

OBJEKTIVITÄT UND SYSTEMATIK VON LCAS

Bericht

Im Auftrag vom Fachverband der Chemischen Industrie Österreichs

Gudrun Obersteiner
Sebastian Gollnow

Wien, November 2023

Kurzfassung

Der Übergang zu einer ressourceneffizienten, umweltschonenden und wettbewerbsfähigen CO₂-armen Wirtschaft ist ein vorrangiges Ziel innerhalb der europäischen Union. So müssen die europäischen Länder nach dem Europäischen Klimagesetz die Netto-Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 55 % senken. Unternehmen sehen sich daher zunehmend darin gefordert ihren Ressourcenverbrauch abzubilden (Energieverbrauch, Mobilität der Mitarbeiter, CO-Emissionen, Ausschussquote und Abfallproduktion) und ihr Umweltauswirkungen zu bewerten und in weiterer Folge zu reduzieren. Um die Ziele zur Bekämpfung des Klimawandels, der Umweltverschmutzung, der Ressourcenknappheit etc. zu erreichen ist es notwendig wegweisende und wissenschaftsbasierte Entscheidungen zu treffen. Grundlage für solche Entscheidungen können LCAs sein.

Die Lebenszyklusanalyse (LCA) ist ein Instrument, das die Umweltauswirkungen eines Produkts, einer Dienstleistung oder eines Systems entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Wiege bis zur Bahre bewertet. Den Lebensweg bilden dabei die aufeinander folgenden und zusammenhängenden Stufen eines Produktsystems, welche sich von der Rohstoffgewinnung und -erzeugung, der Energiebereitstellung, über die Produktion bis zur Anwendung, Abfallbehandlung und endgültigen Beseitigung erstrecken (EN ISO 14040, 2006).

Im Laufe jeder Ökobilanz sind eine Fülle von Entscheidungen zu treffen, die das Ergebnis beeinflussen können. Das betrifft z.B. den geographischen oder zeitlichen Rahmen, die Auswahl der untersuchten Wirkungskategorien aber auch methodische Wahlmöglichkeiten wie z.B. die spezifische Zurechnung der Umweltauswirkungen bei Prozessen, die mehrere Funktionen erfüllen und somit z.B. neben dem interessierenden Output noch weitere Produkte erzeugt werden. Diese Flexibilität ermöglicht einerseits die Anpassung an unterschiedliche Gegebenheiten, kann andererseits aber auch zu Unterschieden in der Konsistenz, Zuverlässigkeit und Vergleichbarkeit der Ökobilanzergebnisse führen.

Aus diesem Grund wurden in den letzten Jahren unter anderem seitens der Europäischen Union Leitlinien und Standards entwickelt, um zukünftig eine größere Konsistenz und Qualitätssicherung aber vor allem auch Vergleichbarkeit bei der Anwendung von Ökobilanzen zu gewährleisten. Ziel dieser Arbeit war es, die Systematik von LCAs sowie die geltenden Standards näher zu erläutern, um Skepsis gegenüber LCAs zu nehmen.

An Beispielen wird die Relevanz von LCAs in Hinblick auf die Berücksichtigung von Umweltauswirkungen in den Entscheidungsprozess gezeigt. Mit der Hilfe von Ökobilanzen kann z.B. eine Verschiebung von Umweltauswirkungen erkannt und somit vermieden werden. Bei der Verwendung von vermeintlich nachhaltigen Materialien wie Wolle anstatt von Kunstfasern in der Schuhproduktion zeigt der nachhaltig produzierte Schuh für die meisten Wirkungskategorien wie auch den Treibhauseffekt weitaus geringere Auswirkungen als der konventionelle Schuh. Für die Wirkungskategorien Eutrophierungspotential und Versauerung, welche spezifisch Umweltauswirkungen aus der Landwirtschaft bzw. Tierhaltung anzeigen, sind die Umweltauswirkungen, welche durch die Produktion des nachhaltigen Schuhs hervorgerufen werden, jedoch weit höher als jene des konventionellen Schuhs. Erst das Ökobilanzergebnis ermöglicht es die relevanten Treiber für jede Umweltkategorie zu identifizieren und basierend auf den Ergebnissen die relevanten Prozesse zu optimieren.

Ein weiteres Beispiel zum Vergleich von einfachen und aufwändigen Verpackungen zeigt, wie Ökobilanzen helfen können Entscheidungen zu vermeiden, die unabhängig von der eigentlichen Funktion des Produktes getroffen werden. Obwohl Konsument*innen Lebensmittel heutzutage als überverpackt ansehen, bieten Portionsverpackungen – trotz erhöhtem Einsatz von Verpackungsressourcen – eine sinnvolle Möglichkeit, Lebensmittelabfälle zu reduzieren. Die

Ergebnisse für klimarelevante Umweltauswirkungen zeigen, dass ab etwa 1,5 % vermiedenem Lebensmittelabfall der höhere Aufwand der Portionsverpackung ausgeglichen wird.

Die Relevanz der LCA im Hinblick auf aktuelle politische Strategien und Anforderungen wird anhand von ausgewählten Einzelbeispielen erklärt. So sollen die Umweltauswirkungen von Produkten über den gesamten Lebenszyklus für Chemikalien, Lebensmittel oder im Produktdesign berücksichtigt werden. Die vier Phasen einer Ökobilanz-Studie werden in vereinfachter Art und Weise erläutert und die wesentlichen Schritte und Prinzipien einer Ökobilanz werden erklärt. Dies soll einerseits helfen, existierende LCAs besser einordnen und interpretieren zu können andererseits soll gezeigt werden, welche Entscheidungen bei der Beauftragung oder Durchführung einer LCA zu treffen sind.

Existierende Normen und Richtlinien und deren Entwicklungen beginnend mit der ISO 14044 bis zum aktuellen Standard des PEF – Product Environmental Footprint werden näher beleuchtet und in Beispielen werden Schlüsselanforderungen gezeigt, in denen der PEF über die ISO-Norm hinausgeht oder von dieser abweicht. Es wird gezeigt was man von den einzelnen methodischen Ansätzen hinsichtlich Verlässlichkeit erwarten kann und ob vergleichbare Ergebnisse gewährleistet werden können.

	Verlässlichkeit	Vergleichbarkeit
Screening Studie	-	-
ISO 14040 (oder 14067*) konforme LCA Studien ohne Review	~	-
ISO 14040 (oder 14067*) konforme LCA Studien mit Review**	+	+
Environmental Product Declarations (EPD) Typ III	+	+
ILCD*** konforme LCA Studie	+	-
PEF**** Studie ohne PEFCR	+	-
PEF Studie mit PEFCR*****	+	+

* ISO 14067 Carbon Footprint: befasst sich nur mit der Wirkungskategorie Klimawandel

** Bei Ökobilanzen mit vergleichenden Aussagen (Umweltaussage zur Überlegenheit oder Gleichwertigkeit eines Produktes im Vergleich zu einem Konkurrenzprodukt mit dem gleichen Verwendungszweck' (ISO 14044).

*** ILCD Internationales Referenzsystem für Lebenszyklusdaten. In Einklang mit ISO, detailliertes Handbuch

**** PEF Product Environmental Footprint: erhöhte Vergleichbarkeit durch Spezifikationen für methodische Aspekte (z. B. EoL-Allokation, Gewichtung)

*****PEFCR Produktkategorieregeln: produktgruppenspezifische Regeln zur Harmonisierung und Reproduzierbarkeit innerhalb einer Produktkategorie

Der Bericht zeigt Kriterien und notwendige Voraussetzungen für faktenbasierte nachhaltige Entscheidungen auf und endet mit einem Katalog an Fragen, welche relevanten Punkte in einer glaubwürdigen LCA erfüllt und transparent dargestellt sein sollten und welche Aspekte beim Schlussfolgern aus LCA Ergebnissen berücksichtigt werden sollten.

Grundsätzliche sind einige Punkte zu beachten, die die Glaubwürdigkeit einer Ökobilanz ausmachen und dem Leser ein Gefühl vermitteln können, inwieweit sich die Aussagen einer Ökobilanz übertragen lassen:

- Ist die Systemabgrenzung der LCA klar definiert und abgestimmt auf die Fragestellung der Studie?
- Werden die Datenquellen und Methoden in der LCA nach anerkannten Standards oder Richtlinien ausgewählt und angewendet?
- Werden Datenquellen, Methoden und Annahmen in der LCA klar und vollständig beschrieben und dokumentiert?
- Wird Datenqualität von primär und Sekundärdaten sichergestellt und dokumentiert?

- Werden Methoden und Datenquellen transparent dokumentiert, um die externe Überprüfung und Reproduzierbarkeit zu erleichtern.
- Werden Unsicherheiten und Grenzen der LCA transparent und ausreichend dokumentiert?
- Wurden für das Produkt relevante Umweltauswirkungen und Wirkungskategorien in der LCA berücksichtigt und angemessen gewichtet (sollte eine Gewichtung vorgenommen worden sein)?
- Wurden die Ergebnisse der LCA in einer klaren und verständlichen Weise präsentiert?
- Wurde die LCA von einem unabhängigen Dritten überprüft oder validiert?
- Wurden alternative Szenarien, Optionen und Lösungen in der LCA angemessen berücksichtigt und verglichen?

Beim Schlussfolgern aus LCA-Ergebnissen sollten daher folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Was ist die funktionelle Einheit?
- Was sind die Systemgrenzen?
- Wurden Lebenszyklusphasen, die sehr umweltschädlich sind, weggelassen?
- Wurden alle notwendigen Inputs (z.B. umweltschädliche Materialien, Transportwege) in das Modell inkludiert?
- Wurden alle für das Modell getroffenen Annahmen im Bericht transparent angeführt?
- Sind funktionelle Einheit und Modellannahmen (z.B. Anwendungsbedingungen) geeignet um darauf basierend mehrere Produkte oder Prozesse zu vergleichen?

Inhalt

INHALT	IV
GLOSSAR UND ABKÜRZUNGEN	1
1 EINLEITUNG	3
2 RELEVANZ DER LCA IM HINBLICK AUF UMWELTAUSWIRKUNGEN VON ENTSCHEIDUNGEN	4
2.1 VERMEIDUNG DER VERSCHIEBUNG VON UMWELTAUSWIRKUNGEN.....	5
2.2 VERMEIDUNG VON ENTSCHEIDUNGEN BASIEREND AUF PERSÖNLICHER WAHRNEHMUNG.....	8
3 RELEVANZ DER LCA IM HINBLICK AUF AKTUELLE POLITISCHE STRATEGIEN	11
4 METHODE ZUR ERSTELLUNG EINER ÖKOBILANZ	14
4.1 ZIEL UND UNTERSUCHUNGSRAHMEN	15
4.2 SACHBILANZ.....	17
4.3 WIRKUNGSABSCHÄTZUNG	18
4.4 AUSWERTUNG	20
5 AKTUELLE NORMEN UND RICHTLINIEN	21
5.1 ISO 14044:2006 UMWELTMANAGEMENT – ÖKOBILANZ.....	21
5.2 ISO 14067 CARBON FOOTPRINT VON PRODUKTEN	21
5.3 INTERNATIONALES REFERENZSYSTEM FÜR LEBENSZYKLUSDATEN (ILCD)	21
5.4 PEF – PRODUCT ENVIRONMENTAL FOOTPRINT	22
6 KRITERIEN UND NOTWENDIGE VORAUSSETZUNGEN FÜR FAKTENBASIERTE NACHHALTIGE ENTSCHEIDUNGEN	24
7 LITERATURVERZEICHNIS	27

Glossar und Abkürzungen

Carbon Footprint eines Produktes	auch: Klimafußabdruck, CO ₂ -Fußabdruck. Summe der emittierten THG-Menge und der entzogenen THG-Menge in einem Produktsystem, angegeben als CO ₂ -Äquivalent (CO ₂ eq) und beruhend auf einer Ökobilanz unter Nutzung der einzigen Wirkungskategorie Klimawandel.
EF	Environmental Footprint nach EC und JRC (2019)
Hintergrundsystem	Gesamtheit von Prozessmodulen, über die der Entscheidungsträger, für den die Ökobilanz durchgeführt wird, keinen oder höchstens indirekten Einfluss hat. Die Prozessmodule werden als Hintergrundprozesse bezeichnet
LCA	Life Cycle Assessment. Als deutsche Übersetzung wird Ökobilanz oder Lebenszyklusanalyse verwendet.
Ökobilanz; Lebenszyklusanalyse (en. Life Cycle Assessment, LCA)	Zusammenstellung und Beurteilung der Input- und Output-Flüsse und der potenziellen Umweltwirkungen eines Produktsystems im Verlauf seines Lebensweges
LCC	Life Cycle Costing
LCT	Life Cycle Thinking
PEF	Product Environmental Footprint nach EC und JRC (2019). Als deutsche Übersetzung wird ökologischer Fußabdruck oder Umweltfußabdruck verwendet.
PEFCR	Product Environmental Footprint Category Rules
Primärdaten	standortspezifisch, unternehmensspezifisch (wenn mehrere Standorte für dasselbe Produkt) oder lieferkettenspezifisch; die Primärdaten können durch Zählerstände, Einkaufsaufzeichnungen, Rechnungen von Versorgungsunternehmen, technische Modelle, direkte Überwachung, Material-/Produktbilanzen, Stöchiometrie oder andere Methoden aus spezifischen Prozessen in der Wertschöpfungskette des Unternehmens generiert werden
Produkt	jede Ware oder Dienstleistung
Produktkategorie	Gruppe von Produkten (oder Dienstleistungen), die gleichwertige Funktionen erfüllen können.
Produktsystem	Zusammenstellung von Prozessmodulen mit Elementar- und Produktflüssen, die den Lebensweg eines Produkts modelliert und die eine oder mehrere festgelegte Funktionen erfüllt.
Prozessmodul	kleinster in der Sachbilanz berücksichtigter Bestandteil, für den Input- und Outputdaten quantifiziert werden.
Sekundärdaten	Daten, die nicht direkt vom Unternehmen erhoben, gemessen oder geschätzt werden, sondern aus einer Sachbilanzdatenbank eines Dritten oder aus anderen Quellen stammen. Zu den Sekundärdaten gehören

