegen uns andere Möglichkeiten, diese Bedürfnisse zu befriedigen. Während dieses gesamten Prozesses müssen wir auch die im zweiten Kapitel dieses Leitfadens analysierten Motivationsfaktoren (Kundenanforderungen, gesetzliche Anforderungen usw.) im Auge behalten, da sie uns bei unserer Arbeit als Orientierung dienen.

✳ **Arbeitsblatt 7:** Schlagen Sie so viele Verbesserungen wie möglich vor, indem Sie ausgewählte Ökodesign-Strategien als Vorlage für die Ideenfindung verwenden.

7.2.5 Phase der Clusterbildung/Kategorisierung von Ideen

Bei korrekter Umsetzung der vorherigen Phase werden wir viele Ideen und Lösungen entwickeln und sammeln. Bei so vielen neuen Optionen wird es schwierig sein, die beste auszuwählen. Zu diesem Zweck ist es sinnvoll, vor der Bewertung und Auswahl der Ideen eine „Verfeinerung“ vorzunehmen und einen Überblick über die generierten Ideen zu erstellen (über 200 Ideen sind keine Seltenheit!). Daher ist es in dieser Phase ratsam, die generierten Ideen anhand ihrer gemeinsamen Merkmale zu clustern. Die meisten der generierten Ideen lassen sich anhand der sieben Planungsstrategien für Nachhaltigkeit sortieren, die in Kapitel 6 vorgestellt wurden. In der Aufgabe kann der Teilnehmer die Ideen auswählen, die er für die besten hält, und anhand der gemeinsamen Bewertungen können wir die 10 bis 15 vielversprechendsten Ideen ermitteln.

7.2.6 Bewertung der Ideen

In dieser Phase werden wir den Wert von Ideen quantitativ bewerten, auch wenn dieser auf den ersten Blick oft nicht offensichtlich ist. Die Kenntnis der Motivationsfaktoren des Unternehmens für Ökodesign (Schritt 2) und der wichtigsten ökologischen und wirtschaftlichen Aspekte (Kapitel 4 und 5) hilft uns bei der Bewertung und Priorisierung der im Ideengenerierungsprozess generierten Ideen. Die am häufigsten vertretenen Ideen werden genauer bewertet und priorisiert. Für die Priorisierung ist es ratsam, unter anderem die folgenden Kriterien zu berücksichtigen:

- **Technische Machbarkeit.** Dies bezieht sich auf die Möglichkeit, die vorgeschlagene Idee mit den verfügbaren technischen Mitteln des Unternehmens umzusetzen.
- **Finanzielle Rentabilität.** Hier wird die wirtschaftliche Rentabilität von Verbesserungen bewertet. Rechtfertigt die vorgeschlagene Idee die notwendigen Kosten? Zu diesem Zweck müssen die Kosten für die Einführung der Idee sowohl in Vorstudien als auch in der praktischen Umsetzung in der Produktionskette untersucht werden.
- **Erwartete Umweltvorteile.** Hier wird die Bedeutung der ausgewählten Idee im Hinblick auf die Auswirkungen auf die Umwelt bewertet.

- **Positive Resonanz auf die wichtigsten Motivationsfaktoren.** Eine Idee hat einen höheren Wert, wenn sie sich positiv auf die Motivationsfaktoren für die Umsetzung der Nachhaltigkeitsplanung im Unternehmen auswirkt.

Jedes dieser Kriterien kann auf der Grundlage der folgenden Bewertungen, wie in der nachstehenden Tabelle dargelegt, beurteilt werden.

Tabelle 7.1: Vorschlag für die Bewertung der einzelnen Kriterien

++	2	Sehr positive Bewertung/sehr gut umsetzbar
+	1	Positive Bewertung/machbar
0	0	Neutrales Ergebnis
-	-	Negatives Ergebnis/fast undurchführbar
--	-	Sehr negatives Ergebnis/völlig undurchführbar

Zusätzlich zu den oben vorgeschlagenen Kriterien kann jedes Unternehmen neue Kriterien entsprechend seinen Merkmalen und Bedürfnissen (z. B. Qualität usw.) definieren oder einigen Kriterien mehr Gewicht geben als anderen. Um Ideen zu bewerten, müssen andere Abteilungen einbezogen werden, die zuvor möglicherweise nicht an dem Prozess beteiligt waren, wie beispielsweise die Finanzabteilung des Unternehmens.

✳ **Arbeitsblatt 7:** Legen Sie fest, welche Kriterien bei der Priorisierung möglicher Verbesserungen verwendet werden sollen.

Für jede Idee legen wir außerdem fest, ob sie tatsächlich interessant und nützlich ist, und zwar kurz- (K), mittel- (S) und langfristig (D). Dies wird in der Spalte „Priorität“ angezeigt.

✳ **Arbeitsblatt 7:** Ordnen Sie die Ideenooptionen nach ihrer Einschätzung der zeitlichen Machbarkeit – kurzfristig (K), mittelfristig (S) und langfristig (D).

Nachdem alle ausgewählten Verbesserungsvorschläge bewertet wurden, werden sie nach Prioritäten geordnet. Die Ideen werden entsprechend ihrer Gesamtpunktzahl in eine Rangliste eingeordnet. Die endgültige Auswahl der Ideen ist in der Regel erst möglich, nachdem die Ideen detaillierter ausgearbeitet wurden. Dieser Prozess wird als Entwicklung des „Produktkonzepts“ bezeichnet, über den wir im nächsten (achten) Kapitel dieses Handbuchs mehr erfahren werden.

7.3 Beispiele für Techniken zur Generierung kreativer Ideen

Es gibt Dutzende von Kreativitätstechniken, auf die wir in diesem Leitfaden nicht näher eingehen werden. Dafür gibt es Handbücher und Bücher, die sich ausschließlich mit Techniken des kreativen Denkens befassen. Daher stellen wir im Folgenden nur einige der Techniken vor, die relativ einfach und für den Nachhaltigkeitsplanungsprozess nützlich sind. Es ist keineswegs notwendig, dass Sie alle Kreativitätstechniken beherrschen. Wichtig ist, dass Sie die Technik beherrschen, die Ihren Bedürfnissen entspricht, und sie angemessen einsetzen.

7.3.1 Brainstorming zum Rad der Nachhaltigkeitsplanungsstrategien

Die Brainstorming-Technik (Abbildung 7.3) wird aufgrund ihrer Einfachheit in vielen Unternehmen eingesetzt und ermöglicht es, eine der wichtigsten Planungsanforderungen für Nachhaltigkeit zu erfüllen: die Zusammenarbeit und Integration verschiedener Abteilungen im Unternehmen. Der Begriff Brainstorming

stammt aus dem Englischen. *Brainstorming* ist ein allgemeiner Begriff für kreatives Denken. Die Grundregeln des Brainstormings lauten:

- Der Moderator schreibt alle Ideen auf ein großes Blatt Papier oder Karton.
- Die Teilnehmer bringen ihre spontanen Ideen als Antwort auf identifizierte Probleme ein.
- Die Teilnehmer beziehen sich auf die Ideen anderer.
- Die Teilnehmer äußern keine Kritik an den Ideen anderer, und
- Die Teilnehmer versuchen, schnell zu handeln.

7.3.2 Brainwriting

Beim *Brainwriting* werden Ideen aufgeschrieben. Es handelt sich um eine Brainstorming-ähnliche Technik, die aufgrund der zeitlichen Verzögerung bei der mündlichen Übermittlung von Ideen im Brainstorming-Verfahren entwickelt wurde. Es gibt mehrere Varianten dieser Technik, aber die Grundlage besteht darin, dass jeder Einzelne alle seine Ideen aufschreibt. Anschließend gibt er die notierten Ideen an seinen Nachbarn weiter, der sie als Grundlage für seine eigenen Ideen nutzt. Die Technik des Aufschreibens von Ideen gewährleistet die Anonymität der Teammitglieder, sodass sie ihre Ideen leichter und ohne Scheu äußern können.

Eine Möglichkeit, Ideen aufzuschreiben, besteht darin, dass jede Person ihre Ideen auf Post-it-Karten notiert und diese in die Mitte des Tisches legt. Jeder kann sich eine oder mehrere dieser Ideen als Inspiration aussuchen. Die Teammitglieder können neue Ideen entwickeln oder bestehende Ideen ändern.

7.3.3 Die 6-3-5-Methode

Die 6-3-5-Methode ist eine Form des Aufschreibens von Ideen. Ihr Name leitet sich von ihrem System ab, bei dem eine Gruppe von 6 Teilnehmern jeweils 3 Ideen in 5 Minuten auflistet. Jeder Teilnehmer erhält ein leeres 6-3-5-Arbeitsblatt.

Jeder Teilnehmer schreibt ein Problem oben auf sein Arbeitsblatt (aus der gemeinsamen Problemdefinition). Als Nächstes schreiben die Mitglieder 3 Ideen in die oberste Zeile des Arbeitsblatts in ganzen und prägnanten Sätzen (6-10 Wörter). Nach fünf Minuten geben sie das Arbeitsblatt an die nächste Person weiter und erhalten ein Arbeitsblatt vom Nachbarn auf der gegenüberliegenden Seite mit einem anderen Problem. Auf jedes erhaltene Ticket schreiben die Teilnehmer drei Ideen. So können sie in nur dreißig Minuten einhundert und acht Ideen sammeln.

Problemformulierung: Wie ...			
	Idee 1	Idee 2	Idee 3
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Abbildung 7.2: Beispiel für eine Tabelle zum Notieren von Ideen.

7.3.4 Gedankenmuster

Gedankenmuster stellen Ideen, Notizen, Informationen usw. mithilfe von Baumdiagrammen dar. Das Zeichnen eines Gedankenmusters erfolgt in folgenden Schritten:

- Schreiben Sie den Titel des Themas in die Mitte eines großen Blattes Papier.
- Für wichtige Unterthemen zeichnen wir von der Mitte aus Linien in alle Richtungen und schreiben Schlüsselwörter darauf (wichtigere Gedanken liegen näher an der Mitte, weniger wichtige am Rand).
- Wir können Gedankengänge mit Farben versehen.
- Um verschiedene Bereiche des Musters zu verbinden und zu kombinieren, werden Pfeile, gestrichelte Linien oder Linien in einer bestimmten Farbe verwendet.
- Gruppen von Wörtern, die Bereiche bezeichnen, können auch umrandet oder mit anderen Zeichen (Sternchen, Fragezeichen usw.) versehen werden. Geometrische Figuren sind besonders nützlich, da sie Wörter mit besonderer Bedeutung kennzeichnen können.

7.3.5 Die Sechs-W-Technik

Diese Technik hat ihren Namen von den Anfangsbuchstaben der Wörter *Wer?*, *Warum?*, *Was?*, *Wo?*, *Wann?* und *Wie?*. Mit dieser divergierenden Kreativitätstechnik versuchen wir, diese 6 universellen Fragen zu beantworten und eine Checkliste zu erstellen. Die Technik ist besonders in der Anfangsphase nützlich, um Informationen zu sammeln und die wichtigsten (Teil-)Probleme genauer zu identifizieren. Eine Checkliste kann entweder als informelle oder systematische Methode nützlich sein, um eine Liste mit Fragen zu erstellen, auf die Sie Antworten finden möchten.