	Durchschnittsdaten der Industrie (z. B. aus veröffentlichten Produktionsdaten, staatlichen Statistiken und Industrieverbänden), Literaturstudien, technische Studien und Patente, sie können auch auf Finanzdaten beruhen und Proxydaten und andere generische Daten beinhalten
THG	Treibhausgas
Vordergrundsystem	Gesamtheit von Prozessmodulen, über die der Entscheidungsträger, für den die Ökobilanz durchgeführt wird, direkten Einfluss ausüben kann. Die Prozessmodule werden als „Vordergrundprozesse“ bezeichnet

1 Einleitung

Mit einer Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment) oder Ökobilanz werden sämtliche Umweltwirkungen betrachtet, die ein Unternehmen, eine Kommune, eine Organisation, eine Anlage, ein Produkt oder eine Dienstleistung verursacht. In der 1984 vom Schweizer Bundesamt für Umweltschutz erstellten Packstoffstudie wurde der Begriff Ökobilanz zum ersten Mal verwendet. Im deutschsprachigen Raum etablierte sich dieser Begriff, obwohl die englische Bezeichnung Life Cycle Assessment (LCA) die Methode treffender beschreibt. Die deutsche Übersetzung Lebenszyklusanalyse wird zwar teilweise verwendet, in den offiziellen Normen hat sich diese Bezeichnung aber nicht durchgesetzt. Gemäß Definition liegt der zentrale Gedanke in der Betrachtung des gesamten Lebensweges. Den Lebensweg bilden dabei die aufeinander folgenden und zusammenhängenden Stufen eines Produktsystems, welche sich von der Rohstoffgewinnung und -erzeugung, der Energiebereitstellung, über die Produktion bis zur Anwendung, Abfallbehandlung und endgültigen Beseitigung erstrecken (EN ISO 14040 2006). Das grundlegende Prinzip, Systeme auf Basis des gesamten Lebenszyklus zu betrachten, ermöglicht eine umfassende und systematische Bewertung und unterstützt dabei potentielle Verschiebungen von Umweltwirkungen zu berücksichtigen.

Nach einer ersten Phase der Anerkennung des Gedankens Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus eines Produktes zu betrachten, und so einem „Shift of Burdens“ entgegenzuwirken, musste sich die Ökobilanz aufgrund unterschiedlicher Ergebnisse und Interpretationen zu spezifischen Themen (bekannt ist das Beispiel der Altpapierverwertung, wo seriöse Studien in Abhängigkeit von den Rahmenbedingungen sowohl Vorteile für die Verbrennung als auch für die stoffliche Verwertung zeigen) einige Zeit den Vorwurf der Intransparenz und Beliebigkeit gefallen lassen.

Bei jeder Ökobilanz sind eine Fülle von Entscheidungen zu treffen, die das Ergebnis beeinflussen können. Das betrifft z.B. den geographischen oder zeitlichen Rahmen, die Auswahl der untersuchten Wirkungskategorien aber auch methodische Wahlmöglichkeiten wie z.B. die spezifische Zurechnung der Umweltauswirkungen bei multifunktionalen Prozessen. Diese Flexibilität ermöglicht einerseits die Anpassung an unterschiedliche Gegebenheiten, kann andererseits aber auch zu Unterschieden in der Konsistenz, Zuverlässigkeit und Vergleichbarkeit der Ökobilanzergebnisse führen.

Aus diesem Grund wurden in den letzten Jahren unter anderem seitens der Europäischen Union Leitlinien und Standards entwickelt, um zukünftig eine größere Konsistenz und Qualitätssicherung aber vor allem auch Vergleichbarkeit bei der Anwendung von Ökobilanzen zu gewährleisten. Nichtsdestotrotz finden sich nach wie vor Ökobilanzen, die diese Standards nicht erfüllen. Für Außenstehende ohne entsprechendes Detailwissen ist es schwierig zu erkennen, welche Qualitätsstandards für welche Art der Ökobilanz relevant sind und ob einzelne Ökobilanzstudien diese erfüllen oder nicht.

Ziel dieser Arbeit soll es daher sein, die Systematik von LCAs sowie die geltenden Standards näher zu erläutern, um Skepsis gegenüber LCAs zu nehmen. Dazu sollen folgende Fragen geklärt werden:

- Warum ist eine LCA so wichtig für unsere Zukunft?
- Welche Schlüsse kann man aus einer LCA ziehen?
- Welche Vorgaben und Normen existieren und sind unter welchen Umständen bei der Erstellung einer LCA zu berücksichtigen?
- Welche Rahmenbedingungen sind notwendig, um Objektivität zu bewahren?
- Welche Einschränkungen bestehen?

2 Relevanz der LCA im Hinblick auf Umweltauswirkungen von Entscheidungen

Die Lebenszyklusanalyse (LCA) ist ein Instrument, das die Umweltauswirkungen eines Produkts, einer Dienstleistung oder eines Systems entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Wiege bis zur Bahre bewertet. Den Lebensweg bilden dabei die aufeinander folgenden und zusammenhängenden Stufen eines Produktsystems, welche sich von der Rohstoffgewinnung und -erzeugung, der Energiebereitstellung, über die Produktion bis zur Anwendung, Abfallbehandlung und endgültigen Beseitigung erstrecken (EN ISO 14040, 2006). Die ISO-konforme Ökobilanz ist die zuverlässigste Methode zur Überprüfung der Umweltauswirkungen und zur Untermauerung von Behauptungen. Sie liefert Konstrukteur*innen, Regulierungsbehörden und Ingenieur*innen wertvolle Informationen für die Entscheidungsfindung in jeder Lebensphase von Materialien, Gebäuden, Dienstleistungen und Infrastruktur.

Die Methode der Ökobilanz, die vor allem angewendet wird, um Produkte zu entwickeln und zu verbessern wird auch als Tool für umweltorientierte Entscheidungen oder strategische Planung herangezogen und kommt verstärkt bei politischen Entscheidungsprozessen zum Einsatz. Im Gegensatz zu intuitiven Entscheidungen im privaten Bereich sollten Entscheidungen auf politischer Ebene unter Beachtung einer transparenten und rationalen Vorgangsweise erfolgen.

Ökobilanzen wurden ursprünglich als Mittel für Unternehmen entwickelt, um Hot Spots (also Bereiche im Lebenszyklus, die besonders hohe Umweltauswirkungen verursachen) zu identifizieren und Innovationen in Bezug auf ein bestimmtes Produkt und dessen Entwicklung zu fördern. Im politischen Entscheidungsprozess werden Ökobilanzen jedoch eher als Vergleichsinstrument eingesetzt, insbesondere um verschiedene Produkte oder Technologien zu bewerten, für die es möglicherweise noch kein geeignetes umweltrelevantes Benchmarking gibt.

In den letzten Jahren haben sich politische Entscheidungsträger zunehmend auf den Einsatz von Ökobilanzen verlassen, um eine geeignete Grundlage für transparentere und faktengestützte Entscheidungen über politische Maßnahmen und Vorschriften zu schaffen. Das Denken in Lebenszyklen wurde bereits vor einem viertel Jahrhundert als bedeutend für die Politik wahrgenommen (Reimann et al. 2010; Inaba et al. 2003). Erfolgreiche Ökobilanzen müssen jedoch eine Reihe von Aspekten berücksichtigen, die das Endergebnis und die politische Unterstützung beeinflussen. Dazu gehören Datenverfügbarkeit und -qualität, Modellierungsansätze, methodische Entscheidungen und Unsicherheitsanalysen.

Im Laufe der Jahre wurden Lebenszyklusansätze zunehmend in der Politik erwähnt. Von der Umweltzeichenverordnung von 1992 bis zum Green Deal von 2019 sind Lebenszyklusbetrachtungen in der EU von besonderem Interesse. Sala et al. (2021) haben in einer Arbeit insgesamt 159 Richtlinien und 167 Mitteilungen analysiert, LCT/LCC/LCA und/oder PEF/OEF wurden in 60 % der Richtlinien und 45 % der Mitteilungen gefunden. Während einige Sektoren (z. B. Produktion, Fahrzeuge und Abfall) sich bereits in höherem Ausmaß mit Lebenszykluskonzepten beschäftigen, befindet sich die Auseinandersetzung mit diesem Thema in anderen Sektoren (z. B. Ernährung und Landwirtschaft) erst im Anfangsstadium (Sala et al. 2021). Konkrete Methoden (LCA, PEF/OEF) werden üblicherweise nur im Hinblick auf künftige politische Entwicklungen zitiert. Details zu aktuellen politischen Strategien, die Ökobilanzen zum Inhalt haben werden in Kapitel 3 näher beschrieben.

Lehmann et al. (2015) haben eine strukturierte Übersicht zu politischen Optionen für den Einsatz von Ökobilanzen in der Gesetzgebung erstellt und dabei nach Art der Durchsetzung (obligatorisch

oder freiwillig), nach der Zugriffsebene (Produkt oder Prozessebene), nach Qualität der Lebenszyklusanalyse (vollständige LCA oder indirekte Back-Office Nutzung) sowie nach der jeweiligen Rolle des Marktes (Marktzugang oder Marktanzreiz) definiert.

Als obligatorische produktbasierte Option mit vollständiger LCA als Anforderung wird die Erneuerbaren Energie Richtlinie genannt, wo Life Cycle-basierte Grenzwerte einzuhalten sind.

Auf freiwilliger Basis können u.a. Regelungen der nachhaltigen öffentlichen Beschaffung gelten, welchen als Basis eine vollständige Lebenszyklusanalysenergebnisse zu Grunde liegt. Aber auch Umweltzeichen der Typ-III-Umweltdeklaration (Environmental Product Declaration - EPD) basieren auf einer vollständigen Lebenszyklusanalyse, die nach festgelegten Kriterien zu erfolgen hat.

Die Lebenszyklusanalyse ist unabhängig von ihrem Einsatzgebiet eine zuverlässige, transparente und wissenschaftliche international anerkannte Methode um bei komplexen Fragestellungen den Entscheidungsfindungsprozess auf eine rationale und nachvollziehbare Ebene zu bringen. Die Methode unterstützt dabei, sich auf das Wesentliche zu fokussieren, indem in einem ersten Schritt die zu betrachtende **Funktion** eines Produktes oder Prozesses bestimmt wird. Die **ganzheitliche Analyse** des kompletten Produktlebenszyklus stellt sicher, dass indirekte Umweltauswirkungen außerhalb des engeren Betrachtungsraumes nicht unbemerkt vernachlässigt werden, da jeweils sowohl sämtliche relevanten Entnahmen aus der Umwelt als auch Emissionen in die Umwelt betrachtet werden. Die Definition der Systemgrenzen und des Untersuchungsrahmens bestimmt, inwiefern Ergebnisse von Studien auf andere Bereiche übertragbar sind.

Sie kann helfen, Hotspots, Kompromisse und Verbesserungsmöglichkeiten entlang des gesamten Lebensweges zu identifizieren.

Die Methode ermöglicht zwischen wissenschaftlichen Fakten (so weit wie möglich) und Wertvorstellungen zu trennen. Dies ist unter anderem relevant, wenn es zu gegenläufigen Ergebnissen für verschiedene Umweltauswirkungen kommt. Zur Bewertung werden unterschiedliche Wirkungskategorien wie z.B. Treibhausgasemissionen, Wasserverbrauch oder Toxizität herangezogen. Die Methode bietet die Möglichkeit Aussagen auf Ebene der einzelnen Wirkungskategorien zu treffen. Die Entscheidung, inwiefern verschiedene Umweltauswirkungen überhaupt miteinander vergleichbar sind bzw. was bei solchen Vergleichen letztendlich als nachhaltiger gilt, wird nicht zuletzt durch politische Prioritäten entschieden. Das ist etwa dann der Fall, wenn man wissen möchte, welche Verpackung am nachhaltigsten ist. Ist es die PET-Flasche, weil sie leicht ist und für den Transport vergleichsweise wenig CO₂ ausgestoßen wird? Oder das Glas, weil es verhindert, dass immer mehr Mikroplastik in die Umwelt gelangt? Die Normierung und Gewichtung der Ergebnisse (vgl. Kapitel 4) bieten hier jedenfalls transparente Möglichkeiten zu einem unabhängigen Ergebnis zu kommen.

Im Folgenden soll anhand von Beispielen gezeigt werden, aus welchen Gründen es wichtig ist, zukünftig LCAs zur Entscheidungsfindung heranzuziehen.

2.1 Vermeidung der Verschiebung von Umweltauswirkungen

Die Umweltauswirkungen eines konventionellen Schuhs wurden mit jenen eines nachhaltigen Schuhs verglichen (Obersteiner 2016). Für den nachhaltigen Schuh wurde versucht, für alle Komponenten eine ökologisch nachhaltige Variante zu wählen. So wurden statt Kunststoff

Naturfasern verwendet, statt mit Chrom gegerbtem Leder kam vegetabil gegerbtes Leder zum Einsatz, und es wurde auf biologisch abbaubare Materialien zurückgegriffen. Für die meisten Wirkungskategorien (u.a. Treibhauseffekt und Humantoxizitätspotential) zeigt der nachhaltig produzierte Schuh weitaus geringere Auswirkungen als der konventionelle Schuh.