7.3.6 Die SCAMPER-Technik

Die SCAMPER-Technik ist eine Checkliste, die uns hilft, über mögliche Änderungen an einem bestehenden oder neuen Produkt nachzudenken. Diese Änderungen können als direkte Änderungsvorschläge oder als Ausgangspunkt für laterales Denken verwendet werden. Der Begriff „SCAMPER“ leitet sich von sieben Arten potenzieller Produktmodifikationen ab:

- S – *Ersetzen (Substitute)* von Komponenten, Materialien, Personen.
- C – *Kombinieren (Combine)* – mischen, mit anderen Sets oder Dienstleistungen kombinieren, kombinieren.
- A – *Anpassen* – modifizieren, die Funktion ändern, Teile anderer Elemente verwenden.
- M – *Modifizieren* – Umfang vergrößern oder verkleinern, umwandeln, Eigenschaften ändern.
- P – *Für einen anderen Zweck verwenden (Put to another use)*.
- E – *Eliminieren* – Elemente entfernen, vereinfachen, auf den Kern der Funktionalität reduzieren.
- R – *Anders drehen und bearbeiten (Reverse)* – nach außen oder von oben nach unten drehen.

Die Technik beginnt damit, das Produkt oder Thema, auf das der Schwerpunkt liegt, zu isolieren. Im nächsten Kapitel stellen wir sieben SCAMPER-Fragen zu dem Produkt oder Thema. Wir hinterfragen jede Idee weiter: „Wie kann ...?“, „Was noch ...?“, „Wie noch ...?“.

7.3.7 Analogien

Analogien werden verwendet, um die Teilnehmer vom ursprünglichen Problem zu distanzieren, um Inspiration für neue Lösungen und Ansätze zu finden. Diese Analogien können verschiedene Formen annehmen, die in Tabelle 7.2 unten dargestellt sind.

Tabelle 7.2: Arten von Analogien.

Analogie	Beschreibung
Es handelt sich um eine direkte Analogie.	Wir beginnen mit einem Problem und denken über eine vergleichbare oder analoge Situation nach.
Persönliche Analogie	Was wäre, wenn wir selbst Gegenstand des Problems wären?
Natürliche Analogie	An welche Situationen in der Natur erinnert mich das?
Das ist eine fantastische Analogie.	Können Sie das Problem in ein Märchen oder eine andere mystische Situation einbetten und daraus eine Lösung entwickeln?
Das ist eine paradoxe Analogie.	Definieren Sie die Angelegenheit mit zwei Worten, die sich widersprechen.

8 Entwicklung und Bewertung von Produktkonzepten

Die Ziele dieses Kapitels sind:

- Erstellung von Entwürfen für Produktspezifikationen,
- Erstellung von Konzepten für neue Produkte.

Arbeitsblätter 8: Produktkonzeptentwicklung und -bewertung

Im vorangegangenen Kapitel des Nachhaltigkeitsplanungsprozesses wurden Ideen zur Produktverbesserung generiert und deren Anwendbarkeit auf kurze, mittlere und lange Sicht ermittelt. In diesem Kapitel werden wir ausgewählte Produktideen zu umfassenden Konzepten weiterentwickeln und die am besten geeigneten im nächsten Kapitel detaillierter ausarbeiten. In gewisser Weise definieren die Ideen zur Verbesserung der Umweltaspekte aus dem vorigen Kapitel neue Anforderungen an das Produktdesign (z. B. das Produkt so zu gestalten, dass es einen minimalen Energieverbrauch aufweist). Diese Umweltanforderungen müssen in die Spezifikationen aufgenommen werden, die in diesem Kapitel entwickelt und in Produktkonzepte umgesetzt werden. Das ausgewählte Konzept wird im nächsten Kapitel weiterentwickelt.

Das Ziel dieses Kapitels ist es, eine Reihe von Lösungen für ein Produkt oder Teile eines Produkts zu erhalten, die den erforderlichen Spezifikationen entsprechen. Der Unterschied zwischen dieser Nachhaltigkeitsplanungsphase und der herkömmlichen Produktentwicklung besteht darin, dass Umweltkriterien ebenfalls in den Bewertungs- und Auswahlprozess des besten Konzepts einbezogen werden.

8.1 Erstellung eines Spezifikationsentwurfs

In dieser Phase erstellen wir einen Entwurf der Spezifikationen, der alle Spezifikationen des Produkts berücksichtigt, nicht nur die ökologischen, sondern auch die technischen, ergonomischen, wirtschaftlichen und sozialen Spezifikationen(Brezet, 1997) . In den vorangegangenen Phasen der Nachhaltigkeitsplanung lag der Schwerpunkt auf Umweltaspekten, aber der Umweltschutz ist nur eine der Anforderungen an das Produkt, da wir andere Anforderungen, die für das Unternehmen ebenso wichtig oder sogar wichtiger sind als Umweltanforderungen, nicht außer Acht lassen dürfen: technische, wirtschaftliche, qualitative Anforderungen usw. (Abbildung 8.1).

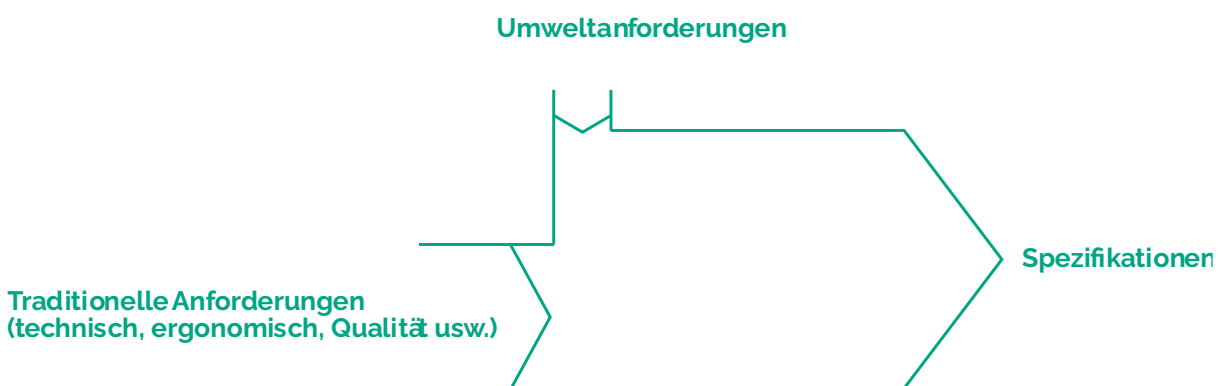


Abbildung 8.1: Erstellung von Spezifikationen unter Berücksichtigung des Umweltschutzes zusätzlich zu anderen Anforderungen.

Testmodelle, Prototypen und Computerausrüstung für Simulationen und Berechnungen können zur Bewertung der technologischen Machbarkeit verwendet werden. Das Projektteam muss auch die finanzielle Machbarkeit neuer Konzepte berücksichtigen und prüfen, ob die Vorteile der vorgeschlagenen Optionen die Kosten überwiegen.

8.2 Entwicklung von Konzepten für neue Produkte

Wie bereits erwähnt, ist das Ziel dieses Kapitels die Entwicklung von Produktkonzepten. In diesem Schritt wird ein vorläufiger Entwurf erstellt, in dem die Zusammensetzung, Form und das Material des Produkts vorläufig festgelegt werden. Zu diesem Zweck sollten alle diese Informationen regelmäßig gesammelt und die technischen oder Produktentwicklungsabteilungen über die Ergebnisse informiert werden. Falls das Unternehmen mit einem externen Planer zusammenarbeitet, muss dieser zu Beginn dieser Phase mit verschiedenen Abteilungen des Unternehmens zusammentreffen, um all diese Informationen bei der Planung zu berücksichtigen.

Um die Lösung zu finden, die den erforderlichen Spezifikationen am besten entspricht, müssen mehrere parallele Entwicklungen bei konzeptionellen Lösungen in Betracht gezogen werden. Es gibt viele Möglichkeiten, ein Produkt (neu) zu entwerfen, von denen die meisten mit einer Skizze beginnen. Dabei hat jeder Planer seine eigene Methode und Arbeitsweise.

Wenn die im vorigen Kapitel ausgewählten Designideen für Verbesserungen unklar und mehrdeutig sind, müssen sie möglicherweise etwas detaillierter untersucht oder entwickelt werden, ebenso wie ihre Auswirkungen auf das Produkt. Wenn beispielsweise die gewählte Maßnahme „Entwurf eines Geräts mit geringerem Energieverbrauch“ lautet, muss wahrscheinlich die Verwendung verschiedener Energiequellen untersucht werden.

Bei der Konstruktion eines komplexen Produkts mit einer Vielzahl von Komponenten (die detaillierte Festlegung dieser Komponenten erfolgt in der nächsten Phase) kann es in verschiedene funktionale Teilsysteme unterteilt werden, die alle miteinander verbunden sind und ein Produkt bilden. Infolgedessen wird jedes Teilsystem unterschiedliche Teile haben, aber vorerst können wir nur die Produktteilsysteme im Allgemeinen betrachten. Die Beziehung zwischen den verschiedenen Teilsystemen kann auch durch Flussdiagramme dargestellt werden.

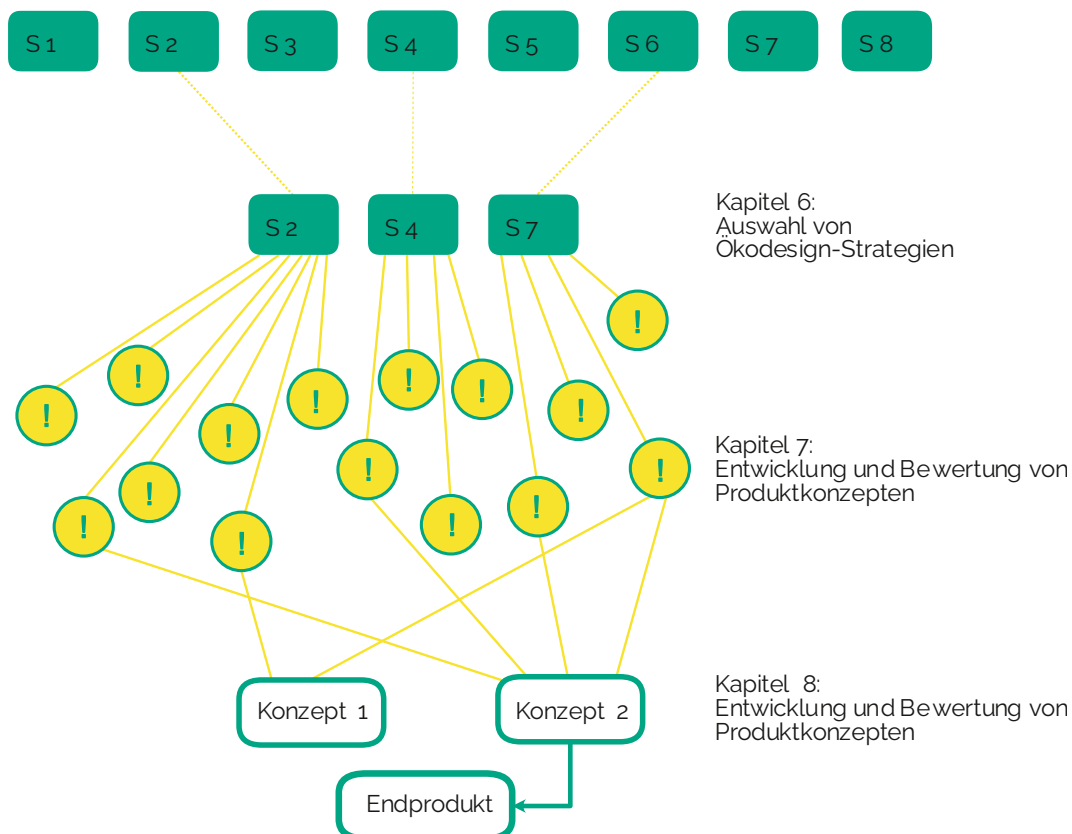


Bild 8.2: Produktentwicklungsprozess (Crul & Diehl, 2009).

8.3 Analyse und Bewertung von Produktkonzepten

Eine wichtige Aufgabe nach der Erstellung von Konzepten für neue Produkte ist deren Bewertung im Vergleich zum Basisprodukt oder zu bestehenden Lösungen auf dem Markt. Nicht alle entwickelten Konzepte sind gleichermaßen nützlich, daher ist es notwendig, sie zu bewerten und die am besten geeigneten auszuwählen. Dabei können die besten Ideen jedes Konzepts zu einem Konzept zusammengefasst werden. Um die Kombination mehrerer Ideen zu einem Konzept zu systematisieren, kann das Team eine Technik namens „morphologische Box“ verwenden.

Bei der Umsetzung des morphologischen Box-Ansatzes erstellen wir zunächst eine Liste aller Attribute des Produkts, sodass diese eine vollständige Beschreibung des Produkts ergeben. Wir fragen uns: Können wir Alternativen für verschiedene Attribute des Produkts finden? Wenn beispielsweise ein bestimmtes Teil aus Aluminium besteht, könnte es auch aus einem anderen Material hergestellt werden?

Als Nächstes erstellen wir eine Tabelle, in der wir diese Attribute als Elemente in einer Spalte verwenden (mindestens 6 Attribute). Tragen Sie in die Zeilen so viele Variationen jedes Attributs wie möglich ein (mindestens 6). Die Tabelle sollte alle möglichen Variationen jedes Attributs enthalten. Nun wählen wir aus jeder Zeile zufällig oder als Auswahl interessanter Kombinationen einen Eintrag aus. Durch die Kombination von Elementen aus jeder Zeile können wir sogar eine Idee für ein neues Produkt, eine neue Dienstleistung oder eine neue Strategie entwickeln.

Um alle Konzepte zu bewerten, verwenden wir am besten dieselben Instrumente und Ansätze wie bei der Analyse des Basisreferenzprodukts, da diese eine vollständige Bewertung und einen Vergleich zwischen dem Basisprodukt und den neuen vorgeschlagenen Produktkonzepten ermöglichen. Zur Bewertung der Umweltverbesserungen verschiedener Konzepte können die in Kapitel 4 beschriebenen Instrumente zur Analyse von Umweltaspekten nützlich sein. Für jedes Konzept führen wir erneut eine Ökobilanzierung durch (entweder mit einer MECO-Matrix, Ökoindikatoren oder einer LCA-Analysesoftware). Dadurch erhalten wir eine genaue oder zumindest ungefähre Schätzung der zu erwartenden Umweltverbesserungen des ausgewählten Konzepts im Vergleich zu früheren Produktplänen (im Falle einer Neugestaltung) oder bestehenden Produkten auf dem Markt. Für die wirtschaftliche Bewertung der ausgewählten Konzepte verwenden wir die Instrumente aus Kapitel 5, um die Entscheidung für die am besten geeigneten Produktkonzepte zu unterstützen.

Um zwischen bestehenden Konzepten zu wählen, ist es ratsam, eine Bewertungstabelle für diese zu erstellen. Wir können verschiedene Bewertungsmethoden verwenden (beschreibend mit den Noten gut, akzeptabel, schlecht oder mit Punkten von 1-10 usw.). Mit all diesen Werten wird eine vollständige Bewertung jedes der entwickelten Konzepte vorgenommen. Dieser Prozess kann demjenigen ähneln, der in der Phase der Ideenfindung und -auswahl (Kapitel 7) verwendet wird. Neben der Entwicklung des Konzepts erfolgt in dieser Phase auch die Erstellung des Produktionsplans und des Marketingplans, ähnlich wie bei traditionellen Produktinnovationsprojekten.

Da wir uns noch in der Anfangsphase befinden, sind die zu den einzelnen Konzepten gewonnenen Informationen noch nicht vollständig. Die Bewertung der Konzepte wird in vielerlei Hinsicht mit Sicherheit subjektiv sein. Hier sind die Erfahrungen der technischen Abteilung oder der Produktentwicklungsabteilung des Unternehmens sowie, im Falle einer externen Unterstützung, die des externen Planers von Bedeutung. Im letzteren Fall sind Kenntnisse im Bereich der Nachhaltigkeitsplanung für ihn von großem Nutzen. Es wird empfohlen, dass beide Parteien die Umweltkriterien miteinander besprechen und abstimmen und sicherstellen, dass die Ziele und Anforderungen von beiden Seiten gleichermaßen verstanden wurden.

Dieser Schritt wird durch die Auswahl eines der Konzepte abgeschlossen. In der nächsten Phase wird das ausgewählte Konzept detaillierter ausgearbeitet (auf der Grundlage dieses ausgewählten Konzepts kann auch mit der Erstellung von Produktions- und Marketingplänen begonnen werden).

✂ **Arbeitsblatt 8:** Produktkonzepte bewerten.

9 Detaillierte Produktentwicklung, Vorbereitung der Produktion und Markteinführung

Die Ziele dieses Kapitels sind:

- ausreichend detaillierte Produktspezifikationen, um mit der Produktion fortfahren zu können, einschließlich aller technischen Unterlagen, Modelle und Prototypen, die hinsichtlich ökologischer, technischer, wirtschaftlicher und anderer Anforderungen genehmigt wurden,
 - Prototyp
 - Produktionsplan.
 - das Endprodukt, einschließlich Informationen zur Verpackung und Gebrauchsanweisungen für Benutzer,
 - Ein Plan für die Markteinführung eines Produkts unter Einsatz aller Marketing- und Kommunikationsansätze.
-

Nachdem die Produktkonzepte im vorigen Kapitel erstellt wurden, werden wir in diesem Kapitel das ausgewählte Konzept bis zum endgültigen Plan weiterentwickeln. In dieser Phase werden die genauen Abmessungen, Materialien und Herstellungsverfahren festgelegt. Wie in der vorherigen Phase wird der Prozess iterativ und recht chaotisch verlaufen. In der Praxis ist die Unterscheidung zwischen Kapitel 7 und 8 nicht so scharf, wie sie in diesem Handbuch dargestellt wird. Da die Produktplanung ein iterativer Prozess ist, ist es normal, dass mehrere verschiedene Phasen gleichzeitig durchlaufen werden.

Wir werden die Definition des Produkts von der groben Definition bis hin zu den genauen Details entwickeln. In diesem und im vorherigen Kapitel widmen wir uns nicht ausschließlich der Umwelt, wie dies in den ersten Kapiteln des Handbuchs der Fall war. Die Umwelt ist jedoch (im Gegensatz zum herkömmlichen Produktdesign) ein wichtiger zusätzlicher Aspekt, der neben wirtschaftlichen, technischen, ästhetischen, ergonomischen und anderen Aspekten bewertet und berücksichtigt werden muss.

9.1 Präzise Definition der Produktspezifikationen

Das Ergebnis dieses Kapitels wird ein endgültiger Produktplan sein, der fast bereit für die Produktion und die Präsentation auf dem Markt ist. Obwohl der Designer oder das Designteam das Produkt als Ganzes ausarbeiten wird, werden wahrscheinlich auch Skizzen der einzelnen Teile angefertigt. In der Regel arbeiten Designer, Ingenieure, Produktionsplaner, Dienstleister und Marketingmitarbeiter zusammen, um die Designspezifikationen zu erreichen. Zu den in dieser Phase häufig verwendeten Werkzeugen gehören:

- Software und Modellierungswerkzeuge, beispielsweise zur Bewertung der Leistung während der Nutzung.
- Datenbanken mit Materialien und Technologien,
- Tools zur Optimierung von Produktion und Prozessen.

Um das Produkt genau zu definieren, wollen wir zunächst die Eigenschaften des in Kapitel 8 ausgewählten Konzepts genauer definieren. In dieser Phase der Festlegung der Produktspezifikationen sollte der erreichte Detaillierungsgrad die Herstellung des/der Prototypen des Produkts ermöglichen und Informationen für die Markteinführung des Produkts liefern. Dieser Prozess umfasst die Erstellung von Unterlagen, in denen die technischen Aspekte des Produkts, die von den Kunden geforderten ergonomischen und funktionalen Eigenschaften, der wirtschaftliche Aspekt der Produktion und die gesamte Vermarktung des Produkts beschrieben werden. Bei der Festlegung der Produktspezifikationen sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

9.1.1 Technische Aspekte

Die technische Beschreibung des Produktdesigns sollte alle Komponenten des Produkts und die zur Herstellung des Produkts verwendeten technologischen Verfahren spezifizieren. Eine solche Beschreibung der technischen Aspekte muss mindestens Folgendes umfassen:

- die Definition der Form des Produkts und aller seiner Komponenten,
- die genauen Abmessungen, einschließlich Abweichungen,
- Oberflächeneigenschaften,
- die ausgewählten Materialien unter Bezugnahme auf die bewerteten Umweltkriterien,
- ausgewählte Produktionstechniken mit Schwerpunkt auf den bewerteten Umweltkriterien,
- Umweltkriterien,
- Produktprüfpläne;
- eine Beschreibung der Herstellung des Prototyps/der Prototypen,
- der Prozess der Prüfung und Bewertung des Prototyps/der Prototypen,
- eine prägnante Produktdefinition und zusätzliche technische Dokumentation.
- geltende Normen.

9.1.2 Qualitäts- und Sicherheitsaspekte

Diese Aspekte sind entscheidend, um den Kundennutzen und die Marktakzeptanz des Produkts sicherzustellen. Produktplaner müssen alle geeigneten Maßnahmen ergreifen, um die erforderliche Qualität und Sicherheit in den frühen Phasen eines Nachhaltigkeitsdesignprojekts sicherzustellen. Die Definition von Produktqualitäts- und Sicherheitsaspekten umfasst in der Regel:

- die Identifizierung und Bewertung von Risiken in frühen Phasen.
- Festlegung der geltenden gesetzlichen Anforderungen an Produktqualität und -sicherheit
- eine Beschreibung der Maßnahmen, die zur Gewährleistung der Produktqualität ergriffen wurden,
- eine Beschreibung der Maßnahmen zur Gewährleistung der Produktsicherheit,
- eine Erklärung zur Produktzuverlässigkeit,
- Informationen über Produkttests,
- Verbrauchieranforderungen.