Im Gegensatz zu den beiden genannten Umweltauswirkungen sowie den meisten anderen Wirkungskategorien, sieht das Ergebnis für die Wirkungskategorie Eutrophierungspotential aber auch für die Versauerung anders aus.

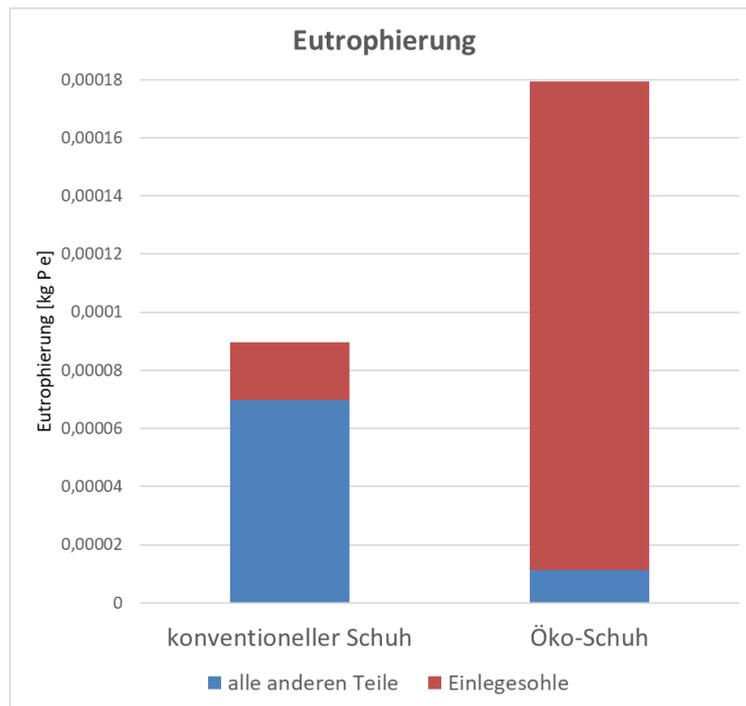


Abb. 1: Vergleich des Eutrophierungspotentials vom konventionell erzeugten mit dem nachhaltig produzierten Schuh

Hier sind die Umweltauswirkungen, welche durch die Produktion des nachhaltigen Schuhs hervorgerufen werden, weit höher als jene des konventionellen Schuhs (Abb. 1). Zurückzuführen sind diese hohen Umweltauswirkungen fast ausschließlich auf die aus Wolle hergestellte Einlegesohle des nachhaltigen Schuhs.

Der Hauptgrund dafür sind vor allem die Phosphor- und Phosphat-Emissionen. Diese wiederum sind zu annähernd 72 % auf die Produktion der Einlegesohle zurückzuführen und hier wiederum zu einem großen Teil (>70 %) auf die Produktion der Wolle. Ähnlich verhält es sich mit der Wirkungskategorie terrestrische Versauerung. Auch für diese Wirkungskategorie schneidet der nachhaltig produzierte Schuh vergleichsweise schlechter ab. Auch die versauerungsrelevanten Umweltauswirkungen sind primär auf die Einlegesohle zurückzuführen und auch hier wieder auf die Produktion von Wolle (zu 83 %) hervorgerufen durch Ammoniakemission in der Landwirtschaft.

Obwohl dieses Ergebnis überraschend erscheint ist es doch insofern nachvollziehbar, als die angesprochenen Wirkungskategorien spezifisch Umweltauswirkungen aus der Landwirtschaft bzw. Tierhaltung anzeigen. Nachdem ausschließlich für die Einlegesohle Wolle zum Einsatz kommt, scheinen die entsprechend hohen Werte plausibel.

Im Rahmen des politischen Entscheidungsfindungsprozesses ist die Ökobilanz dennoch nur eine Methode von vielen, die berücksichtigt werden. Ökobilanzen können helfen, die Gesamtzusammenhänge zu verstehen und unterschiedliche Varianten auf eine vergleichbare Ebene zu führen. Neben den objektiven Ergebnissen einer Ökobilanz bleiben auch strategische Ziele bestehen oder der Fokus der Entscheidung liegt auf einzelnen spezifischen Wirkungskategorien. Als jüngste bekannte Beispiele seien hier die Einwegkunststoff Richtlinie (EU 2019/904), mit deren Umsetzung dem steigenden Aufkommen an Kunststoffabfällen und deren Eintrag in die Umwelt und insbesondere in die Meeresumwelt entgegengesteuert werden soll sowie das Verbot von Einwegkunststofftragetaschen (BGBl. I Nr. 71/2019) erwähnt, dessen Ziel es war 'Wegwerfgesellschaft' entgegenwirken bzw. Kunststoffabfälle zu vermeiden. Gómez und Escobar (2022) haben in ihrer Studie das Verbot von Einwegtragetaschen hinterfragt und die Literatur bezüglich der Umweltauswirkungen von Tragetaschen aus unterschiedlichen Materialien analysiert. Für jede der untersuchten Studien wurden die Art der betrachteten Tragetaschen, die End-of-Life-Behandlungen, die funktionelle Einheit, die Methoden zur Ökobilanzierung, Systemgrenzen, verwendete Daten, Standorte und die Ergebnisse der berechneten Umweltauswirkungen beschrieben und verglichen.

Das Hauptergebnis dieses Überprüfungsprozesses war, dass die Einweg-Tragetasche aus Kunststoff (normalerweise aus HDPE hergestellt) nicht vollständig ausgeschlossen oder verboten werden sollte, da sie in fast allen verglichenen Szenarien (Papier, Baumwolle oder andere biobasiert oder oxo-abbaubar Polymere) bei nur einmaliger Verwendung, die umweltfreundlichste Option sein kann und etwa 50 % weniger klimarelevante Umweltauswirkungen verursachen als die anderen oben genannten Alternativen (Gómez und Escobar 2022). Wenn die Möglichkeit der Wiederverwendung in Betracht gezogen wird, haben Kunststofftüten, die mehrfach verwendet werden können, tendenziell weniger Auswirkungen auf die Umwelt und verursachen etwa 60 % weniger klimarelevante Emissionen als eine Einweg-Papiertüte. Abgesehen vom direkten Vergleich unter der Annahme der einmaligen Verwendung von Tragetaschen zeigen Studien, dass wenn eine Wiederverwendungsoption berücksichtigt wird, Produkte, die eine Mehrfachverwendung ermöglichen, tendenziell geringere Umweltauswirkungen verursachen, je öfter sie wiederverwendet werden.

Eine Studie von der dänischen Environmental Protection Agency (2018) zeigte, dass die Wiederverwendbarkeit jedoch generell eher gering ist, bzw. dass in Abhängigkeit von der gewählten Wirkungskategorie sehr häufige Wiederverwendung von manchen Mehrwegtaschen nötig wäre, um mit den Einwegtaschen konkurrieren zu können. Insgesamt kommt die Studie zum Schluss, dass Tragetaschen aus Niedrigdichtepolyethylen (LDPE), die in dänischen Supermärkten allgemein erhältlich sind, für die meisten Umweltwirkungskategorien die geringsten Auswirkungen im Hinblick auf Produktion und Entsorgung im Vergleich zu den anderen Alternativen wie Tragetaschen aus Polyethylen, recyceltem LDPE, Polypropylen PP, recyceltem PET, Polyester, Biopolymer, aber auch Papier-, Baumwoll- und Verbundstoffbeutel) bieten.

Herberz et al. (2020) kommen in ihrer Studie zur generellen Nachhaltigkeit des Verbotes von Einwegkunststoff zu dem Schluss, dass Einwegprodukte in jedem Fall schädlich für die Umwelt sind, unabhängig von ihrer Materialzusammensetzung. Sie zeigen aber auch auf, dass das Einwegkunststoffverbot zwar zu einer Reduktion von Kunststoff-Littering führt, auf der anderen Seite aber zu einer Erhöhung der marinen aquatischen Toxizität beiträgt. Auswirkungen auf den Treibhauseffekt, Versauerung oder Eutrophierung werden in dieser Studie als weniger relevant angeführt.

2.2 Vermeidung von Entscheidungen basierend auf persönlicher Wahrnehmung

Vor allem im Bereich von Verpackungen wurden seit den frühesten Entwicklungsstufen der Ökobilanzierung zahlreiche Studien durchgeführt. Sowohl Entscheidungen auf politischer Ebene als auch Analysen für spezifische Produkte oder Produktvergleiche von Unternehmen wurden durch diese Lebenszyklusanalysen beeinflusst. In einer dänischen Studie wurde in einer Online-Umfrage erhoben, wie gut ausgebildete junge Verbraucher*innen in Dänemark die Umweltverträglichkeit von fünf verschiedenen Verpackungen für flüssige Lebensmittel (Milch, Bier, Erfrischungsgetränke, Olivenöl und gehäutete Tomaten) einschätzen (Boesen et al. 2019). Die Ergebnisse dieser subjektiven Einschätzung wurden dann objektiven auf Lebenszyklusanalysen beruhenden Ergebnissen gegenübergestellt.

Die Ergebnisse der Konsument*innenbefragung zeigen, dass die Verbraucher*innen die Umweltverträglichkeit der getesteten Verpackungen in erster Linie nach der Art des Materials und danach, was sie persönlich bei der Entsorgung tun können, beurteilen. Auswirkungen der Produktion und des Transports wurden weniger berücksichtigt. Von den untersuchten Verpackungsarten werden biobasierte Arten und Glas als die ökologisch nachhaltigsten wahrgenommen, während Kunststoff im Allgemeinen als am ungünstigsten eingeschätzt wurde. Laminierte Kartons wurden von den Konsument*innen unterschiedlich wahrgenommen. Ökobilanzergebnisse zeigen, dass Kunststoffe und insbesondere laminierte Kartons ökologisch vorteilhafte Lösungen sein können, auch wenn sie schwer zu recyceln sind (Boesen et al. 2019). Obwohl zahlreiche Studien zeigen, dass es einen erheblichen Unterschied zwischen Einweg- und Mehrweggläsern gibt, scheinen sich die Verbraucher*innen dieses Unterschieds nicht bewusst zu sein. Beim direkten Vergleich zwischen den Auswirkungen unterschiedlicher Getränkeverpackungen hinsichtlich ihres Beitrags zum Klimawandel und der Einschätzung der dänischen Konsument*innen zur Nachhaltigkeit der jeweiligen Verpackung, herrscht zwar hinsichtlich der Aluminiumdose Übereinstimmung, die beiden Kunststoffvarianten werden aber jeweils schlechter eingeschätzt als das Mehrwegglas. Die Ergebnisse der Ökobilanz zeigen jedoch, dass in beiden Fällen die PET-Flasche, nicht zuletzt wegen des größeren Volumens einen geringeren Treibhauseffekt verursacht als die Mehrwegglasflasche.

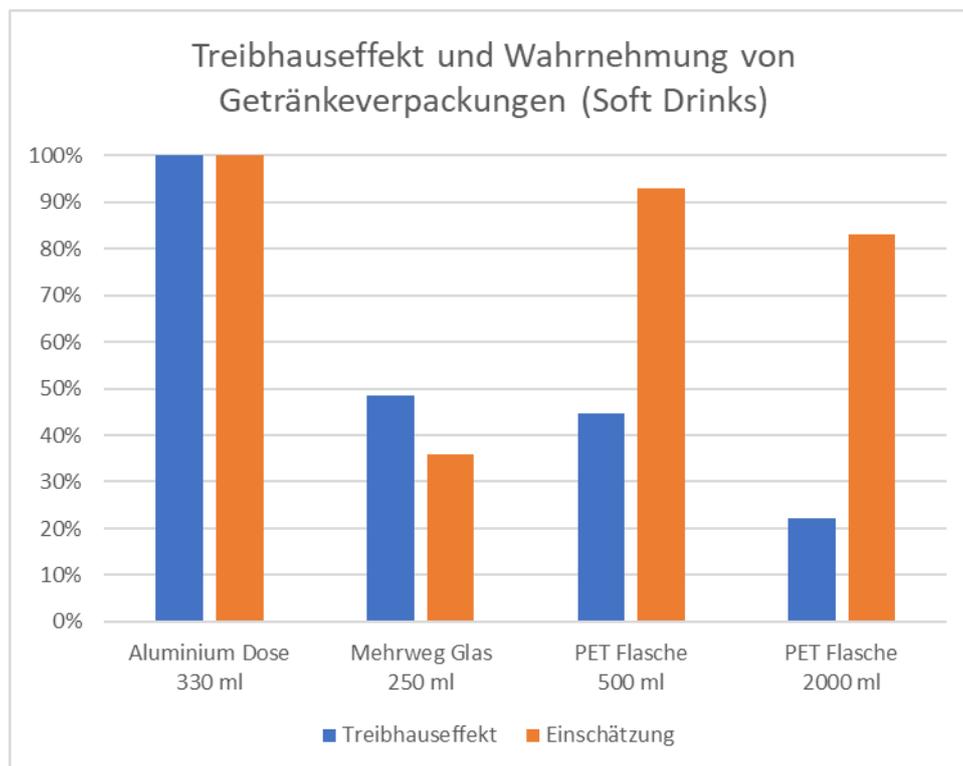


Abb. 2: Vergleich der wahrgenommenen Umweltauswirkungen (inverser Wahrnehmungswert) und wissenschaftlich bewerteten Umweltauswirkungen (hier dargestellt durch den Treibhauseffekt) für Erfrischungsgetränke. Quelle: Boesen et al. (2019)