Die Sicherheit umfasst eine formelle Überprüfung der Materialien, Komponenten, Konfigurationen, Verpackungen und Kennzeichnungen (Anweisungen und Warnhinweise) des Produkts, um potenzielle Gefahren des Produkts zu identifizieren, zu bewerten und zu kontrollieren. Die Kriterien für die Identifizierung und Bewertung von Gefahren müssen objektive Bewertungen der Bedingungen umfassen, unter denen das Produkt verwendet werden soll. Dazu gehören auch Aspekte wie Altersgruppen und körperliche Einschränkungen der Benutzer sowie potenziell tödliche Zustände, die durch unsachgemäßen Gebrauch des Produkts entstehen können.

9.1.3 Umweltaspekte

In dieser Phase muss der Planer alle Arten von Spezifikationen berücksichtigen, wobei ein wichtiger Teil davon die Umweltspezifikationen sind. Die Umweltaspekte des detaillierten Produktdesigns werden mit denselben Methoden und Annahmen bewertet, die auch zur Bewertung des Referenzprodukts und zur Bewertung neuer Konzepte verwendet wurden.

Um das Produkt zu definieren, ist es ratsam, sich mit Lieferanten in Verbindung zu setzen, um die Möglichkeiten der Verwendung umweltfreundlicherer Materialien und Komponenten mit geringeren Kosten oder besserer Funktionalität zu ermitteln.

Gleichzeitig ist es bei der Auswahl von Materialien und Verfahren unter Umweltgesichtspunkten sinnvoll, Ökoindikatoren oder einige der in Kapitel 4 genannten Softwaretools zu verwenden. So können wir beispielsweise verschiedene Materialien oder alternative Verfahren bewerten.

Nehmen wir zum Beispiel ein Produkt, bei dem wir hinsichtlich des Materials zwischen Primäraluminium oder Polypropylen (PP) wählen können. Basierend auf dem Ergebnis der Multiplikation der Mengen mit

den entsprechenden Ökoindikatoren ist die Verwendung von PP (35,1 Millipunkte, einschließlich Material und Verarbeitung) am besten geeignet, gefolgt von der Verwendung von Primäraluminium (63,9 Millipunkte), obwohl für das Aluminiumprodukt eine geringere Materialmenge erforderlich ist.

Tabelle 9.1: Ein Beispiel für die Wirkungsabschätzung bei der Auswahl von zwei Materialien: Primäraluminium und Polypropylen.

Materialherstellung (Millipunkte/kg)				
Material	Menge	Indikator	Zusammen	Beschreibung
Aluminium – primär (0 % recycelt)	0,075	780	58,5	Barren aus Primärmaterial
Polypropylen (PP)	0,100	330	33,0	

Materialverarbeitung (Millipunkte/kg)				
Material	Menge	Indikator	Zusammen	Beschreibung
Aluminium – Guss	0,075	72	5,4	pro kg
PP – Spritzguss	0,100	21	2,1	pro kg PE, PP, PS, ABS, ohne Materialproduktion

Dies ist ein sehr einfacher Fall, aber in der Praxis ist die Wahl aufgrund widersprüchlicher Anforderungen viel schwieriger. So ist beispielsweise die Verwendung des einen oder anderen Materials mit bestimmten technischen Eigenschaften verbunden, sodass das Gewicht desselben Teils des Produkts unterschiedlich sein kann und sich somit auch das endgültige numerische Ergebnis ändert. Dies könnte sich auch auf andere abhängige Ökoindikatoren auswirken, beispielsweise auf den Transport: Material mit einem höheren Gewicht oder Volumen wirkt sich negativ auf das numerische Ergebnis des Transports bei der Berechnung der Ökoindikatoren aus. Daher muss geprüft werden, ob sich die Änderung des Materials auch auf andere Ökoindikatoren auswirkt, und diese numerischen Ergebnisse müssen neu berechnet werden, bevor das eine oder andere Material ausgewählt wird. Betrachten wir auch das folgende Beispiel, das sich auf die Wahl des Materials für einen Windabweiser bezieht:

Der Windabweiser ist ein nützliches Element zur Verringerung des Luftwiderstands bei Lastkraftwagen. Das Gewicht des Abweisers selbst trägt jedoch zu einem erhöhten Kraftstoffverbrauch bei. Daher ist die Gewichtsreduzierung des Abweisers eine wichtige Anforderung für den Umweltschutz. Es wurde ein Vergleich zwischen der Verwendung von Abweisern aus Stahl und Abweisern aus expandiertem Polypropylen (PP) durchgeführt. Expandiertes PP hat einen höheren Ökoindikatorwert als Stahl. Unter Berücksichtigung der Lebensdauer hat der PP-Deflektor jedoch aufgrund seines geringeren Gewichts und damit geringeren Energieverbrauchs in der Nutzungsphase eine geringere Umweltbelastung.

9.1.4 Finanzielle Aspekte

In dieser Phase müssen einige finanzielle Aspekte berücksichtigt werden, wie z. B.:

- eine Bewertung der Investitionen, die für die Herstellung eines nachhaltigen Produkts erforderlich sind, einschließlich der Kosten für Laboranalysen;
- eine Bewertung der Investitionen, die für die Markteinführung eines Produkts erforderlich sind,
- eine Kostenschätzung in Bezug auf den gesamten Lebenszyklus des Produkts (Life Cycle Costing),
- Prognose und Bewertung der Produktverkäufe,
- eine Analyse der Kosten und Rentabilität des Produkts,
- sonstige Finanzanalysen.

9.1.5 Rechtliche und sonstige Anforderungen

Die Produktspezifikationen müssen den gesetzlichen Anforderungen entsprechen, daher ist es notwendig, eine Liste aller relevanten verbindlichen gesetzlichen Bestimmungen hinsichtlich der technischen, sicherheitsrelevanten, ökologischen und sonstigen Eigenschaften des Produkts zu erstellen, die bereits bestehen oder in Vorbereitung sind. Bei der Auswahl eines neuen Rohstoffs muss das Nachhaltigkeitsplanungsteam häufig die Einhaltung der REACH-Anforderungen überprüfen.

9.2 Auswahl der Details des Produktkonzepts

Im Rahmen der Detailplanung können für ein bestimmtes Konzept mehrere Lösungen entstehen, die genauer analysiert werden müssen. Für jeden dieser Fälle kann eine Vergleichstabelle mit verschiedenen möglichen Alternativen erstellt werden, ähnlich wie bei der Auswahl aus den bestehenden Konzepten im vorigen Kapitel. In diesem Fall werden die bewerteten Aspekte präziser sein als im vorigen Kapitel, aber die verwendete Methodik wird sehr ähnlich sein.

9.3 Interne Förderung der Produktlebensdauer

Die richtige Kommunikation der Ergebnisse eines Nachhaltigkeitsplanungsprojekts an die Mitarbeiter des Unternehmens ist eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg. Unternehmen unterschätzen diese Phase jedoch häufig. Die interne Kommunikation zum Projekt kann Veränderungen in Bezug auf die Aktivitäten und Routinen der Mitarbeiter unterstützen, die sich aus der Einführung der Nachhaltigkeitsplanung ergeben.

Die Bedeutung und Notwendigkeit der vorgeschlagenen Veränderungen müssen für alle Beteiligten klar und akzeptabel sein. Eine der wichtigen Aufgaben eines Projektmanagers ist es, sicherzustellen, dass die Entscheidungen des Projektteams nicht zu einem späteren Zeitpunkt aufgrund der Unkenntnis von Kollegen, die nicht direkt am Projekt beteiligt waren, rückgängig gemacht werden. Inzwischen sollten alle Verantwortlichen für den Produktionsstart und die Produkteinführung dank ihrer Beteiligung während der gesamten Projektumsetzung von den Vorteilen des neuen Plans überzeugt sein. Dies kann durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

- die Umweltpolitik des Unternehmens öffentlich erkennbar machen,
- Wir präsentieren ein neues Ökodesign des Projektteams,
- Veröffentlichung von Informationen im Unternehmensnewsletter,
- Wir organisieren Schulungen für Mitarbeiter,
- Veröffentlichung von Planungsanweisungen für Nachhaltigkeit, z. B. in einem Handbuch.

9.4 Vorbereitung für die Produktion

Der Weg vom ersten Entwurfsschritt für die Nachhaltigkeit des Produkts bis zur eigentlichen Produktionsphase war lang und beschwerlich. Eine Voraussetzung für die Vorbereitung der Produktion ist ein genehmigter Produktplan, der sowohl die in Kapitel 6 dargelegte erste Übersicht (Entwurf oder Briefing) über das Nachhaltigkeitsdesign als auch die Liste der erforderlichen Spezifikationen erfüllt. Die technische und finanzielle Machbarkeit des Projekts muss vom Projektteam und der Unternehmensleitung positiv bewertet werden.

Von hier an folgt das Unternehmen den üblichen Produktionsprozessen. Diese Phase umfasst die Prototypenfertigung, Musterprüfung, Werkzeugprüfung und die Planung der ersten Serienfertigung. Sobald ein Prototyp eines Produkts hergestellt wurde, muss er getestet und bewertet werden, um festzustellen, ob er tatsächlich den im Nachhaltigkeitsplanungsbrief (Entwurf) definierten Zielen entspricht. In dieser Phase können wir alle notwendigen Planungsanpassungen und Änderungen vornehmen. Während der Prototypenentwicklung und -prüfung kann zum ersten Mal die tatsächliche Nachhaltigkeitsleistung eines Produkts bewertet werden. In dieser Phase können auch die



Umweltaspekte des Endprodukts bewertet werden, wiederum unter Verwendung der zuvor angewandten Methoden und Annahmen.

9.5 Markteinführung

Die Markteinführung umfasst die Präsentation und Kommunikation der wichtigsten Merkmale und Vorteile eines Produkts, um die Verbraucher zum Kauf und zur Nutzung anzuregen. In dieser Hinsicht kann das Umweltprofil eines nachhaltigen Produkts die Grundlage für eine Marketingstrategie bilden.

Ein Marketingtest kann die Reaktionen der Verbraucher auf die Nachhaltigkeitsmerkmale eines Produkts zusammen mit anderen Standardkriterien bewerten. Mit diesen Erkenntnissen können vor einer groß angelegten Markteinführung letzte Änderungen vorgenommen werden. Auch die in der Anfangsphase des Projekts identifizierten wichtigsten Stakeholder können berücksichtigt werden. Nach der Markteinführung des Produkts kann das Unternehmen dessen Nachhaltigkeitsleistung überwachen. Verbraucherfeedback und Daten aus internen Produkten können in den Designprozess einfließen, um das Produkt weiter zu verbessern.

Gleichzeitig muss das Unternehmen eine Kommunikationsstrategie entwickeln. Das Unternehmen kann entscheiden, ob es Umwelterklärungen abgeben möchte oder nicht. Nachhaltige Vorteile des Produkts in seinen Anzeigen hervorheben oder dies nicht tun. Beide Strategien haben ihre Vor- und Nachteile. Explizites Marketing kann nützlich sein, wenn eine Gruppe von Verbrauchern an Nachhaltigkeitsthemen interessiert ist oder wenn Marketing zur Reputation einer Marke oder eines Unternehmens beiträgt. Der Nachteil kann jedoch sein, dass das Unternehmen seine Behauptungen hinsichtlich der Nachhaltigkeit oder Umweltfreundlichkeit des Produkts begründen muss. Die externe Umweltkommunikation in Bezug auf ein Produkt hat zwei Hauptaspekte:

- Kommunikation von Umweltaspekten während des gesamten Lebenszyklus unter Verwendung verschiedener Instrumente und Mittel, wie Öko-Labels und Umweltproduktdeklarationen;
- die Information der Nutzer, um die Umweltauswirkungen des Produkts während seiner Nutzung und endgültigen Entsorgung zu reduzieren.

10 Bewertung des Produkts und des Designprojekts im Hinblick auf Nachhaltigkeit

Die Ziele dieses Kapitels sind:

- Projektbewertung,
- Produktbewertung.

Arbeitsblätter 10: Bewertung des Produkts und des Planungsprojekts hinsichtlich Nachhaltigkeit

10.1 Warum sollte ein Nachhaltigkeitsplanungsprojekt bewertet werden und zu welchem Zweck?

Die Bewertung eines Nachhaltigkeitsplanungsprojekts hilft uns zu erkennen, inwieweit wir die Motivationsfaktoren, die das Unternehmen zur Umsetzung der Nachhaltigkeitsplanung veranlasst haben, erfüllt oder verbessert haben, und Mechanismen zu etablieren, um das Beste aus den Verbesserungen herauszuholen. Darüber hinaus können die Ergebnisse der Projektbewertung sehr wertvolle Informationen für die Schulung, Information und Motivation der Mitarbeiter innerhalb des Unternehmens sowie für die Integration von grünem Marketing in Marketingkampagnen oder -strategien des Unternehmens und für die Information anderer externer Interessengruppen (soziale Gruppen, Finanzinstitute, die grüne Kredite vergeben, Unternehmensgruppen, Umweltorganisationen usw.) liefern.

Die Bewertung der Ergebnisse des Projekts und des Produkts selbst muss in einem vom Projektteam erstellten Bericht zusammengefasst werden. Auf diese Weise gehen die während der Umsetzung des Projekts gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen nicht verloren. Der Bericht kann an alle Teilnehmer des Nachhaltigkeitsplanungsprojekts, einschließlich der Geschäftsleitung, verteilt werden.

10.2 Bewertung eines Planungsprojekts für Nachhaltigkeit

Dieser Teil des Bewertungsprozesses dient der Analyse der Leistungsaspekte und Verfahren im Nachhaltigkeitsplanungsprojekt. Dabei muss das Unternehmen die Angemessenheit der verwendeten Methodik berücksichtigen. Ein schrittweiser Nachhaltigkeitsplanungsprozess ist ein allgemeines Modell, das viele Unternehmen entsprechend ihren eigenen Bedürfnissen anpassen werden. Einige Unternehmen verfügen über ein eigenes internes Projektmanagementsystem, in das bestimmte Aspekte des Nachhaltigkeitsplanungsprojekts integriert werden können, wie in diesem Leitfaden beschrieben.

Das Unternehmen muss auch das Projektteam und das Support-Team bewerten. Diese Bewertung sollte sich insbesondere auf die Zusammensetzung des Teams, den Grad der Beteiligung, die Verpflichtungen und die verfügbaren personellen Ressourcen konzentrieren. Wir müssen die Vor- und Nachteile eines teamorientierten Ansatzes für die Nachhaltigkeitsplanung abwägen, um in Zukunft die effektivste Arbeitsmethode einsetzen zu können. Grundsätzlich ist die Teamarbeit in der Produktentwicklung komplexer, doch dieser Nachteil wird durch die höhere Qualität und Geschwindigkeit des Produktentwicklungsprozesses ausgeglichen.

Dieser Prozess kann den Bedarf an zusätzlichem Wissen und Schulungen innerhalb des Projektteams aufzeigen. Ökodesign ist ein neuerer Ansatz, der auf einen Mangel an ausreichendem Wissen über die Umweltaspekte der Produktentwicklung hindeuten kann. Bei der Bewertung eines Projekts müssen wir uns daher fragen, ob es im Unternehmen selbst, unter den Teammitgliedern und anderen Mitarbeitern an relevantem Wissen mangelt. In diesem Fall werden spezifische Maßnahmen empfohlen, um geeignete Schulungen oder externe Beratung zu organisieren.

Es gibt viele Möglichkeiten, ein Nachhaltigkeitsplanungsprojekt zu bewerten, und jedes Unternehmen sollte eine solche Bewertung in seine Methodik oder seine üblichen Projektbewertungsverfahren aufnehmen.

Bei dieser Bewertung müssen wir jedoch unbedingt die Auswirkungen von Umweltverbesserungen auf die Erfüllung von Motivationsfaktoren analysieren. Wenn Verbesserungen in Umweltaspekten erkennbar sind, muss untersucht werden, wie sich diese Verbesserungen auf die Erfüllung von Motivationsfaktoren auswirken. Das bedeutet, dass analysiert werden muss, inwieweit wir die Ziele erreicht haben, die uns dazu veranlasst haben, den Nachhaltigkeitsplanungsprozess zu starten.

Zu diesem Zweck können wir den Fragebogen zur Bewertung der Nachhaltigkeitsplanung verwenden, in dem wir Umweltverbesserungen und die Erfüllung von Motivationsfaktoren kombinieren und dies auf die für die Nutzer, die wir informieren möchten, verständlichste Weise ausdrücken können (verwenden Sie die Werte der Ökoindikatoren nicht direkt für Marketingzwecke, da sie nur ein Bewertungs- und Analyseinstrument sind!)

✂ **Arbeitsblatt 10.1:** Bewerten Sie Ihr Planungsprojekt auf Nachhaltigkeit.

10.3 Bewertung des endgültigen nachhaltigen Produkts

Dieser Teil des Bewertungsprozesses konzentriert sich auf die verbesserte Leistung des neuen Produkts im Vergleich zum Originalprodukt, zum Konkurrenzprodukt oder zu anderen Referenzprodukten. Dabei bewerten wir die Verbesserung der wichtigsten Umweltaspekte, vergleichen die wichtigsten Umweltaspekte des neuen Produkts mit denen des Basisprodukts (sofern möglich) und überprüfen die Einhaltung der Umweltanforderungen. Außerdem wird in dieser Phase das Endergebnis des Projekts mit einer kurzen Übersicht (Entwurf oder Zusammenfassung) der Nachhaltigkeitsplanung verglichen. Wenn es Abweichungen gibt, sollte das Team nachfragen, warum diese aufgetreten sind, und daraus lernen.

Neben den finanziellen und ökologischen Aspekten des neuen Produkts müssen wir in dieser Phase auch dessen Funktionalität und technische Eigenschaften betrachten. Diese Informationen vermitteln uns ein vollständiges Bild des neu entwickelten oder überarbeiteten Produkts und unterstützen die Vermarktung des Produkts sowie die interne Rechtfertigung oder Förderung des Nachhaltigkeitsplanungsprojekts.

Nach dem Verkaufsstart eines Produkts kann das Unternehmen dessen nachhaltigen Betrieb überwachen. Ein wichtiger Aspekt ist die Überwachung des Produkts, um dessen Funktion sicherzustellen. Die Umweltqualitäten eines Produkts sind nur ein Aspekt eines modifizierten (oder völlig neuen) Produkts. Nach der Umsetzung des Projekts wird sich zeigen, ob das Produkt andere Funktionen besser erfüllt. Die Bewertung der Wahrnehmung eines neu gestalteten Produkts durch die Verbraucher ist ein weiterer wichtiger Aspekt der Produktbewertung. Eine solche Bewertung gibt Aufschluss über die Meinung der Verbraucher zur Nachhaltigkeit des Produkts und zur Sichtbarkeit der Nachhaltigkeitsplanung (z. B. auf einer Skala von „kaum wahrnehmbar“ bis „radikal“). Mit „radikal“ meinen wir wesentliche Veränderungen, durch die ein Produkt seine Funktion auf eine andere, innovative Weise erfüllt.

Das Feedback der Verbraucher und die Daten aus internen Produkttests können in den Designprozess für die weitere Produktüberprüfung einfließen, um aktuelle oder zukünftige Produkte sowie den Design- und Entwicklungsprozess zu verbessern. Natürlich müssen Unternehmen berücksichtigen, dass Informationen über Verbesserungen nicht unmittelbar nach Abschluss des Projekts verfügbar sind, sondern dass es einige Zeit dauert, bis zuverlässige und aussagekräftige Daten vorliegen.

✂ **Arbeitsblatt 10.2:** Bewerten Sie die Haltbarkeit des Produkts.

10.4 Praktische Anwendung der Bewertung des Planungsprojekts auf Nachhaltigkeit

Die Ergebnisse einer Bewertung von Nachhaltigkeitsplanungsprojekten können für verschiedene spezifische Zwecke jedes Unternehmens genutzt werden. Die Ergebnisse können zur Bewertung eines Nachhaltigkeitsplanungsprojekts oder zur Bestätigung seiner Förderfähigkeit herangezogen werden. Die Dokumentation mit den Ergebnissen kann als Leitfaden für zukünftige Nachhaltigkeitsplanungsprojekte



im Unternehmen dienen (z. B. können wir den Prozentsatz der Verbesserungen abschätzen, die in Bezug auf einen bestimmten Aspekt möglich waren, usw.). Wir möchten zwei weitere Aspekte nennen, die unserer Meinung nach im gemeinsamen Interesse der meisten Unternehmen hinsichtlich der Verwendung der Ergebnisse liegen:

10.4.1 Mitarbeiter motivieren

Wenn der Aktionsplan auf Unternehmensebene darauf abzielte, die Nachhaltigkeitsplanungsmethodik bekannt zu machen, sind die Ergebnisse des Projekts entscheidend, um jede Abteilung zu motivieren, Nachhaltigkeitsplanungsaufgaben nicht als zusätzliche Verpflichtung, sondern als Chance zur Verbesserung von Produkten und Umwelt zu betrachten. Es ist daher ratsam, die Ergebnisse als wichtiges Material zur Verbreitung des Aktionsplans des Unternehmens zur Nachhaltigkeitsplanung zu nutzen.

10.4.2 Grünes Marketing

Wenn die Berücksichtigung von Umweltaspekten das Unternehmen von anderen unterscheidet oder die Qualität des Produkts verbessert, können Umweltverbesserungen in die Marketingkampagnen und das grüne Marketing des Unternehmens einbezogen werden. Natürlich ist grünes Marketing nicht so einfach, wie es auf den ersten Blick erscheinen mag. Wie andere Marketingstrategien erfordert es spezifische Techniken und muss auf einer Reihe von Grundprinzipien basieren. Die Nachhaltigkeitsplanung und die Marketingmaßnahmen müssen von allen Kapiteln dieses Handbuchs beeinflusst werden und sich auf alle Phasen des Lebenszyklus auswirken (unter Verwendung der Ergebnisse der Motivationsfaktoranalyse). Das Ziel dieses Leitfadens ist es nicht, die Umsetzung von grünem Marketing im Detail zu beschreiben, da es zu diesem Zweck eine Reihe von Publikationen gibt, die sich eingehend mit diesem umfangreichen Thema befassen.