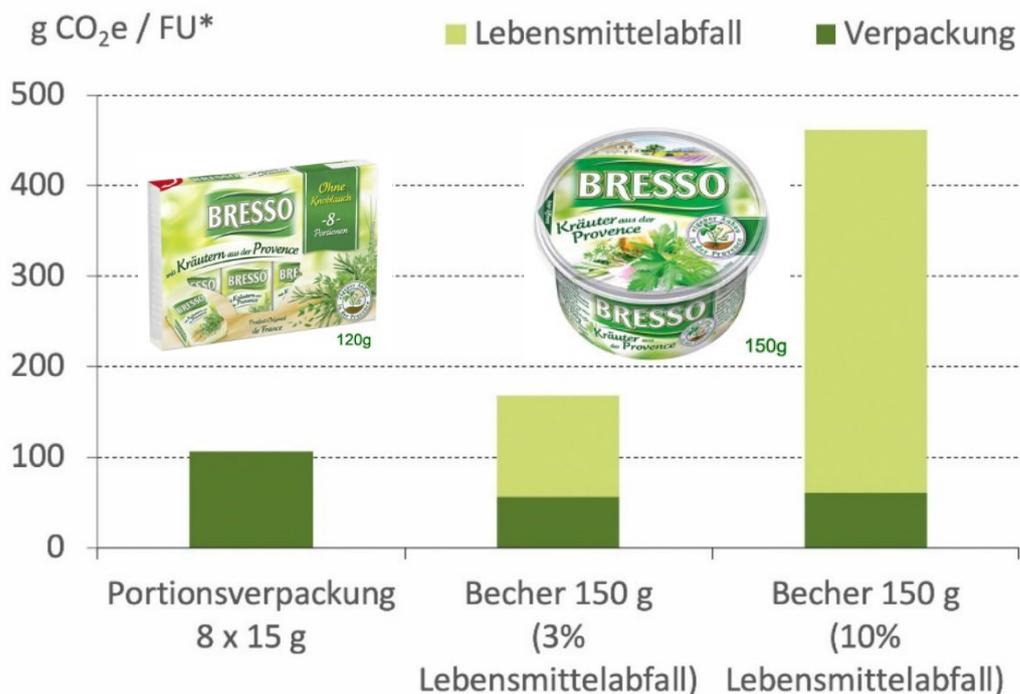
Ein Grund für die falsche Einschätzung durch Konsument*innen ist neben der generellen eher negativen Konnotation von Kunststoffen auch, dass es nicht möglich ist, in einer subjektiven Beurteilung aller Aspekte dieses komplexen Sachverhaltes zu berücksichtigen. Unter anderem fehlt oft der Fokus auf das Wesentliche, nämlich die eigentliche Funktion des Produktes. Im Beispiel der Getränkeverpackungen wird von den Konsument*innen unter anderem die Gebindegröße nicht mitberücksichtigt.

Ein weiteres Beispiel zum Vergleich von einfachen und aufwändigen Verpackungen soll zeigen, wie Ökobilanzen helfen können Entscheidungen zu vermeiden, die unabhängig von der eigentlichen Funktion des Produktes getroffen werden. Im Rahmen des Forschungsprojektes „STOP waste – SAVE food“ (Obersteiner und Pilz 2020) wurde analysiert ob und wie optimierte Verpackungen zur Reduktion von Lebensmittelabfällen in Österreich beitragen können. Obwohl Konsument*innen Lebensmittel heutzutage als überverpackt ansehen, bieten Portionsverpackungen – trotz erhöhtem Einsatz von Verpackungsressourcen – eine sinnvolle Möglichkeit, Lebensmittelabfälle zu reduzieren. Durch die Verpackung von Teilstücken wird ein Übergreifen von Schimmel u.Ä. eingeschränkt. Diese Verpackungsart ist vor allem bei Lebensmitteln vorteilhaft, die nicht jeden Tag auf dem Speiseplan stehen und deswegen oft im Kühlschrank vergessen werden.

Als augenscheinlichstes Beispiel werden hier Ergebnisse für Frischkäse präsentiert, wobei jeweils das idente Produkt im 150 g Becher und mit Portionsverpackungen (8 x 15 g) angeboten wird. Für die ökologische Bewertung mittels Ökobilanz wurden alle Verpackungskomponenten und die Ergebnisse einer Konsument*innensimulation berücksichtigt. Dazu wurde die Qualität der Produkte von Konsument*innen unter Haushaltsbedingungen subjektiv bewertet. Ausgehend vom selben Mindesthaltbarkeitsdatum und demselben Zeitpunkt der erstmaligen Öffnung der Verpackung zeigen die Ergebnisse ein besseres Abschneiden der portionierten Verpackung in Bezug auf die

Produkthaltbarkeit. Während am letzten Bewertungstag bis auf drei Teilproben sämtliche Kunststoffbecher von den Proband*innen als verdorben eingestuft wurden, schnitt die portionierte Verpackungsform zu diesem Zeitpunkt noch mit guten Noten ab und wurde somit vom Großteil der Testpersonen als unbedenklich bzw. verzehrfähig beurteilt.

Die Ergebnisse für klimarelevante Umweltauswirkungen zeigen, dass ab etwa 1,5 % vermiedenem Lebensmittelabfall der höhere Aufwand der Portionsverpackung ausgeglichen wird. Zusätzlich berechnet wurden auch Auswirkungen für Eutrophierung, Versauerung, Wasser und Energieverbrauch, mit ähnlichen Ergebnissen (Obersteiner und Pilz 2020).



*Funktionelle Einheit (FU) = 150 g verzehrter Frischkäse

Abb. 3: Vergleich der Klimaauswirkungen unterschiedlicher Verpackungsvarianten für Frischkäse. Quelle: Obersteiner und Pilz (2020)

3 Relevanz der LCA im Hinblick auf aktuelle politische Strategien

Schon früh wurde das Potential der Ökobilanzierung auch vom Gesetzgeber erkannt und findet sich v.a. in vielen europäischen Strategien und Richtlinien. Life Cycle Assessment spielt eine entscheidende Rolle bei der Erreichung der Sustainable Development Goals und des Europäischen Green Deals (EK 2021a). Ziel des Europäischen Green Deals ist der Übergang zu einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft, die bis 2050 netto keine Treibhausgase mehr ausstößt und ihr Wachstum von der Ressourcennutzung abkoppelt. Um dies zu erreichen, müssen Wirtschaftsprozesse in zirkuläre Prozesse umgewandelt und vor allem Finanzströme in nachhaltigere Wirtschaftsaktivitäten gelenkt werden. Zu diesem Zweck hat die EU im Rahmen der EU-Taxonomie diejenigen Wirtschaftsaktivitäten definiert, die den größten Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten sollen.

Im European Green Deal (EK 2021a) wird die Notwendigkeit betont, grenzüberschreitende Auswirkungen von Handels- und Konsummustern in der EU besser zu berücksichtigen. Die Betrachtung des gesamten Produktlebenszyklus mit Methoden wie der Ökobilanz wird als unerlässlich angesehen, um die verschiedenen Lieferketten von Produkten und Dienstleistungen systematisch in die Bewertung einzubeziehen (Sanyé-Mengual und Sala 2022, S. 1224).

Die Farm to Fork-Strategie, der Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft (EK 2020b), die Strategie zur Erhaltung der biologischen Vielfalt bis 2030 (EK 2020e), die Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit (EK 2020a), der Null-Schadstoff-Aktionsplan (EK 2021b), die Single Market for Green Products Initiative und andere politische Strategien sehen die Perspektive der Wertschöpfungskette als Schlüsselement zur Erreichung des European Green Deals an (Sanyé-Mengual und Sala 2023). Im Folgenden werden Details zur Verankerung der Ökobilanzierung in den genannten europäischen Strategien und Vorgaben herausgegriffen.

Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft (EK 2020b)

Der Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft ist ein wichtiger Schritt der Europäischen Union hin zu einer nachhaltigen Wirtschaft. Dabei wird der **Fokus** nicht auf einzelne Produkte, sondern auf wichtige **Wertschöpfungsketten** gelegt. Im Plan werden verschiedene Legislativvorschläge diskutiert, wie zum Beispiel:

- ‚Die Kommission prüft gegebenenfalls Möglichkeiten ergänzende Legislativvorschläge zu Nachhaltigkeitsgrundsätzen wie beispielsweise die **Verringerung des ökologischen Fußabdrucks**‘ festzulegen (S4).‘
- ‚Die Kommission beabsichtigt, die Grundsätze der **Produktnachhaltigkeit** umfassenderen politischen und legislativen Entwicklungen künftig als Richtschnur zugrunde zu legen. (S.5).‘
- ‚Darüber hinaus wird die Kommission vorschlagen, dass Unternehmen ihre Umweltaussagen anhand von **Methoden zur Messung des Umweltfußabdrucks** von Produkten und Organisationen belegen müssen (S.6).‘

Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit (EK 2020a)

Die Chemikalienstrategie bezieht sich nicht nur auf das Produkt selbst, sondern betrachtet auch den **gesamten Lebenszyklus** von Materialien und Produkten, einschließlich Produktionsprozesse und End-of-Life-Managementpraktiken (S. 7).

Im Rahmen der Chemikalienstrategie sind verschiedene Maßnahmen geplant, die möglicherweise Auswirkungen auf die Anwendung der **Ökobilanzierung** haben könnten. Dies sind beispielsweise:

- ‚Die Gesamtnachhaltigkeit sollte gewährleistet werden, indem der **Umweltfußabdruck** von Chemikalien, namentlich in Bezug auf Klimawandel, Ressourcenverbrauch, Ökosysteme und biologische Vielfalt, unter Betrachtung des gesamten Lebenszyklus minimiert wird (S.6).‘
- Eine der geplanten Maßnahmen der Kommission ist die ‚Bewertung, wie im Rahmen von REACH am besten Informationsanforderungen betreffend den **gesamten ökologischen Fußabdruck** von Chemikalien, einschließlich Treibhausgasemissionen, eingeführt werden können (S. 25).‘

Farm to Fork Strategy (EK 2020d)

In der Farm to Fork Strategie wird auch die Rolle der gesamten Wertschöpfungskette und des globalen Handels hervorgehoben. So heißt es "Als weltweit größter Lebensmittelimporteur und -exporteur beeinflusst die Lebensmittel- und Getränkeindustrie der EU auch den **ökologischen und sozialen Fußabdruck des Welthandels**" (S. 12).

Die EU hat sich zum Ziel gesetzt, den **ökologischen und klimatischen Fußabdruck** des Lebensmittelsystems der Union zu verkleinern (S5).

Im Rahmen ihres Konzepts für die Information der Verbraucher über Lebensmittel und in Verbindung mit dem Rechtsrahmen für nachhaltige Lebensmittelsysteme wird die EU Programme fördern (einschließlich eines EU-Rahmens für eine Kennzeichnung nachhaltiger Lebensmittel) und in multilateralen Foren eine Führungsrolle bei der Ausarbeitung internationaler Nachhaltigkeitsstandards und **Methoden zur Berechnung des ökologischen Fußabdrucks** übernehmen, um eine breitere Übernahme von Nachhaltigkeitsstandards zu fördern. (S. 23)

Ecodesign Directive (EK 2020c)

Am 30. März 2022 hat die Kommission einen neuen Legislativvorschlag für eine Verordnung über neue Ökodesign-Anforderungen veröffentlicht, die für die meisten auf dem EU-Markt befindlichen Produktkategorien gelten sollen (EK 2020c). Aufbauend auf der geltenden Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG zielt der neue Vorschlag darauf ab, die Umweltauswirkungen der in der EU verkauften Produkte während ihres gesamten Lebenszyklus zu verringern. Zu diesem Zweck wird die geplante Ökodesign-Verordnung den Geltungsbereich der Richtlinie ausweiten und neue Anforderungen auf der Grundlage von Nachhaltigkeits- und Kreislaufwirtschaftsparametern festlegen. Die Europäische Kommission begründet den Vorschlag die Ökodesign-Verordnung auszuweiten unter anderem basierend auf **Ergebnissen von LCAs**:

- ‚Da das Design eines Produkts bis zu 80 % seiner **Umweltauswirkungen während des gesamten Lebenszyklus** bestimmt, wird der Geltungsbereich des Ökodesign-Rahmens auf ein möglichst breites Spektrum von Produkten ausgeweitet. Der Vorschlag sieht die Festlegung von Mindestkriterien nicht nur für die Energieeffizienz, sondern auch für die Kreislauffähigkeit und eine allgemeine Verringerung des **Umwelt- und Klimafußabdrucks** von Produkten vor‘. (EK 2020c, S. 2)

Außerdem wird die Ökodesign-Verordnung, soweit dies für die zu regelnde Produktkategorie angemessen ist, die ‚**Umweltauswirkungen von Produkten über den gesamten Lebenszyklus** einschließlich ihres **CO₂-Fußabdrucks** und ihres **Umweltfußabdrucks**‘ umfassen. Parameter, die

gegebenenfalls als Grundlage für die Verbesserung von Produktaspekten herangezogen werden können, sind unter anderem (EK 2020c, S. 5):

- ‚**Umweltfußabdruck des Produkts**, ausgedrückt als Quantifizierung der Umweltauswirkungen eines Produkts über den gesamten Lebenszyklus gemäß dem anwendbaren delegierten Rechtsakt, sei es in Bezug auf eine oder mehrere Kategorien von Umweltauswirkungen oder eine aggregierte Reihe von Wirkungskategorien;‘
- ‚CO₂-Fußabdruck des Produkts‘.

Single Market for Green Products Initiative (EK 2013)

In der EU sind mehr als 200 Umweltlabels aktiv, außerdem gibt es mehr als 80 weit verbreitete Berichtsinitiativen und Methoden, die sich ausschließlich auf GHG Emissionen beziehen. Einige dieser Methoden und Initiativen sind zuverlässig, andere nicht, außerdem sind sie variabel in den Umweltaspekten, die sie abdecken.