11 Aktionsplan für die Folgeplanung zur Nachhaltigkeit

Die Ziele dieses Kapitels sind:

- Entwicklung eines mittel- und langfristigen Aktionsplans für weitere Nachhaltigkeitsplanungsaktivitäten sowohl auf Produkt- als auch auf Unternehmensebene.

Arbeitsblatt 11: Aktionsplan für Folgeplanungsaktivitäten zur Nachhaltigkeit.

Sobald die Methodik der „Nachhaltigkeitsplanung“ erfolgreich umgesetzt und die entsprechenden Instrumente eingesetzt wurden, stehen dem Unternehmen eine Reihe von Verbesserungsmaßnahmen zur Verfügung, von denen viele auf eine mittel- bis langfristige Umsetzung abzielen. Kurzfristige Maßnahmen sind in der Regel bereits umgesetzt oder befinden sich in der Endphase.

Die Praxis zeigt jedoch, dass ohne einen strukturierten Aktionsplan die Gefahr besteht, dass einige wichtige Maßnahmen nicht umgesetzt werden, entweder aufgrund mangelnder Koordination oder aufgrund einer allmählichen Rückkehr zu etablierten, traditionellen Entwicklungsmethoden. Darüber hinaus besteht auch die Gefahr, dass die Nachhaltigkeitsplanungsmethodik in Zukunft nicht mehr angewendet wird, wenn sie nicht systematisch in die bestehenden Prozesse und Standards des Unternehmens (z. B. ISO 9001, ISO 14001, ESG-Berichterstattung) integriert wird.

Daher ist es unerlässlich, einen klaren, umsetzbaren Aktionsplan zu entwickeln:

- Auf Produktebene, damit konkrete Maßnahmen nicht verloren gehen.
- Auf Unternehmensebene wird die Methodik in die übergeordnete Strategie des Unternehmens integriert und Teil seiner nachhaltigen Kultur.

11.1 Mittel- und langfristiger Aktionsplan

In diesem Leitfaden haben wir einen der möglichen Gestaltungsansätze für Produktnachhaltigkeit skizziert. Die Umsetzung dieses Ansatzes bei bestehenden Produkten ist sehr praktisch, um das Konzept der nachhaltigen Entwicklung im Unternehmen einzuführen. Die Verbesserung der Nachhaltigkeit insgesamt durch die Einführung einer Nachhaltigkeitsplanung ist ein guter Anfang, reicht aber in der Regel nicht aus, um ein langfristiges Maß an ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit zu erreichen. Dies erfordert viel radikalere Innovationen.

Nachhaltige Entwicklung erfordert die Berücksichtigung der Bedürfnisse künftiger Generationen, was bedeutet, dass man sich mit zukünftigen ökologischen und sozialen Problemen auseinandersetzen muss. Der globale Umweltdruck steht in direktem Zusammenhang mit der Bevölkerungsgröße, die das Konsumniveau und den Material- und Energiebedarf für die Produktion jeder „Einheit“ des Konsums bestimmt. Schätzungen zufolge muss der Umweltdruck um etwa die Hälfte reduziert werden. Unter Berücksichtigung der aktuellen Wachstumsraten der Schwellenländer sollte die Effizienz von Produkten und Prozessen um den Faktor 4 verbessert werden. Zukünftige Generationen werden in einer Welt mit einer wachsenden Bevölkerung und einem viel höheren Konsumniveau leben, was eine Verbesserung der Material- und Energieeffizienz um den Faktor 10 bis 20 erfordern wird.

Diese Art des „Faktordenkens“, auch „X-Faktor-Denken“ genannt, verdeutlicht die Dimensionen aktueller Aufgaben und die dringende Notwendigkeit, Produktionsprozesse, Produkte und ganze Systeme zu verbessern. Die kurzfristige, schrittweise Überarbeitung bestehender Produkte wird auch als „Inside-the-Box“-Innovation bezeichnet. *Inside-the-Box*) kann in der Regel zu Verbesserungen um den Faktor 2–4 führen. Um langfristige Faktoren von 10 bis 20 zu erreichen, sind radikale Produktinnovationen oder sogenannte „Out-of-the-Box“-Innovationen erforderlich. *Outside-the-box*). Dazu gehören die Entwicklung völlig neuer Produkte und die Verbesserung sowohl von Produkten als auch von damit verbundenen Dienstleistungen sowie die Entwicklung völlig neuer funktionaler Systeme von Produkten und Dienstleistungen. Abbildung 11.1 zeigt die unterschiedlichen Grade des Umweltnutzens und die dafür erforderlichen Innovationen.

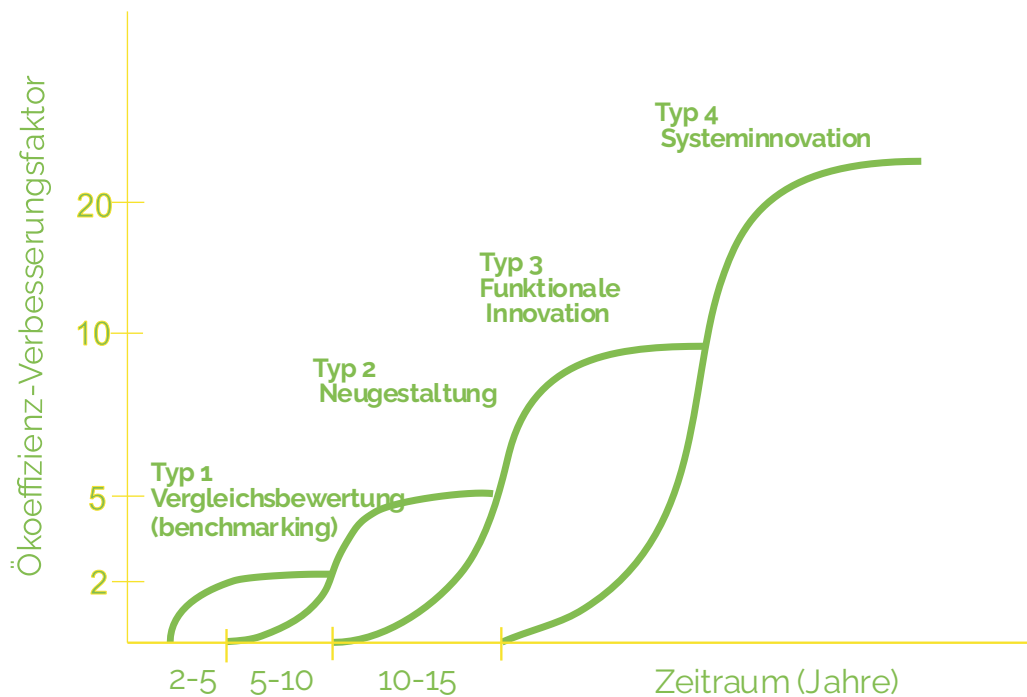


Abbildung 11.1: Rates Environmental Benefits and type necessary for this Innovation (Crul & Diehl, 2009).

Angesichts der in den vorangegangenen Kapiteln dieses Handbuchs (im Zusammenhang mit der Entwicklung eines neuen Produkts) erarbeiteten und priorisierten Maßnahmen zur Verbesserung der Umweltbilanz haben wir nun eine Vision für die Umsetzung der verschiedenen ausgewählten Maßnahmen zur Verbesserung der Umweltsituation. Höchstwahrscheinlich konzentrierte sich das Nachhaltigkeitsplanungsprojekt auf kurzfristige Strategien. Um eine nachhaltige Entwicklung zu erreichen, müssen jedoch auch langfristige Strategien für funktionale und systemische Innovationen berücksichtigt werden. Wir müssen uns fragen, inwieweit die kurzfristige Strategie zu konkreten Verbesserungen des Produkts geführt hat. Eine wichtige Frage ist auch, ob eine langfristige Nachhaltigkeitsplanungsstrategie zum Beginn einer neuen Produktentwicklung geführt hat oder Teil des F&E-Programms des Unternehmens geworden ist.

Jetzt wäre es an der Zeit, einen Aktionsplan zu erstellen, der alle ausgewählten, noch nicht umgesetzten Verbesserungsmaßnahmen (mittel- und langfristig) zusammen mit den Fristen für die Umsetzung, den erforderlichen Maßnahmen, den Verantwortlichen und den für diese Maßnahmen zuständigen Personen klar enthält.

✂ **Arbeitsblatt 11:** Aktionsplan für Folgeplanungsaktivitäten zur Nachhaltigkeit: Was, wer, wann, wie und wie viel?

11.2 Planung eines Aktionsplans für Nachhaltigkeit auf Unternehmensebene

Als die Methodik und die Instrumente zur Nachhaltigkeitsplanung in der Produktentwicklungsabteilung erstmals eingesetzt wurden, konnte festgestellt werden, welche dieser Instrumente für das Unternehmen von Interesse sind und wie sie in den Prozess der Entwicklung neuer Produkte integriert werden können. Um dies herauszufinden, werden die folgenden Schritte vorgeschlagen:

- 1) Wir halten eine Besprechung in der Produktentwicklungsabteilung ab, in der wir parallel die Planungsmethodik für Nachhaltigkeit und alle Phasen des Produktentwicklungsprozesses des Unternehmens analysieren (zusammen mit anderen Maßnahmen, die von anderen Abteilungen umgesetzt werden: Informationsaustausch zwischen der Marketingabteilung und der Produktentwicklungsabteilung usw.) und die Möglichkeiten einer Kombination der beiden

Methodiken prüfen. Wir versuchen auch, all dies mit anderen Unternehmensmanagement-Tools (ISO 9001, ISO 14001) zu kombinieren.

- 2) Als Ergebnis dieser Analyse erstellen wir einen Aktionsplan, diesmal auf Unternehmensebene, um die notwendigen Änderungen in den Produktentwicklungsplan, ISO 9001 oder ISO 14001, die zuständige Abteilung, die erforderlichen Aufgaben und deren Häufigkeit aufzunehmen.
- 3) Als letzter Schritt erfolgt die Entwicklung oder Anpassung der Methodik und der erforderlichen Planungsinstrumente für Nachhaltigkeit.

Wie wir sehen können, ist diese Phase für jedes Unternehmen spezifisch. Die Dokumente und Aktivitäten müssen auf das Unternehmen zugeschnitten sein, damit es sich mit der Nachhaltigkeitsplanung vertraut machen und diese an seine Bedürfnisse und Instrumente anpassen kann. Es sei darauf hingewiesen, dass es trotz der Möglichkeit, die Planungsmethodik für Nachhaltigkeit an die spezifischen Bedürfnisse des Unternehmens anzupassen, nicht ratsam ist, eine Phase auszulassen, auch wenn einige wichtiger erscheinen als andere, da sie alle miteinander verbunden sind und ihren eigenen **Zweck** haben. **Als Grundlage wird vorgeschlagen, das Formular „Aktionsplan zur Nachhaltigkeitsplanung auf Unternehmensebene“ zu verwenden**, das eines der Instrumente im Anhang dieses Leitfadens ist.