Die Initiative "Building the Single Market for Green Products" (Aufbau eines Binnenmarktes für grüne Produkte) zielt auf vier Kernpunkte ab:

- das Fehlen einer gemeinsamen **Definition für grüne Produkte**/Organisationen,
- die unnötigen Kosten für Unternehmen, die sich aus der Verbreitung verschiedener **Fußabdruckmethoden** sowohl im privaten als auch im öffentlichen Bereich ergeben, und die daraus resultierende Notwendigkeit, mehr als eine Methode zu verwenden und unterschiedliche Anforderungen für verschiedene Länder/Einzelhändler zu erfüllen,
- die Beseitigung von Hindernissen für den freien Handel innerhalb der EU,
- das mangelnde Vertrauen der Verbraucher in grüne Angaben.

Innerhalb dieser Initiative wurde die Product und Organisation Environmental Footprint Methode (PEF, OEF) entwickelt und getestet. PEF und OEF sollen eine einheitliche Methode zur Quantifizierung und Kommunikation der Umweltwirkung von Produkten und Organisationen vorgeben.

Initiative zur Substantiierung grüner Behauptungen (EK 2022)

Die Initiative zur Substantiierung grüner Behauptungen hat das Ziel, das Problem des Greenwashing anzugehen. "Unternehmen, die 'grüne Behauptungen' aufstellen, sollten diese mit einer **Standardmethode zur Bewertung der Umweltauswirkungen belegen**" (EK 2021a) heißt es im European Green Deal.

Im Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft bis 2020 heißt es außerdem: "Die Kommission wird vorschlagen, dass Unternehmen ihre Umweltaussagen mit Methoden zur Ermittlung des **ökologischen Fußabdrucks (PEFs)** von Produkten und Organisationen untermauern" (EK 2020b).

Es ist wichtig, dass Informationen über die Umweltleistung von Unternehmen und Produkten EU-weit zuverlässig, vergleichbar und überprüfbar sind. Verlässliche Umweltinformationen ermöglichen es den Marktteilnehmern – Verbrauchern, Unternehmen und Investoren – umweltfreundlichere Entscheidungen zu treffen.

4 Methode zur Erstellung einer Ökobilanz

Die Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment, LCA) ist eine Bilanzierungs- und Bewertungsmethode zur Ermittlung der potenziellen Umweltauswirkungen eines beliebigen Produkts oder eines anderen definierten Systems. Die Ökobilanz ist in den ISO-Normen 14040 und 14044 international standardisiert (ISO 14044 2006; ISO 14040). Außerdem gibt die technische Regel ISO/TR 14049:2012 Beispiele zur Anwendung von ISO 14044 zur Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens sowie zur Erstellung der Sachbilanz (ISO/TR 2012).

Eine Ökobilanz-Studie umfasst vier Phasen:

- a) die Phase der Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen;
- b) die Sachbilanz-Phase;
- c) die Phase der Wirkungsabschätzung und
- d) die Phase der Auswertung.

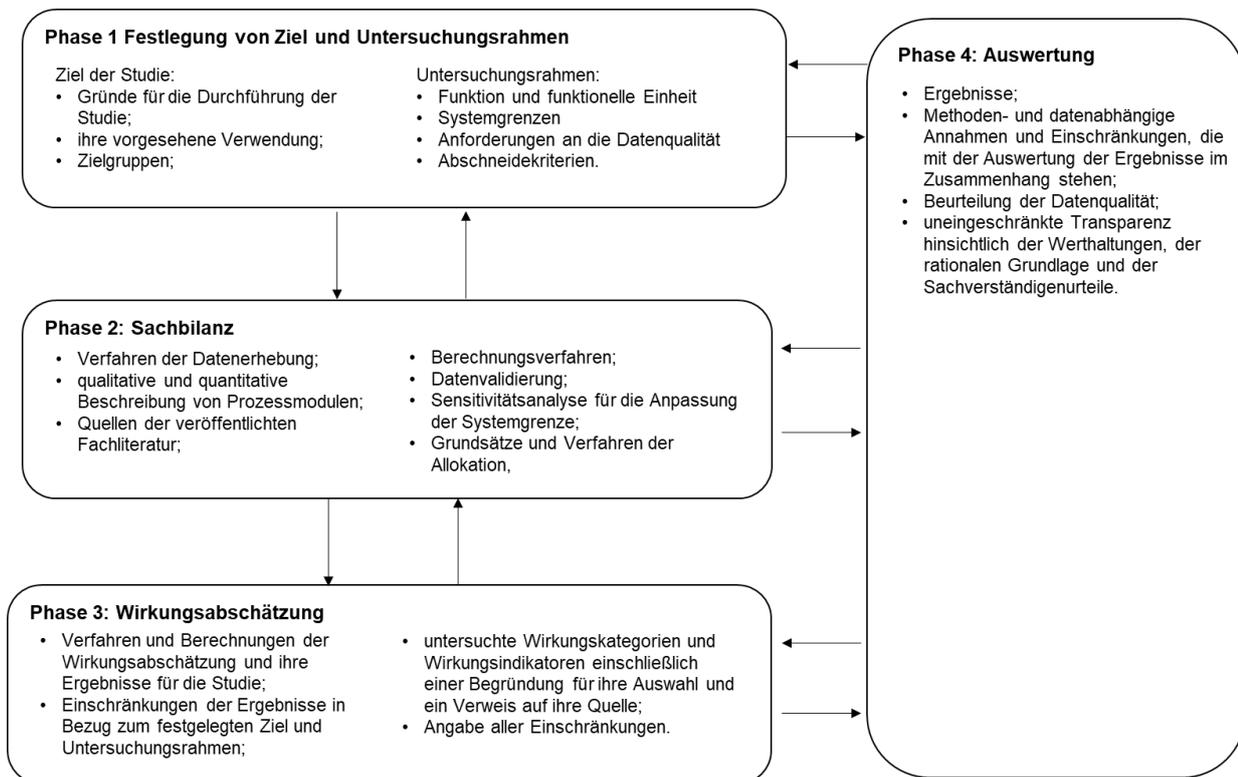


Abb. 4: Vier Phasen der Ökobilanz (ISO 14044 2006).

Im Folgenden sollen analog der vier Phasen der LCA in vereinfachter Art und Weise die wesentlichen Schritte und Prinzipien einer Ökobilanz erklärt werden. Dies soll einerseits helfen, existierende LCAs besser einordnen und interpretieren zu können andererseits soll gezeigt werden, welche Entscheidungen bei der Beauftragung oder Durchführung einer LCA zu treffen sind. Am Ende jedes Kapitels sind wichtige Punkte zusammengefasst, welche häufige Risiken oder Fehlerquellen und Fehlinterpretationen bei der Durchführung oder Berichterstattung einer Ökobilanzstudie darstellen können. Dabei wird erläutert, an welcher Stelle Entscheidungen zu treffen sind und wie diese beim Lesen einer Ökobilanz zu interpretieren sind.

4.1 Ziel und Untersuchungsrahmen

In der ersten Phase der Ökobilanz wird das Ziel und der Untersuchungsrahmen festgelegt. Hierzu gehört unter anderem die detaillierte Beschreibung der zu untersuchenden Systeme und Prozesse, die Funktion, welche durch das System erfüllt wird und die funktionelle Einheit und der Referenzfluss sowie Systemgrenzen und Allokationsverfahren. Außerdem werden die sich aus der Zieldefinition ergebenden Anforderungen an die Datenqualität festgelegt. Datenqualitätskriterien, die zu berücksichtigen sind, sind beispielsweise der zeitbezogene Erfassungsbereich (Alter der Daten, das Zeitintervall, über das die Daten gesammelt wurden), der geographische sowie der technologische Erfassungsbereich.

In dieser Phase werden relevante Entscheidungen getroffen und dokumentiert, die eine substantielle Auswirkung auf die Vergleichbarkeit und Aussagekraft der Ökobilanz haben.

Eine entscheidende Aufgabe bei der Definition des Untersuchungsrahmens ist die Identifikation der "funktionalen Einheit", d.h. die Funktion, die das untersuchte System liefert (z.B. funktionelle Einheit einer Wasserflasche: Bereitstellung von 1 l Wasser). Alle Umweltbelastungen werden dann relativ zu dieser funktionalen Einheit ausgedrückt. Werden verschiedene Produkte oder Prozesse verglichen, müssen funktionale Unterschiede berücksichtigt werden, andernfalls ist ein fairer Vergleich zwischen Systemen nicht möglich. So muss beispielsweise beim Vergleich verschiedener Lebensmittelverpackungssysteme berücksichtigt werden, welchen Einfluss diese auf das Lebensmittel selbst haben (z.B.: Haltbarkeit, Entleerbarkeit), ob es Unterschiede in der Handhabung und eventuelle weitere Verwendungsmöglichkeiten gibt.

Die Systemgrenzen legen fest, welche Prozessmodule Teil des untersuchten Produktsystems sind und welche Lebenswegabschnitte betrachtet werden. Der Betrachtungsrahmen für die Herstellung eines Produktes kann dabei beispielsweise von der Rohstoffgewinnung bis zur Abfallbehandlung am Ende des Produktlebenszyklus (cradle to grave) oder von der Rohstoffgewinnung bis zur Fertigstellung des Produkts im Herstellungsbetrieb (cradle to gate) betrachtet werden. Nach ISO 14044 (2006) ist das Weglassen von Lebenswegabschnitten, Prozessen, Inputs oder Outputs nur zulässig, wenn damit die allgemeinen Schlussfolgerungen der Studie nicht wesentlich verändert werden.

Außerdem müssen Wirkungsindikatoren und Charakterisierungsmodelle in Übereinstimmung mit dem Ziel der Studie festgelegt werden. Die Auswahl der Wirkungskategorien muss sich an dem zu untersuchenden Produktsystem und den damit zusammenhängenden Umweltthemen orientieren.

Für multifunktionale Prozesse oder Produktsysteme, bei denen die Umweltbelastungen unterschiedlichen Funktionen zugeordnet werden müssen, müssen außerdem Prinzipien festgelegt werden, wie diese in weiterer Folge berücksichtigt werden. Wenn möglich sollte eine sogenannte Allokation vermieden werden.

So erfüllen beispielsweise viele Prozesse in der Abfallwirtschaft nicht nur die Funktion der Abfallbeseitigung, sondern auch die Bereitstellung von Sekundärmaterialien (Recycling) oder Energie (z.B. thermische Verwertung). Nach welchen Kriterien Multifunktionalität bewertet wird, kann daher eine entscheidende Auswirkung auf die Ergebnisse der Ökobilanz haben. ISO/TR 14049 (2012) 'Umweltmanagement – Ökobilanz – Beispiele zur Anwendung von ISO 14044 zur Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens sowie zur Sachbilanz' gibt einige Beispiele wie Allokationsverfahren in der Praxis umgesetzt werden sollten. Wenn eine Allokation nicht vermieden werden kann, sollten die Inputs und Outputs des Systems zwischen ihren unterschiedlichen Produkten oder Funktionen so zugeordnet werden,

- dass die zugrundeliegenden physikalischen Beziehungen zwischen ihnen widerspiegelt werden;
- wenn physikalische Beziehungen allein nicht aufgestellt oder nicht als Grundlage für die Allokation benutzt werden können, sollten die Inputs zwischen den Produkten und Funktionen so zugeordnet werden, dass sich darin andere Beziehungen zwischen ihnen widerspiegeln. Zum Beispiel können Daten auf der Input- und Outputseite im Verhältnis zum ökonomischen Wert der Produkte den Koppelprodukten zugeordnet werden.

In dem in Abb. 5 gezeigten Beispiel wird bei einer hypothetischen Produktion aus 2,3t Sonnenblumenkernen 1t Sonnenblumenschrot und 1t Sonnenblumenöl produziert (300 kg des Ausgangsgewichts gehen im Abfallstrom verloren). Die Ölmühle ist in diesem Fall ein multifunktionaler Prozess. Bei Allokation nach Masse würden 50% der Emissionen verursacht durch die Ölmühle und den Anbau, dem Öl zugeordnet und 50% dem Schrot.

Bei einem Marktpreis von 250 €/t Schrot und 600 €/kg Öl ergibt sich unter Anwendung ökonomischer Allokation ein Allokationsfaktor für die Produktion von Sonnenblumenöl von $(600\text{€}) / (600\text{€} + 250\text{€}) = 0,70$. Daher 70% der Emissionen würden dem Öl zugeordnet und 30% dem Schrot. Diese zeigt, dass die Anwendung unterschiedlicher Allokationskriterien einen substantziellen Einfluss auf das Ergebnis haben können.

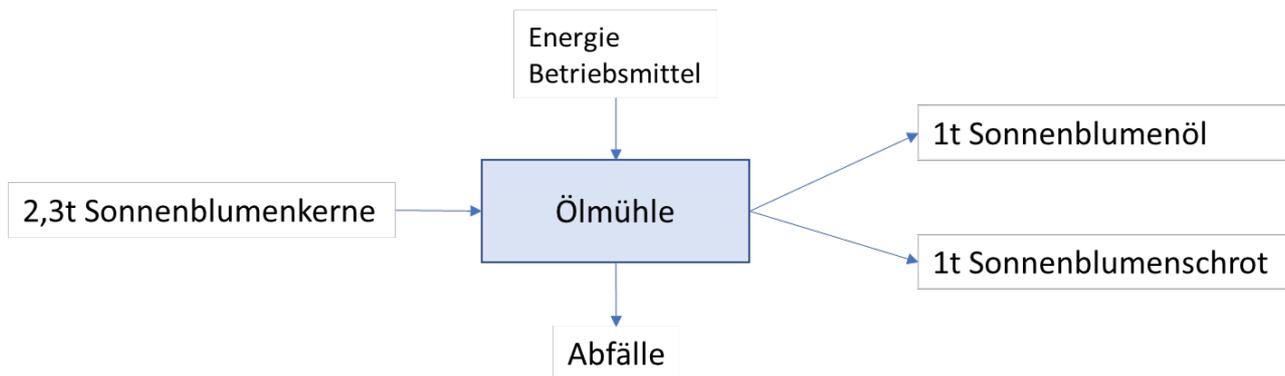


Abb. 5: Beispiel multifunktionaler Prozess

Im Untersuchungsrahmen der Studie wird außerdem festgelegt ob, eine kritische Prüfung der Ökobilanzstudie notwendig ist und, wenn ja, wie diese durchgeführt wird.

Wesentliche Entscheidungen, die das Ergebnis beeinflussen können

Ziel

- Ist das Ziel der Studie klar definiert?
- Welche Standards oder Richtlinien werden eingehalten?

Untersuchungsrahmen

- Bildet die funktionelle Einheit alle relevanten Produktleistungen ab?
- Werden bei Produktvergleichen funktionelle Unterschiede ausreichend berücksichtigt?
- Welche Lebenswegabschnitte werden berücksichtigt?
- Werden relevante Prozesse oder Lebenswegabschnitte nicht untersucht?
- Werden für das Produktsystem relevante Umweltkategorien untersucht?

4.2 Sachbilanz

Die Sachbilanz (Life Cycle Inventory, LCI) umfasst eine Zusammenfassung aller Stoff- und Energieflüsse, sowie Emissionen des untersuchten Systems oder Prozesses.

Das untersuchte System kann in zwei Komponenten unterteilt werden, das Vordergrundsystem, welches die für das analysierte System spezifischen Prozesse umfasst (z. B. den eigenen Betrieb), und das Hintergrundsystem, welches Prozesse umfasst, die nicht spezifisch für das analysierte System sind (z. B. die Erzeugung von Strom, der bezogen wird). In der Regel werden für die Abbildung des Vordergrundsystems Primärdaten verwendet. Das Hintergrundsystem wird in der Regel über Sekundärdaten berücksichtigt. Die Datenverfügbarkeit bzw. die Qualität der verfügbaren Daten spielen eine entscheidende Rolle welche Aussagen man mit den Ergebnissen der Ökobilanz treffen kann. Um die Plausibilität der Daten zu überprüfen und eventuelle Datenlücken zu schließen sollten Patente, BAT-Referenzdokumente (Best Available Technology) oder Daten vergleichbarer Prozesse/Technologien aus der Literatur herangezogen werden. Die in der ersten Phase der Ökobilanz festgelegten Anforderungen an Datenqualität müssen erfüllt werden.

In einem ersten Schritt werden qualitative und quantitative Daten erhoben. Qualitative Daten sind beispielsweise der geographische und zeitliche Bezug sowie der technologische Erfassungsbereich. Um sicherzustellen, dass erhobene Daten den gestellten Anforderungen entsprechen, müssen diese validiert werden. Die Validierung kann zum Beispiel die Erstellung von Massenbilanzen, Energiebilanzen sowie der Vergleich mit Literaturwerten auf Prozessebene umfassen. Jedes Prozessmodul muss den Gesetzen der Erhaltung der Masse und Energie folgen.

Nachdem alle Daten erhoben und validiert wurden wird die Sachbilanz als In- und Output Tabelle für das untersuchte System auf Prozessebene dargestellt. Abb. 6 zeigt ein konzeptuelles Beispiel für die Beschreibung eines Prozessmoduls.

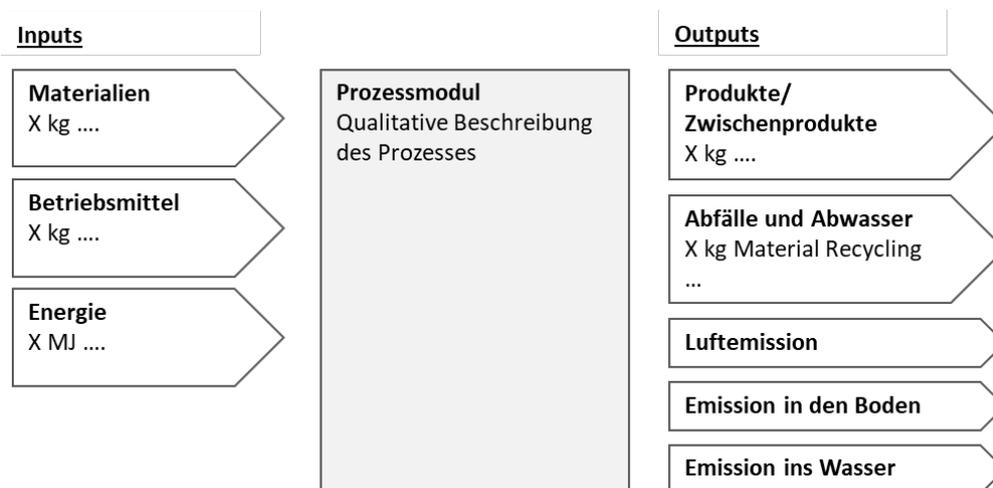


Abb. 6: Konzeptuelles Beispiel für die Beschreibung eines Prozessmoduls

Wesentliche Entscheidungen, die das Ergebnis beeinflussen können

Datenqualität

- Sind die Datenquellen robust und konsistent?
- Ist die Datenqualität dokumentiert?
- Werden Unsicherheiten dargestellt?

Transparenz

- Werden die verwendeten Daten und Quellen transparent dargestellt?
- Lassen sich die Daten validieren?
- Lassen sich die Ergebnisse basierend auf der Sachbilanz reproduzieren?

Allokationsverfahren

- Werden Allokationsverfahren transparent beschrieben und konsistent angewendet?
- Haben verwendete Allokationsverfahren einen entscheidenden Einfluss auf die Ergebnisse?

4.3 Wirkungsabschätzung

Die Wirkungsabschätzung hat das Ziel potenzielle Umweltwirkungen, die mit dem untersuchten System zusammenhängen, zu erfassen und so weit wie möglich zu quantifizieren. Die Wirkungsabschätzung besteht aus verbindlichen und optionalen Bestandteilen. Nach ISO 14044 ist die Berechnung der Wirkungsindikatorwerte (Charakterisierung) verbindlich. Optionale Elemente sind die Normalisierung und Gewichtung der Wirkungsindikatorwerte.

Wirkungskategorien und Charakterisierungsmodelle werden in der ersten Phase der Ökobilanz definiert und müssen die mit dem untersuchenden Produktsystem verbundenen Umweltthemen widerspiegeln. Außerdem muss sichergestellt werden, dass alle für die Wirkungsabschätzungsmethode relevanten Flüsse in der Sachbilanz erhoben wurden. Beispielsweise werden unter der Umweltkategorie ‚Treibhausgaspotential‘ alle freigesetzten Treibhausgase erfasst und je nach Einfluss auf das Klima entsprechend ihrem CO₂-Äquivalent charakterisiert. Würden nun beispielsweise in der Sachbilanz nicht alle klimarelevanten Gase erfasst werden, wäre es nicht möglich eine Wirkungsabschätzung zu machen.

Empfohlene Charakterisierungsmodelle zur Wirkungsabschätzung unterscheiden sich je nach Region und werden regelmäßig überarbeitet, ergänzt und erweitert. Daher ist darauf zu achten, aktuelle und für die Region relevante Charakterisierungsmodelle zu verwenden. Auf europäischer Ebene empfiehlt die Gemeinsame Forschungsstelle (Joint Research Center, JRC) der europäischen Kommission ein Set an Wirkungskategorien, Charakterisierungsmodellen, Normierungs- sowie Gewichtungsfaktoren welche im Rahmen des Ökologischen Fußabdruckes (PEF) angewendet werden sollen. Diese finden sich in den Leitfäden der europäischen Union und des Gemeinsamen Research Centers der europäischen Kommission (EC und JRC 2019).

Die Normierung ist die Berechnung der Größenordnung der Wirkungsindikatorwerte in Bezug auf Referenzdaten. Ziel der Normierung ist, ein besseres Verständnis der relativen Größenordnung jedes Indikatorwertes des zu untersuchenden Produktsystems zu erreichen. Als Referenzwert können beispielsweise die gesamten In- und Outputs einer Region oder pro Kopf der Bevölkerung herangezogen werden. Tabelle 1 zeigt die Normalisierungsfaktoren pro Kopf, empfohlen durch die Europäische Kommissionen (EC und JRC 2019). Für die Wirkungskategorie Klimawandel bedeutet dies, dass pro Kopf eine durchschnittliche Person 7.760 kg CO₂ eq im Jahr emittiert. Um den Carbon Footprint zu normalisieren wird der Indikatorwert durch den Normalisierungsfaktor geteilt. Als Beispiel: Verursacht der Nahrungsmittelkonsum einer Person 1000 kg CO₂ eq im Jahr ist der normalisierte Wert ($1000/7760=$) 0,128. Dies bedeutet, dass 12,8 % der THG-Emissionen pro Person in diesem Fall durch den Nahrungsmittelkonsum verursacht werden.

Die Gewichtung ist ein Verfahren zur Umwandlung der Indikatorwerte verschiedener Wirkungskategorien unter Verwendung numerischer Faktoren. Die Gewichtungsschritte beruhen auf Werthaltungen und sind nicht wissenschaftlich begründet. Verschiedene Einzelpersonen,

Organisationen und gesellschaftliche Gruppen können verschiedene Präferenzen haben. Aus diesem Grunde ist es möglich, dass verschiedene Kreise zu verschiedenen Gewichtungsergebnissen gelangen, die jedoch auf gleichen Indikatorwerten beruhen. Um eine bestimmten Wirkungsindikatorwert zu gewichten wird der normalisierte Wert mit dem Gewichtungsfaktor multipliziert. Tabelle 1 zeigt die Normalisierungsfaktoren pro Kopf, empfohlen durch die Europäische Kommissionen (EC und JRC 2019). Die Gewichtung, darf nach ISO 14044 nicht in Ökobilanz-Studien angewendet werden, die für die Verwendung in zur Veröffentlichung vorgesehenen vergleichenden Aussagen bestimmt sind.

Tabelle 1: Normalisierungs- und Gewichtungsfaktoren (EC und JRC 2019)

Wirkungskategorie	Normalisierungsfaktor	Gewichtungsfaktor
Klimawandel (kg CO _{2eq})	7,76E+03	22,19
Ozonabbau (kg CFC-11 _{eq})	2,34E02	6,75
Feinstaub (Krankheitsfälle)	6,37E04	9,54
Ionisierende Strahlung, menschliche Gesundheit (kBq U235 _{eq})	4,22E+03	5,37
Photochemische Ozonbildung (kg NMVOC _{eq})	4,06E+01	5,10
Versauerung (mol H ⁺ _{eq})	5,55E+01	6,64
Eutrophierung, terrestrisch (mol N _{eq})	1,77E+02	3,91
Eutrophierung, Süßwasser (kg P _{eq})	2,55E+00	2,95
Eutrophierung, Meer (kg N _{eq})	2,83E+01	3,12
Landnutzung (Pt)	1,33E+06	8,42
Wassernutzung (m ³ world _{eq})	2,55E+00	9,03

Wesentliche Entscheidungen, die das Ergebnis beeinflussen können:

- Welche Wirkungskategorien werden betrachtet, und ist der Umfang der Sachbilanz damit vereinbar?
- Sind die Methoden der Wirkungsabschätzung technisch gültig und international anerkannt?
- Wurde eine Gewichtung durchgeführt? Ist die Basis der Gewichtung klar erkenntlich?
- Werden Gewichtungsmethoden vermieden, wenn vergleichende Aussagen für die Öffentlichkeit zugänglich sind?

4.4 Auswertung

In der Interpretationsphase werden die Ergebnisse aus den vorangegangenen Phasen in Bezug auf das Ziel und den Untersuchungsrahmen bewertet, um daraus Schlussfolgerungen und Empfehlungen abzuleiten. Die Ergebnisse der ersten Modellierung können oft unvollständig sein, und in der Regel sind zwei oder drei Iterationen erforderlich, um ein gutes Gleichgewicht und eine gute Systemabdeckung zwischen Ziel- und Umfangsdefinition und der Interpretation zu erreichen. Da die Ökobilanzmodellierung viele Näherungen und Annahmen und oft auch unzureichende Daten enthält, sollte immer eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt werden, um beispielsweise kritische Parameter der wichtigsten Prozesse und Technologien zu ermitteln und festzustellen, welche unsicheren Daten den größten Einfluss auf die Ergebnisse haben. Ein spezifisches Auslegungsproblem ist außerdem die Gewichtung verschiedener Auswirkungskategorien, die in vergleichenden Studien unterschiedliche Muster aufweisen; oft werden toxische Auswirkungen aufgrund der erheblichen methodischen Unsicherheit bei der Modellierung der Pfade und der allgemeinen Charakterisierung weniger stark gewichtet.

Wesentliche Entscheidungen, die das Ergebnis beeinflussen können:

- Wurden die Ergebnisse der Sachbilanz und Wirkungsabschätzung im Hinblick auf Vollständigkeit, Konsistenz und Sensitivität gegenüber Datenunsicherheiten, Allokationsregeln und Gewichtungen bewertet?
- Stehen die Schlussfolgerungen im Einklang mit den Anforderungen von Ziel und Umfang der Studie?
- Ist ersichtlich, welche Auswirkung Unsicherheiten, die Anwendung von Werthaltungen sowie die getroffene Auswahl an Methoden haben?