Es ist ratsam, die nach dem ersten Nachhaltigkeitsplanungsprojekt im Unternehmen gewonnenen Erfahrungen und Kenntnisse zu konsolidieren und zu verankern. Dadurch wird eine kontinuierliche Verbesserung der Umweltaspekte der Produkte erreicht. Die Kontrolle und systematische Verbesserung der Umweltaspekte von Produkten in einer Organisation wird als produktorientiertes Umweltmanagementsystem (POEMS) bezeichnet. Eine Möglichkeit, die kontinuierliche Berücksichtigung der Umweltaspekte von Produkten sicherzustellen, besteht darin, die Ergebnisse eines Nachhaltigkeitsplanungsprojekts (basierend auf Wissen und Erfahrung) in ein Umweltmanagementsystem nach ISO 14001 oder ein Qualitätssystem nach ISO 9001 zu integrieren.

11.2.1 Integration mit ISO 9001 (Qualitätsmanagement)

ISO 9001:2015 fördert die systematische Planung und Bewertung von Zielen. Umweltaspekte können effektiv integriert werden:

- in die Formulierung von Produktspezifikationen,
- in Beschaffungsverfahren und Lieferantenbewertung,
- in Verfahren zur Überwachung der Kundenzufriedenheit und der Nachhaltigkeitserwartungen.

11.2.2 Integration mit ISO 14001 (Umweltmanagement)

ISO 14001:2015 fördert einen systematischen Ansatz zur Kontrolle von Umweltauswirkungen, einschließlich:

- Umweltaspekte des Produkts in allen Phasen des Lebenszyklus,
- Umweltpolitik für Produkte
- Ziele und Programme zur Verringerung der Auswirkungen.

In Kombination mit einer nachhaltigen Planung ist das Unternehmen in der Lage, das Lebenszyklusdenken (LCT) umzusetzen und seinen ökologischen Fußabdruck langfristig zu verringern.

11.2.3 Verbindung zu ISO 14006:2020 und POEMS

ISO 14006:2020 ist eine aktuelle Norm, die Unternehmen Leitlinien für das Umweltmanagement in der Entwurfs- und Entwicklungsphase von Produkten an die Hand gibt. Die Norm ist besonders nützlich, um die Nachhaltigkeitsplanung mit einem Umweltmanagementsystem zu verknüpfen.

POEMS (Product-Oriented Environmental Management Systems) fördern die systematische Überwachung und Verbesserung der Umweltleistung von Produkten während ihres gesamten Lebenszyklus.

11.2.4 Anwendung der ISO 26000-Leitlinien für soziale Verantwortung

ISO 26000:2020 bietet einen Rahmen für die Integration von sozialer Verantwortung und ethischen Praktiken in strategische und operative Aspekte eines Unternehmens, darunter

- Faire Behandlung der Mitarbeiter,
- Einbeziehung von Interessengruppen
- Verantwortung gegenüber der Gemeinschaft und der Umwelt.

Die Norm ist nicht zur Zertifizierung vorgesehen, ermöglicht jedoch wichtige Verknüpfungen zu ESG-Zielen und zur Nachhaltigkeitsberichterstattung.

✂ **Arbeitsblatt 11:** Umweltmanagementsystem und Checkliste für Ökodesign.

12 Referenzen

- Bocken, N. M. P., Short, S. W., Rana, P., & Evans, S. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, 65, 42–56. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.039>
- Brezet, H. (1997). *Ecodesign: A promising approach to sustainable production and consumption*. Paris, France: United Nations Environment Programme, Industry and Environment, Cleaner Production; The Hague: Rathenau Institute; Delft, Netherlands: Delft University of Technology, [1997] ©1997. <https://search.library.wisc.edu/catalog/999843507802121>
- Crul, M., & Diehl, J. (2009). *Design for sustainability, a step-by-step approach*. UNEP, United Nations Publications.
- De Padua Pieroni, M., McAloone, T., & Pigosso, D. (2019). Business Model Innovation for Circular Economy: Integrating Literature and Practice into a Conceptual Process Model. *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design*, 1(1), 2517–2526. <https://doi.org/10.1017/dsi.2019.258>
- EC. (2023). *Proposal for a Regulation on Ecodesign for Sustainable Products (ESPR)*. European Commission. <https://environment.ec.europa.eu>
- Ellen MacArthur Foundation. (2021). *Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change*. Ellen MacArthur Foundation. <https://ellenmacarthurfoundation.org>
- European Commission. (2020). *A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe*. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0098>
- European Commission. (2022). *Strategy for Sustainable Products – Sustainable Product Regulation Proposal*. European Commission.
- European Commission. Joint Research Centre. (2019). *Suggestions for updating the Organisation Environmental Footprint (OEF) method*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/424613>
- Fatimah, Y. A., Govindan, K., Murniningsih, R., & Setiawan, A. (2020). Industry 4.0 based sustainable circular economy approach for smart waste management system to achieve sustainable development goals: A case study of Indonesia. *Journal of Cleaner Production*, 269, 122263. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122263>
- Goedkoop, M. (1995). *The Eco Indicator '95—Final Report, Amersfoort: National Reuse of Waste Research Program. Report 9523*.
- Horizon Europe. (2021). *Cluster 6: Food, Bioeconomy, Natural Resources, Agriculture and Environment*. Horizon Europe (2021–2027). <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>
- IHOBE. (2001). *Practical Manual of Ecodesign—Procedure for implementation in 7 steps*. Bilbao: IHOBE, S.A.. Basque Government of Territorial Organization, Housing and the Environment.
- ISO. (2015). *ISO 14001:2015 – Environmental management systems—Requirements with guidance for use*. International Organization for Standardization.
- ISO. (2020a). *ISO 14006:2020 – Environmental management systems—Guidelines for incorporating ecodesign*. International Organization for Standardization.
- ISO. (2020b). *ISO 26000: Guidance on social responsibility*.
- Kara, S., Herrmann, C., & Hauschild, M. (2023). Operationalization of life cycle engineering. *Resources, Conservation and Recycling*, 190, 106836. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106836>
- Klöpffer, W., & Grahl, B. (Eds). (2014). *Life Cycle Assessment (LCA): A Guide to Best Practice* (1st edn). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9783527655625>
- McAloone, T., & Bey, N. (2009). *Environmental improvement through product development: A guide* (Ulla Ringbæk, Ed.). Environmental Protection Agency.
- Mihajlović, I., Perišić, M., Brkić, V. S., Milošević, I., & Milijić, N. (2024). Digitalization of Strategic Decision-Making in Manufacturing SMEs: A Quantitative SWOT-TOWS Analysis. *Precision Mechanics & Digital Fabrication*, 1(3), 176–188. <https://doi.org/10.56578/pmdf010305>
- Moreno, M., De Los Rios, C., Rowe, Z., & Charnley, F. (2016). A Conceptual Framework for Circular Design. *Sustainability*, 8(9), 937. <https://doi.org/10.3390/su8090937>
- Neugebauer, S., Forin, S., & Finkbeiner, M. (2016). From Life Cycle Costing to Economic Life Cycle Assessment—Introducing an Economic Impact Pathway. *Sustainability*, 8(5), 428. <https://doi.org/10.3390/su8050428>
- OECD. (2022). *ESG Investing and Sustainability Reporting: Trends and Guidelines*. <https://www.oecd.org>

- Pollok, L., Spierling, S., Endres, H.-J., & Grote, U. (2021). Social Life Cycle Assessments: A Review on Past Development, Advances and Methodological Challenges. *Sustainability*, 13(18), 10286. <https://doi.org/10.3390/su131810286>
- Rebitzer, G., & Hunkeler, D. (2003). Life cycle costing in LCM: Ambitions, opportunities, and limitations: Discussing a framework. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 8(5), 253–256. <https://doi.org/10.1007/bf02978913>
- Roos, S., Sandin, G., Zamani, B., & Peters, G. (2015). *Environmental assessment of Swedish fashion consumption. Five garments – sustainable futures*. Unpublished. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3084.9120>
- Taghizadeh, S. K., Rahman, S. A., Nikbin, D., Radomska, M., & Maleki Far, S. (2024). Dynamic capabilities of the SMEs for sustainable innovation performance: Role of environmental turbulence. *Journal of Organizational Effectiveness: People and Performance*, 11(4), 767–787. <https://doi.org/10.1108/JOEPP-04-2023-0166>
- UNEP. (2020). *Design for Sustainability: A Step-by-Step Approach*. United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2021). *Sustainability and Circularity in the Textile Value Chain*. United Nations Environment Programme. https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2023-12/Full%20Report%20-%20UNEP%20Sustainability%20and%20Circularity%20in%20the%20Textile%20Value%20Chain%20A%20Global%20Roadmap_0.pdf
- Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., & Weidema, B. (2016). The ecoinvent database version 3 (part I): Overview and methodology. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(9), 1218–1230.

Alle Abbildungen, für die keine andere Quelle ausdrücklich angegeben ist, wurden mithilfe der generativen künstlichen Intelligenz Google Gemini 3.1 Pro auf der Grundlage vom Autor entwickelter Texteingaben erstellt.

12.1 Glossar

Versauerung

Der Prozess der Senkung des pH-Werts von Böden oder Gewässern mit geringer Pufferkapazität, häufig als Folge von saurem Regen. Dies betrifft häufig Waldböden.

Zertifizierte Umweltzeichen (Typ I)

Unabhängig geprüfte Kennzeichnungen für Produkte oder Dienstleistungen, die im Vergleich zu konkurrierenden Alternativen eine überdurchschnittliche Umweltleistung aufweisen. Sie basieren auf vorab festgelegten Kriterien.

Sauberere Produktion

Ein präventiver Umweltansatz, der Änderungen bei Materialien, Technologien oder Prozessen umfasst, um Emissionen, Abfall und Ressourcenverbrauch an der Quelle zu reduzieren.

Gefährliche Stoffe

Chemikalien in fester, flüssiger oder gasförmiger Form, die schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit von Menschen, Tieren, Pflanzen oder die Umwelt haben können. Die Verwendung dieser Stoffe unterliegt häufig gesetzlichen Beschränkungen.

Dematerialisierung

Eine Strategie zur Reduzierung des Materialverbrauchs durch die Optimierung von Produkten und Prozessen sowie den Ersatz von Produkten durch Dienstleistungen. Sie ist mit einer höheren Materialeffizienz verbunden.

Design für die Umwelt (DfE)

Entwicklung von Produkten oder Dienstleistungen zur Verringerung der Umweltauswirkungen während des gesamten Lebenszyklus – von der Materialauswahl bis zum Ende der Lebensdauer.

Ökodesign (Umweltplanung)

Einbeziehung von Umweltaspekten in die Gestaltung von Produkten oder Dienstleistungen mit dem Ziel, die Umweltbelastungen während des gesamten Lebenszyklus zu reduzieren.

Ökoindikator

Ein quantitativer Wert, der die Umweltauswirkungen auf der Grundlage einer Lebenszyklusanalyse darstellt. Er wird zur Bewertung und zum Vergleich der Umweltleistung von Produkten verwendet.