5 Aktuelle Normen und Richtlinien

5.1 ISO 14044:2006 Umweltmanagement – Ökobilanz

Die Ökobilanz nach ISO 14044 ist die international standardisierte Methode der produktbezogenen Umweltbewertung. Die derzeitige Fassung wurde 2006 veröffentlicht und ist international anerkannt. Die Norm gibt klare Regeln für die zu verwendende Terminologie vor (Kapitel 3). Die generelle Vorgehensweise wird in Kapitel 3 beschrieben. Zusätzlich zur allgemeinen Vorgehensweise gibt die ISO-Norm vor, wie der Ökobilanzbericht zu strukturieren ist und welche Inhalte dargestellt werden müssen (Kapitel 5). Weitere Details sind zu beachten, wenn die Ökobilanz für die externe Kommunikation verwendet wird. Vergleichende Ökobilanzen, die gemäß Zieldefinition zur Veröffentlichung vorgesehen sind, müssen nach ISO 14040/44 von einem unabhängigen Gutachterteam hinsichtlich folgender Kriterien kritisch geprüft werden:

- die bei der Durchführung der Ökobilanz angewendeten Methoden mit dieser Internationalen Norm übereinstimmen;
- die bei der Durchführung der Ökobilanz angewendeten Methoden wissenschaftlich begründet und technisch gültig sind;
- die verwendeten Daten in Bezug auf das Ziel der Studie hinreichend und zweckmäßig sind;
- die Auswertungen die erkannten Einschränkungen und das Ziel der Studie berücksichtigen und
- der Bericht transparent und in sich stimmig ist.

5.2 ISO 14067 Carbon Footprint von Produkten

ISO 14067, veröffentlicht 2018, legt Grundsätze und Anforderungen für Studien zur Quantifizierung des Carbon Footprint eines Produkts (CFP) fest, die auf der in ISO 14040 und ISO 14044 spezifizierten Lebenszyklusbewertung (LCA) basieren. ISO 14067 ist anwendbar auf Carbon Footprint-Studien mit oder ohne die Absicht zur Veröffentlichung.

Diese Internationale Norm befasst sich mit der einzigen Wirkungskategorie des Klimawandels (Global Warming Potential – GWP) und bewertet keine anderen potenziellen sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen, die sich aus der Bereitstellung von Produkten ergeben. Carbon Footprints von Produkten, die in Übereinstimmung mit dieser internationalen Norm bewertet werden, sind kein Indikator für die Gesamtumweltauswirkungen von Produkten.

5.3 Internationales Referenzsystem für Lebenszyklusdaten (ILCD)

Als Reaktion auf die Verpflichtungen in der ‚integrierten Produktpolitik -Mitteilung‘ (EC 2003) der Europäischen Kommission wurde das Internationale Referenzsystem für Lebenszyklusdaten (ILCD) eingerichtet, um konsistente und reproduzierbare Lebenszyklusdaten und solide Wirkungsabschätzung zu gewährleisten. Dieses System besteht hauptsächlich aus dem ILCD-Handbuch und dem ILCD-Datennetzwerk. Das Handbuch ist ein technischer Leitfaden. Es wurde im Rahmen von Peer-Reviews und Konsultationen entwickelt und steht im Einklang mit den Normen ISO 14040 und 14044, wobei es weitere spezifizierte Anleitungen für mehr Qualitätssicherung bietet, als der breitere ISO-Rahmen. Das ILCD-Handbuch enthält detaillierte Bestimmungen für Produkt- und Unternehmensanalysen. Um diese Entwicklung zu erleichtern, wurden Verbindungen zu nationalen LCA-Datenbankprojekten in allen Teilen der Welt sowie zum World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) und zum Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) hergestellt.

5.4 PEF – Product Environmental Footprint

Im Jahr 2013 hat die Europäische Kommission (EC) die Mitteilung "Building the Single Market for Green Products" (EC 2013) und die Empfehlung "On the use of common methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organizations" veröffentlicht (EK 2021). Das Hauptziel der sogenannten Product Environmental Footprint Methode (PEF) ist es, die Vergleichbarkeit zwischen Produkten derselben Produktkategorie zu erhöhen und damit Vergleiche und vergleichende Aussagen zu ermöglichen. Die erhöhte Vergleichbarkeit wird durch die Festlegung von Spezifikationen für bestimmte methodische Aspekte auf der Grundlage von Wertentscheidungen (z. B. EoL-Allokation, Gewichtung) erreicht. Darüber hinaus werden durch die Entwicklung von „Produktkategorieeregeln“ (Product Environmental Footprint Category Rules - PEFCR) zusätzliche Spezifikationen für bestimmte Produktkategorien festgelegt. PEFCRs sind produktgruppenspezifische Regeln und ergänzen den PEF-Leitfaden. Sie sollen zu einer methodischen Harmonisierung, Spezifizierung, Relevanz und Reproduzierbarkeit innerhalb einer Produktkategorie beitragen. Außerdem sollen sie zukünftig den Zeit-, Arbeits- und Kostenaufwand von PEF-Studien verringern. Im PEFCR jeder Produktkategorie sind die Umweltwirkungen eines Benchmark-Produktes festgelegt, sodass ein direkter Vergleich und eine Einstufung anderer Produkte möglich ist. Die Europäische Kommission arbeitet noch an den Details der PEFCR, um die Entwicklung der PEF-Methodik abzuschließen. PEF Studien welche ohne eine PEFCR durchgeführt wurden, können nicht für vergleichende Aussagen oder Benchmarking anhand eines repräsentativen Produktes verwendet werden.

Die PEF-Methodik befindet sich noch in der Entwicklung und in der sogenannten "Übergangsphase" (Pilotphase). Diese Übergangsphase soll bis Ende 2024 abgeschlossen sein. Das bedeutet, dass die Anwendung von PEF bis dahin noch nicht verpflichtend ist.

Der Anforderung der PEF-Methode wurde unter Berücksichtigung der Empfehlungen allgemein anerkannter vergleichbarer Methoden und Leitfäden für die Ökobilanzierung von Produkten entwickelt. Dies sind insbesondere:

- ISO 14044 Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen,
- ISO 14067 Carbon Footprint von Produkten – Anforderungen an und Leitlinien für Quantifizierung,
- ISO 14046 Wasser-Fußabdruck – Grundsätze, Anforderungen,
- ISO 14021,-21,-24 Umweltkennzeichnungen und -deklarationen Typ II & Type III
- ISO/TS 14071 Umweltmanagement – Ökobilanz – Prozesse der Kritischen Prüfung
- ILCD-Hand Buch (International Reference Life Cycle Data System Handbook)
- BP X30-323-0:2015 Allgemeine Grundsätze für eine Umweltkommunikation über Massenmarktprodukte (Agence de la transition écologique, ADEME)

Berücksichtigte Leitlinien beziehen sich nicht nur auf die Erstellung der Ökobilanz, sondern auch auf die kritische Prüfung der Ergebnisse und deren Kommunikation.

Wie die Ökobilanz nimmt auch der PEF eine Lebenszyklusperspektive ein, folgt aber weiteren produktgruppenspezifischen Anforderungen und standardisierten Vorgaben, die eine höhere Vergleichbarkeit der Ergebnisse schaffen.

Folgende Beispiele zeigen Schlüsselanforderungen, in denen der PEF über die ISO-Norm hinausgeht oder von dieser abweicht:

Systemgrenzen

Die PEF-Methode deckt standardmäßig den gesamten Lebenszyklus eines Produkts ab, sofern er nicht durch PEFCRs unterbrochen wird. Klassische Ökobilanzen unterscheiden sich in ihren Metriken je nach Ziel und Untersuchungsrahmen der Studie.

Wirkungsabschätzung (LCIA)

Beim PEF-Ansatz gibt es einen standardisierten Satz von LCIA-Methoden, während bei Ökobilanzen verschiedene Varianten identifiziert werden können, was wiederum den Vergleich von Ökobilanzen erschwert. So kann beispielsweise Klimawandel unter Berücksichtigung verschiedener Zeithorizonte dargestellt werden (GWP100 vs GWP20) was dazu führt, dass aufgrund unterschiedlicher Charakterisierungsfaktoren die Wirkungsabschätzungsergebnisse nicht vergleichbar sind. Ein anderes Beispiel ist der Indikator ‚Versauerung‘ welcher nach EC und JRC (2019) in Mol H⁺-Äquivalent angegeben wird, während CML (Insitute for Environmental Sciences, Leiden University) beispielsweise ein anderes Charakterisierungsmodell verwendet (CML 2016) Versauerung in kg SO₂-Äquivalent angibt.

Umgang mit der End-of-Life-Phase

Viele Maßnahmen des Aktionsplans Kreislaufwirtschaft zielen darauf ab, Materialien und Produkte einerseits möglichst lange zu nutzen und andererseits am Ende des Lebenszyklus so weit wie möglich in den Produktionskreislauf zurückzuführen. Eine einheitliche Methode, wie insbesondere Recyclingprozesse und die Nutzung sekundärer Rohstoffe und Materialien bewertet werden können, ist daher entscheidend, um die Vorteile der Zirkularität zu berücksichtigen und um vergleichbare LCAs oder PEFs erstellen zu können.

In Bezug auf End-of-Life Allokation besagen die Anforderung der ISO 14044 zwar, dass die End-of-Life-Phase berücksichtigt werden sollte, es wird aber kein einheitlicher Ansatz oder eine Vorschrift angeboten, wie diese Berücksichtigung von End-of-Life-Prozessen zu erfolgen hat.

Im PEF-Leitfaden wird die sogenannte Circular Footprint Formula vorgestellt, die das Thema Multifunktionalität beim Recycling, der Wiederverwendung und Energierückgewinnung adressiert. Die Formel gilt für alle Produktgruppen und bezweckt eine Standardisierung der Allokation von Gutschriften und Lasten in der EoL-Phase, um so die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Produkten zu erhöhen welche beispielsweise Sekundärmaterialien als Input verwenden oder am Ende ihres Lebenszyklus recycelt werden. Abb. 7 zeigt die wichtigsten Elemente der Circular Footprint Formula. Der Parameter A, alloziert die Lasten und Gutschriften zwischen der Recycling- und der Neumaterialproduktion zwischen zwei Kreisläufen (d. h. zwischen Lieferant*innen und Verwender*innen von Recyclingmaterial). Ist die Nachfrage nach einem Sekundärrohstoff höher als dessen Angebot sollte der A-Faktor bei 0,8 liegen. Dadurch wird das Recycling am Ende eines Lebenszyklus stärker belohnt als der Einsatz von Sekundärmaterial bei der Produktion. Ist das Angebot grösser als die Nachfrage sollte der A-Faktor bei 0,2 liegen. Dadurch wird die Verwendung von Sekundärmaterial stärker belohnt als die Bereitstellung. Ist Angebot und Nachfrage ausgeglichen sollte der A-Faktor bei 0.5 liegen.

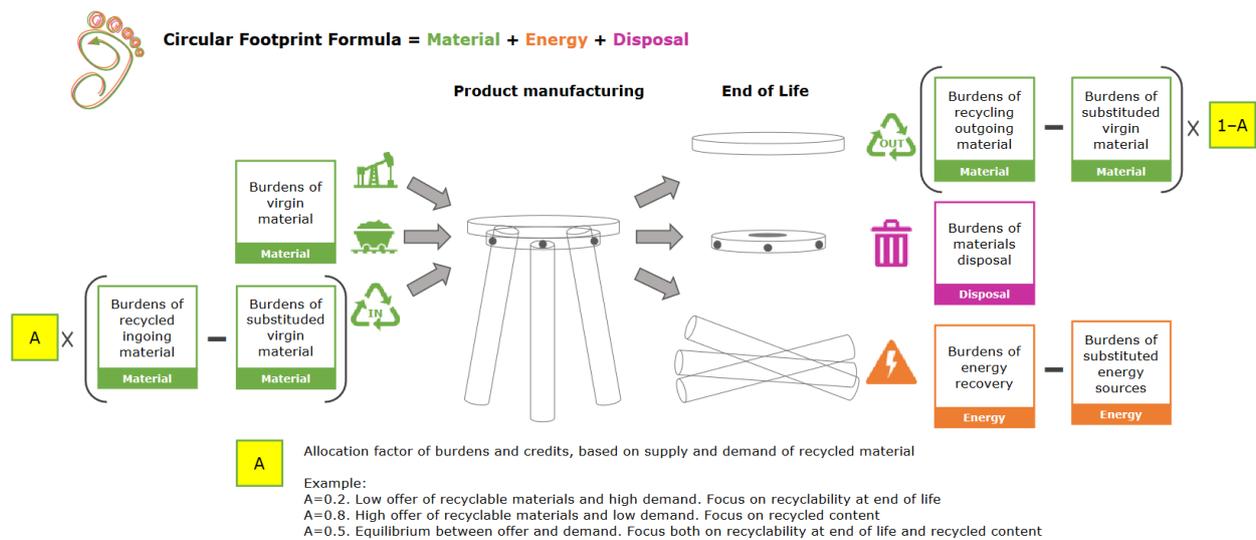


Abb. 7: Circular Footprint Formular, Beispiel für ein fiktives Produkt, das die grundlegenden Elemente der Formel zeigt (EC und JRC 2021).

Generell liegt die Wahl der Methode bzw. die Entscheidung zwischen ISO und PEF von der Fragestellung ab und nicht zuletzt davon, ob z.B. der Vergleich von Produkten unterschiedlicher Hersteller das Ziel ist oder ob es z.B. um die innerbetriebliche Identifizierung von Hotspots und nachfolgende Optimierungsschritte geht. Auch die Art des Produktes und v.a. die notwendige Berücksichtigung des Recycling spielen hier eine Rolle.

6 Kriterien und notwendige Voraussetzungen für faktenbasierte nachhaltige Entscheidungen

Unter der Befolgung entsprechender Normen bzw. Rahmenbedingungen, stellen Ökobilanzen jedenfalls eine objektive und nachhaltige Entscheidungsgrundlage dar.

Ökobilanzen, mit der Ausnahme von PEFCR/PCR konformen Studien, verfolgen in der Regel individuelle Ziele und haben einen individuellen Untersuchungsrahmen. Das Ergebnis ist daher immer im Kontext der für die Ökobilanz getroffenen Annahmen (z.B. Systemgrenzen, Methode zur Wirkungsabschätzung, wurden alle notwendigen Aspekte bei der Erstellung des Produktsystems berücksichtigt) zu betrachten. Jedenfalls, aber insbesondere, wenn die Ökobilanz zum Produktvergleich oder zur (politischen) Entscheidungsfindung durchgeführt wurde, sind diese Annahmen zu überprüfen, da das Ergebnis der jeweiligen Indikatoren (z.B. die Menge an CO₂-Äquivalenten) allein keine ausreichende Grundlage für eine Beurteilung bietet und unterschiedliche Annahmen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.

Beispielsweise kam eine LCA-Studie im Auftrag von Packaging Consortium (Quantis 2015) zu dem Ergebnis, dass Kaffee aus Aluminiumkapseln nachhaltiger ist als Filterkaffee. Dabei wurde für die Herstellung von Filterkaffee angenommen, dass der Kaffee zwischen ca. 40 Minuten und 2 Stunden von der Maschine warmgehalten wird und dass bei jedem Herstellvorgang zu viel Kaffee produziert wird und 30 % davon als Kaffeeabfall entsorgt werden müssen. Details zu den Annahmen werden nicht angeführt und es bleibt unklar, wie das Ergebnis wäre, wenn z.B. kein Kaffeeabfall anfallen würde. Ebenso fehlen Informationen darüber ob und wie Transportwege, Inputmaterialien und EoL-Management berücksichtigt wurde.

Ein weiteres Beispiel ist die Emissionsintensität von regionalem und importiertem Obst und Gemüse. Hier lässt sich mit einer Ökobilanz keine universelle Schlussfolgerung ziehen, da der Transport und

der Energieaufwand für das Beheizen der Gewächshäuser eine maßgebliche Rolle für den Beitrag zum Klimawandel spielen. Regionales Obst und Gemüse kann klimaschädlicher als importiertes Obst und Gemüse sein, wenn dafür (insbesondere in der kalten Jahreszeit) das Gewächshaus beheizt werden muss. Die aus dem Energieaufwand resultierenden Emissionen übersteigen dann die Transportemissionen die aus dem Import resultieren. Hinzu kommt, dass der Transport für Obst und Gemüse oftmals in Bezug auf Streckenlogistik und Auslastung der Transportfahrzeuge sehr effizient gestaltet ist. Eine pauschale Aussage darüber, ob regionales Obst und Gemüse nachhaltiger ist, lässt sich also nicht anhand eines Ökobilanz-Indikators treffen, sondern hängt von Faktoren wie Saisonalität und Transportmittel und -distanz ab.

Aussagen sind daher immer im Kontext mit den Vorgaben der individuellen Studien zu interpretieren. Im Folgenden sind Beispiele angeführt, die sich an unterschiedlichen Qualitätskriterien orientieren:

- Screening Studien: diese sind in der Regel nicht ISO 14044 konform. Sie haben in der Regel das Ziel eine erste Abschätzung der Umweltwirkungen auf Basis des Lebenszyklus mit dem Ziel einen ersten Überblick über relevante Umweltwirkungen, Prozesse und Lebenszyklusphasen zu gewinnen.
- ISO 14044 konforme LCA Studie
 - o Ohne Review
 - o Kritische Prüfung durch interne oder externe Experten
 - o Kritisch geprüft durch ein Gremium interessierter Kreise → verpflichtend für Verwendung in zur Veröffentlichung vorgesehenen vergleichenden Aussagen
- Environmental Product Declarations (EPD) Typ III Umweltdeklarationen stellen quantifizierte umweltbezogene Informationen aus dem Lebensweg eines Produkts zur Verfügung, um Vergleiche zwischen Produkten gleicher Funktion zu ermöglichen. Diese basieren auf einer ISO 14044 konformen Studie sowie Produktkategorieregeln.
- PEF Studie ohne PEFCR
 - o Vergleichende Aussagen mit anderen PEF-Studien nicht möglich
- PEF Studie mit PEFCR
 - o Vergleichende Aussagen mit anderen PEF-Studien zulässig
 - o Vergleich mit dem Benchmark der Produktgruppe

Schlussfolgernd kann festgehalten werden, dass Ökobilanzen, welche vergleichende Aussagen treffen und in der externen Kommunikation verwendet werden, nach ISO 14044 bestimmte Anforderungen erfüllen müssen. Vergleichende Aussagen sind ‚Umweltaussage zur Überlegenheit oder Gleichwertigkeit eines Produktes im Vergleich zu einem Konkurrenzprodukt mit dem gleichen Verwendungszweck‘ (ISO 14044). Darzulegen ist ob:

- die bei der Durchführung der Ökobilanz angewendeten Methoden mit ISO 14044 übereinstimmen;
- die bei der Durchführung der Ökobilanz angewendeten Methoden wissenschaftlich begründet und technisch gültig sind;
- die verwendeten Daten in Bezug auf das Ziel der Studie hinreichend und zweckmäßig sind;
- die Auswertungen die erkannten Einschränkungen und das Ziel der Studie berücksichtigen und
- der Bericht transparent und in sich stimmig ist.

Um die Möglichkeit von Missverständnissen oder negativen Wirkungen auf außenstehende interessierte Kreise zu verringern, muss ein Ausschuss bei Ökobilanz-Studien, die als Grundlage für

zur Veröffentlichung vorgesehene vergleichende Aussagen bestimmt sind, die **kritische Prüfungen** vornehmen.

Grundsätzliche sind einige Punkte zu beachten, die die Glaubwürdigkeit einer Ökobilanz ausmachen und dem Leser ein Gefühl vermitteln können, inwieweit sich die Aussagen einer Ökobilanz übertragen lassen:

- Ist die Systemabgrenzung der LCA klar definiert und abgestimmt auf die Fragestellung der Studie?
- Werden die Datenquellen und Methoden in der LCA nach anerkannten Standards oder Richtlinien ausgewählt und angewendet?
- Werden Datenquellen, Methoden und Annahmen in der LCA klar und vollständig beschrieben und dokumentiert?
- Wird Datenqualität von primär und Sekundärdaten sichergestellt und dokumentiert?
- Werden Methoden und Datenquellen transparent dokumentiert, um die externe Überprüfung und Reproduzierbarkeit zu erleichtern.
- Werden Unsicherheiten und Grenzen der LCA transparent und ausreichend dokumentiert?
- Wurden für das Produkt relevante Umweltauswirkungen und Wirkungskategorien in der LCA berücksichtigt und angemessen gewichtet (sollte eine Gewichtung vorgenommen worden sein)?
- Wurden die Ergebnisse der LCA in einer klaren und verständlichen Weise präsentiert?
- Wurde die LCA von einem unabhängigen Dritten überprüft oder validiert?
- Wurden alternative Szenarien, Optionen und Lösungen in der LCA angemessen berücksichtigt und verglichen?

Beim Schlussfolgern aus LCA-Ergebnissen sollten daher folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Was ist die funktionelle Einheit?
- Was sind die Systemgrenzen?
- Wurden Lebenszyklusphasen, die sehr umweltschädlich sind, weggelassen?
- Wurden alle notwendigen Inputs (z.B. umweltschädliche Materialien, Transportwege) in das Modell inkludiert?
- Wurden alle für das Modell getroffenen Annahmen im Bericht transparent angeführt?
- Sind funktionelle Einheit und Modellannahmen (z.B. Anwendungsbedingungen) geeignet um darauf basierend mehrere Produkte oder Prozesse zu vergleichen?

7 Literaturverzeichnis

- BGBI. I Nr. 71/2019 Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetz 2002 – AWG 2002)
- BOESEN, S., BEY, N. & NIERO, M. 2019. Environmental sustainability of liquid food packaging: Is there a gap between Danish consumers' perception and learnings from life cycle assessment? *Journal of cleaner production*, 210, 1206.
- CML (2016): CML-IA Characterisation Factors, Leiden University. Online verfügbar unter <https://www.universiteitleiden.nl/en/research/research-output/science/cml-ia-characterisation-factors>, zuletzt aktualisiert am 10.05.2023, zuletzt geprüft am 10.05.2023.
- DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2018. Life Cycle Assessment of Grocery Carrier Bags. <https://doi.org/10.1002/yd.282>.
- EC (2003): MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DEN RAT UND DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT Integrierte Produktpolitik Auf den ökologischen Lebenszyklus-Ansatz aufbauen. KOM (2003) 302.
- EC (2013): COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL Building the Single Market for Green Products. COM(2013) 196 final.
- EC; JRC (2019): Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method. European Commission – JRC, via Fermi 2749, 21027 Ispra, Italy.
- EC; JRC (2021): Understanding Product Environmental Footprint and Organisation Environmental Footprint methods.
- EK (2013): Single Market for Green Products - Environment - European Commission. Online verfügbar unter <https://ec.europa.eu/environment/eusds/smgp/>, zuletzt aktualisiert am 21.02.2023, zuletzt geprüft am 07.03.2023.
- EK (2018): COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT IMPACT ASSESSMENT. Reducing Marine Litter: action on single use plastics and fishing gear Accompanying the document Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment.
- EK (2019): Richtlinie (EU) 2019/ des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 über die Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt.
- EK (2020a): COM(2020) 667 final. MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit Für eine schadstofffreie Umwelt.
- EK (2020b): COM(2020) 98 final. MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa.
- EK (2020c): COM(2022) 140 final. MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN. Nachhaltige Produkte zur Norm machen.

- EK (2020d): MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN „Vom Hof auf den Tisch“ – eine Strategie für ein faires, gesundes und umweltfreundliches Lebensmittelsystem.
- EK (2020e): MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN EU-Biodiversitätsstrategie für 2030. COM(2020) 380 final.
- EK (2021a): European Commission; Directorate-General for Communication. European green deal : delivering on our targets: Publications Office of the European Union.
- EK (2021b): MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN EMPTY Auf dem Weg zu einem gesunden Planeten für alle. COM(2021) 400 final.
- EK (2022): Initiative on substantiating green claims - Environment - European Commission. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/environment/eusssd/smgp/initiative_on_green_claims.htm, zuletzt aktualisiert am 25.04.2022, zuletzt geprüft am 30.01.2023.
- EK 2021: EMPFEHLUNG (EU) 2021/2279 DER KOMMISSION vom 15. Dezember 2021 zur Anwendung der Methoden für die Berechnung des Umweltfußabdrucks zur Messung und Offenlegung der Umwelleistung von Produkten und Organisationen entlang ihres Lebenswegs 2013. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013H0179&from=EN>.
- EU 2019/904: Richtlinie (EU) 2019/904 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 über die Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt (Text von Bedeutung für den EWR)
- GÓMEZ, I. D. L. & ESCOBAR, A. S. 2022. The dilemma of plastic bags and their substitutes: A review on LCA studies. Sustainable production and consumption, 30, 116.
- HERBERZ, T., BARLOW, C. Y. & FINKBEINER, M. 2020. Sustainability Assessment of a Single-Use Plastics Ban. Sustainability (Basel, Switzerland), 12.
- ISO 14040: Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines: 14040:2006,
- ISO 14044 (2006): Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines.
- ISO/TR (2012): 14049. Environmental management - Life cycle assessment - Illustrative examples on how to apply ISO 14044 to goal and scope definition and inventory analysis.
- LEHMANN, A., FINKBEINER, M., BROADBENT, C. & BALZER, R. T. 2015. Policy Options for Life Cycle Assessment Deployment in Legislation. In: SONNEMANN, G. & MARGNI, M. (eds.) Life Cycle Management. Dordrecht: Springer Netherlands.
- OBERSTEINER, G. & H. PILZ Ed. (2020): Lebensmittel – Verpackungen – Nachhaltigkeit: Ein Leitfaden für Verpackungshersteller, Lebensmittelverarbeiter, Handel, Politik & NGOs. Entstanden aus den Ergebnissen des Forschungsprojekts „STOP waste – SAVE food“. ecoplus, BOKU, denkstatt, OFI, Wien, Februar 2020. <https://boku.ac.at/wau/abf/schwerpunktthemen/lebensmittel-im-abfall/stop-waste-save-food>

- QUANTIS (2015): Life Cycle Assessment of coffee consumption: comparison of single-serve coffee and bulk coffee brewing Final Report. Online verfügbar unter: <https://www.pac.ca/wp-content/uploads/2020/06/quantis-lca-summary-2015.pdf>
- SALA, S., AMADEI, A. M., BEYLOT, A. & ARDENTE, F. 2021. The evolution of life cycle assessment in European policies over three decades. *The international journal of life cycle assessment*, 26, 2314.
- SANYÉ-MENGUAL, ESTHER; SALA, SERENELLA (2022): Life Cycle Assessment support to environmental ambitions of EU policies and the Sustainable Development Goals. In: *Integrated environmental assessment and management* 18 (5), S. 1221–1232. DOI: 10.1002/ieam.4586.