Öko-Innovation

Jede Innovation, die zu einer erheblichen Verringerung der Umweltbelastung führt, sei es durch Produkte, Dienstleistungen, Prozesse oder Geschäftsmodelle.

Umweltzeichen

Ein freiwilliges System, das Produkte mit überdurchschnittlicher Umweltleistung kennzeichnet und es Verbrauchern ermöglicht, fundierte Entscheidungen zu treffen.

Prozesse am Ende der Lebensdauer

Dazu gehören die Sammlung, Demontage, Wiederverwendung, das Recycling, die Kompostierung, die Verbrennung oder die Entsorgung von Produkten am Ende ihrer Nutzungsdauer.

System am Ende der Lebensdauer

Eine Reihe von Prozessen, die nach dem Ende der Nutzung eines Produkts stattfinden. Es umfasst die Demontage, Wiederverwendung, das Recycling, die Verwertung, die Verbrennung oder die endgültige Entsorgung von Abfällen.

End-of-Pipe-Technologie

Lösungen, die Schadstoffe am Ende des Produktionsprozesses behandeln – bevor sie in die Umwelt gelangen –, z. B. Filter, Kläranlagen.

Umweltaspekt

Ein Element der Tätigkeit, des Produkts oder der Dienstleistung einer Organisation, das Auswirkungen auf die Umwelt haben kann, z. B. Energieverbrauch, Emissionen oder Abfall (ISO 14001).

Umwelt-Benchmarking

Eine Methode zum systematischen Vergleich von Umweltpraktiken, -indikatoren oder -ergebnissen mit den besten Praktiken der Branche, um die Effizienz zu verbessern.

Umweltauswirkungen

Jede durch die Aktivitäten einer Organisation verursachte Veränderung der Umwelt – schädlich oder vorteilhaft. Dies kann Auswirkungen auf Luft, Wasser, Boden, Ökosysteme und die menschliche Gesundheit umfassen.

Umweltmanagementsystem (UMS)

Ein strukturierter Ansatz einer Organisation zur Steuerung ihrer Umweltaspekte. Er umfasst Richtlinien, Verfahren, Ziele, Verantwortlichkeiten und Mechanismen zur Erreichung der Konformität und zur Verbesserung der Umweltleistung.

Umweltpolitik

Eine Reihe strategischer Leitlinien, Ziele und Verpflichtungen einer Organisation in Bezug auf ihre Beziehung zur Umwelt, die häufig als Teil eines Umweltmanagementsystems formalisiert sind.

Umweltproduktdeklarationen (Typ III / EPD)

Standardisierte und unabhängig überprüfte Informationen zum Umweltprofil des Produkts, die auf der Grundlage einer Lebenszyklusanalyse gemäß den Regeln der Produktionskategorie (PCR) ermittelt wurden.

Externalitäten

Direkte oder indirekte Auswirkungen wirtschaftlicher Aktivitäten, die nicht im Marktpreis eines Produkts oder einer Dienstleistung enthalten sind, z. B. Umweltverschmutzung.

Grünes Marketing

Marketing, das umweltfreundliche Produkte und Dienstleistungen fördert und Umweltvorteile als Teil einer Marketingstrategie thematisiert. Es erhöht das Bewusstsein und die Entscheidungsfähigkeit nachhaltiger Verbraucher.

Umweltorientierte öffentliche Beschaffung

Der Prozess der Integration von Umweltkriterien in Beschaffungsverfahren – von technischen Spezifikationen und Auswahlkriterien bis hin zu Umsetzungsbedingungen – mit dem Ziel, die Umweltauswirkungen der beschafften Produkte und Dienstleistungen zu verringern.

Hierarchist

Eine Person, die strukturierte Entscheidungsfindung und Stabilität priorisiert. Im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit befürwortet sie oft schrittweise Veränderungen innerhalb bestehender Systeme.

Individualist

Eine Person, die ihr eigenes Urteilsvermögen, ihre Unabhängigkeit und ihre persönliche Verantwortung in den Vordergrund stellt. Bei nachhaltigen Ansätzen betont sie oft innovative Lösungen.

Lebenszyklus

Eine Abfolge miteinander verbundener Phasen eines Produkts oder einer Dienstleistung – von der Gewinnung der Rohstoffe über die Produktion, den Vertrieb und die Nutzung bis hin zur Entsorgung am Ende der Nutzungsdauer. Er umfasst alle ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen im Laufe der Zeit.

Lebenszyklusanalyse (LCA)

Eine systematische Methode zur Bewertung der mit einem Produkt oder einer Dienstleistung verbundenen Umweltauswirkungen, die alle Phasen des Lebenszyklus abdeckt: von den Rohstoffen bis zur Entsorgung.

Lebenszyklusinventar (LCI)

Erfassung und Quantifizierung aller Material- und Energieeinsätze sowie Emissionen (z. B. Emissionen, Abfälle) für einzelne Phasen des Lebenszyklus eines Produkts oder einer Dienstleistung.

Lebenszyklusdenken (LCT)

Ein konzeptioneller Rahmen, der die Berücksichtigung der Auswirkungen während des gesamten Lebenszyklus eines Produkts oder einer Dienstleistung fördert, auch wenn keine vollständige Ökobilanzanalyse durchgeführt wird.

LiDS-Rad

Ein Instrument zur Bewertung der Umweltverbesserungen eines Produkts im Vergleich zur Vorgängerversion. Es verwendet mehrere Kriterien (z. B. Materialien, Energie, Lebensdauer), um den nachhaltigen Fortschritt zu bestimmen.

Materialien mit geringeren Auswirkungen

Stoffe, deren Gewinnung, Verarbeitung und Verwendung im Vergleich zu herkömmlichen Materialien eine geringere Umweltbelastung verursachen. Dazu gehören häufig recycelte, erneuerbare oder ungiftige Materialien.

Marktanalyse

Der Prozess der Sammlung, Analyse und Interpretation von Informationen über den Markt, den Wettbewerb und die Kunden zur Unterstützung der Entscheidungsfindung in Unternehmen.

Materialinput pro Leistungseinheit (MIPS)

Das quantitative Verhältnis zwischen dem gesamten Materialeinsatz (MI) und der Anzahl der Funktionseinheiten (S). Es wird als Materialleistungsindikator und als Instrument zur vergleichenden Bewertung verwendet.

MECO-Matrix

Eine qualitative oder semiquantitative Methode zur Analyse der Auswirkungen von Materialien (M), Energie (E), Chemikalien (C) und anderen Aspekten (O) im Lebenszyklus eines Produkts. Sie wird verwendet, um schnell Umweltprioritäten zu identifizieren.

Nährstoffe

Chemische Elemente oder Verbindungen, die für das Wachstum und die Lebensfunktionen von Organismen unerlässlich sind. Eine Schlüsselrolle insbesondere in der Landwirtschaft und Ökologie.

Produktentwicklung

Ein umfassender Prozess der Planung, Konzeption, Erprobung und Markteinführung eines neuen Produkts, einschließlich möglicher Verbesserungen bestehender Lösungen.

Produktsystem

Die Gesamtheit der Prozesse, Abläufe und Funktionen, die zusammen den Lebenszyklus eines Produkts oder einer Dienstleistung bilden, wie er in der Ökobilanzanalyse modelliert ist. Es umfasst alle Input- und Output-Ströme, die zur Erfüllung der Funktion des Systems erforderlich sind.

Qualitätsmanagementsystem

Eine Reihe miteinander verbundener Elemente in einer Organisation, die die Planung, Umsetzung, Überprüfung und kontinuierliche Verbesserung der Qualität von Produkten, Prozessen oder Dienstleistungen ermöglichen. Es basiert in der Regel auf der Norm ISO 9001.

ReCiPe-Methode

Eine moderne Methode zur Bewertung von Auswirkungen in der Lebenszyklusanalyse, die Daten zu Emissionen und Ressourcenverbrauch in Schadensindikatoren (z. B. Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, Ökosysteme, Ressourcen) umwandelt.

Recycelbare Materialien

Materialien, die nach Gebrauch gesammelt, verarbeitet und als Rohstoff für neue Produkte wiederverwendet werden können.

Recyclingmaterial

Material, das nach Gebrauch gesammelt und verarbeitet und wieder in den Produktionsprozess integriert wurde – entweder aus industriellen (vor dem Verbrauch) oder aus Verbraucherquellen.

Recycling

Der Prozess der Verarbeitung von Abfallstoffen zu neuen Produkten oder Rohstoffen mit dem Ziel, den Verbrauch natürlicher Ressourcen und die Abfallmenge zu reduzieren.

Selbstdeklarationen zu Umweltprodukten (Typ II)

Aussagen des Herstellers, Importeurs oder Händlers zur Umweltleistung des Produkts. Sie basieren auf einer oder mehreren spezifischen Angaben (z. B. „biologisch abbaubar“) und werden nicht unbedingt von einer unabhängigen Institution validiert, obwohl eine Überprüfung ihre Glaubwürdigkeit erhöht.

Soziale Verantwortung

Die Verantwortung der Organisation für ihre Auswirkungen auf die Gesellschaft und die Umwelt, die sich in ethischem Verhalten, Transparenz und einem Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung äußert.

Interessengruppen

Personen, Gruppen oder Organisationen, die direkt oder indirekt von den Entscheidungen und Aktivitäten eines Unternehmens oder Projekts betroffen sind.

Nachhaltige Entwicklung

Entwicklung, die den Bedürfnissen der Gegenwart gerecht wird, ohne die Fähigkeit künftiger Generationen zu beeinträchtigen, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen. Sie basiert auf einer ausgewogenen Berücksichtigung ökologischer, sozialer und wirtschaftlicher Faktoren.

SWOT-Analyse

Ein strategisches Instrument zur Bewertung interner Stärken und Schwächen sowie externer Chancen und Risiken, die sich auf ein Projekt oder ein Unternehmen auswirken. Es wird bei der Strategieplanung und Risikobewertung eingesetzt.

Der X-Faktor

Ein Konzept, das den Zusammenhang zwischen gesteigerter Wertschöpfung (z. B. Lebensqualität) und verringerter Umweltbelastung ausdrückt – z. B. bedeutet „Faktor 4“ eine vierfache Verbesserung der Umweltleistung.

Toxizität

Die Fähigkeit eines Stoffes, schädliche Auswirkungen auf Lebewesen zu haben. In der Wirkungsanalyse umfasst dies sowohl akute als auch chronische Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und Ökosysteme.

Triple-Bottom-Line-Ansatz

Ein nachhaltiger Rahmen, der die wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Auswirkungen von Unternehmen gleichermaßen berücksichtigt. Das Ziel ist es, einen gemeinsamen Mehrwert für alle Stakeholder zu schaffen.

Abfallwirtschaft

Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Vermeidung, Reduzierung, Sammlung, Behandlung, Wiederverwendung, Verwertung oder Entsorgung von Abfällen auf umweltverträgliche Weise.

Abfallvermeidung

Eine Maßnahme, die Abfall an der Quelle reduziert, einschließlich der Verringerung des Einsatzes gefährlicher Stoffe und der Optimierung von Prozessen und Produkten.

ECOThink



Co-funded by
the European Union

