

Zweitveröffentlichung/ Secondary Publication



Staats- und
Universitätsbibliothek
Bremen

<https://media.suub.uni-bremen.de>

Keil, Mattis

Transformation im Gesundheitssektor – ökonomisch und nachhaltig

Book, Book chapter as: peer-reviewed accepted version (Postprint)

DOI of this document* (secondary publication): <https://doi.org/10.26092/elib/3340>

Publication date of this document: 30/12/2024

* for better findability or for reliable citation

Recommended Citation (primary publication/Version of Record) incl. DOI:

Keil, M. (2024). Transformation im Gesundheitssektor – ökonomisch und nachhaltig. In: Hartung, S., Wihofszky, P. (eds) Gesundheit und Nachhaltigkeit. Springer Reference Pflege – Therapie – Gesundheit . Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-64954-1_56-1

Please note that the version of this document may differ from the final published version (Version of Record/primary publication) in terms of copy-editing, pagination, publication date and DOI. Please cite the version that you actually used. Before citing, you are also advised to check the publisher's website for any subsequent corrections or retractions (see also <https://retractionwatch.com/>).

This document is made available with all rights reserved.

Take down policy

If you believe that this document or any material on this site infringes copyright, please contact publizieren@suub.uni-bremen.de with full details and we will remove access to the material.

Transformation im Gesundheitssektor – ökonomisch und nachhaltig

Mattis Keil

Zusammenfassung

Um den Gesundheitssektor ökologisch-nachhaltig zu transformieren, braucht es Evidenz über Emissionsquellen und die Wirksamkeit von Maßnahmen und Möglichkeiten, diese Evidenz in die Entscheidungsfindung zu integrieren. Eine standardisierte Methode zur Berechnung von Umweltauswirkungen ist die Lebenszyklusanalyse. Diese lässt sich auf nationale Gesundheitssektoren (Systemebene), Krankenhäuser und Praxen (Organisationsebene) als auch auf einzelne Prozesse wie Operationen oder Produkte wie Skalpelle (Prozess- und Produktebene) anwenden. Dabei hat jede Ebene methodische Eigenheiten, sowie unterschiedliche Möglichkeiten in den Transformationsprozess integriert zu werden.

Um die Umweltdaten in die Entscheidungsfindung zu integrieren, können ökonomische Anreize und Strukturen genutzt werden. Als wirksam identifizierte Maßnahmen können diese zum Beispiel gefördert werden. Zudem können Umweltdaten in standardisierte Entscheidungshilfen, wie der gesundheitsökonomischen Evaluation integriert werden.

1. Einleitung

Das Prinzip der planetaren Gesundheit stellt den Zusammenhang zwischen natürlichen Systemen und der menschlichen Gesundheit her. Sind diese Systeme und Kreisläufe intakt, wird die menschliche Gesundheit nachhaltig gefördert (Whitmee et al., 2015). Werden allerdings, wie momentan, mehrere planetare Grenzen überschritten, hat dies Folgen für die Gesundheit gegenwärtiger, aber auch zukünftiger Generationen (Rockström et al., 2009, Richardson et al., 2023). Um den Schaden möglichst wirksam zu reduzieren, muss das menschliche Handeln, dazu gehört auch die Gesundheitsversorgung, neu ausgerichtet werden. Diese Erkenntnis hat in den letzten Jahren in vielfältigen Beschlüssen Ausdruck gefunden. Der 125. Deutsche Ärztetag beschloss 2021, auf eine klimaneutrale Gesundheitsversorgung bis zum Jahr 2030 hinzuwirken und empfiehlt diverse Maßnahmen (Bundesärztekammer, 2021). Auf internationaler Bühne wurde während der Weltklimakonferenz in Glasgow die Alliance for Transformative Action on Climate and Health (ATACH) gegründet, die sich für Klimaresilienz, aber auch für eine nachhaltige Transformation der Gesundheitsversorgung einsetzt. Innerhalb dieser Allianz haben sich eine wachsende Anzahl Länder, darunter auch Deutschland, zu dem Ziel einer treibhausgasarmen Gesundheitsversorgung bekannt, viele von ihnen zu einer klimaneutralen Versorgung (World Health Organisation, 2021). Dieses Ziel wurde 2023 von den Mitgliedern der Europäischen Region der Weltgesundheitsorganisation (WHO) in der Budapest-Deklaration bestätigt und verstärkt (World Health Organization. Regional Office for Europe, 2023).

Um die nachhaltige Transformation zu erreichen, sind Entscheidungen innerhalb des Gesundheitssektor eine der zentralen Stellschrauben, auf die Einfluss genommen werden sollte. Diese Entscheidungen umfassen unter anderem, die Auswahl und die Beschaffung von Produkten oder das Angebot von Leistungen und deren konkreten Umfang. Bisher wurden Entscheidungen vor allem auf Basis von gesundheitswissenschaftlicher Evidenz und Kosten getroffen. Für die nachhaltige Transformation muss diese Grundlage durch Daten zur Umwelt- und Sozialauswirkungen ergänzt

werden. Eine der populärsten Methoden zur Bereitstellung der benötigten Daten ist die Lebenszyklusanalyse (LCA, auch Ökobilanz oder Life-Cycle Assessment genannt).

Das Kapitel strukturiert sich in folgende Abschnitte:

In Abschnitt 2 wird die LCA-Methode, die der Berechnung von Umweltauswirkungen zugrunde liegt, vorgestellt und auf Besonderheiten bei Untersuchungen im Gesundheitssektor eingegangen.

In Abschnitt 3 wird die Anwendung der LCA-Methode auf vier verschiedenen Ebenen (sektorale Ebene, organisationelle Ebene, Prozessebene und Produktebene) im Gesundheitssektor vorgestellt und der jeweilige Nutzen dieser Daten diskutiert.

In Abschnitt 4 wird der Nutzen von LCA-Ergebnissen für die Transformation des Gesundheitssektors diskutiert, sowie die Integration dieser Daten in die Entscheidungsfindung und die Verknüpfung mit ökonomischen Daten.

Abschließend wird in Abschnitt 5 ein Ausblick gegeben, sowie die Anwendung der Perspektive sozialer Nachhaltigkeit innerhalb von Lebenszyklusdenken und dem Gesundheitssektor aufgegriffen.

Im Kapitel liegt der Schwerpunkt auf der ökologischen Nachhaltigkeit, da diese innerhalb der LCA-Methodik am weitesten entwickelt ist. Auf die soziale Nachhaltigkeit wird im Rahmen des Ausblicks kurz eingegangen. Ökonomische Nachhaltigkeit wird in dem Sinne in dieses Kapitel integriert, dass in Abschnitt 4, auf die Integration von Umwelt- und Kostendaten eingegangen wird.

2. Lebenszyklusanalyse als Methode

Die LCA ist eine Methode mit der die Umweltauswirkungen eines Produktes umfassend, über den gesamten Lebenszyklus, bilanziert werden können. Der Lebenszyklus beschreibt dabei die Rohstoffgewinnung, die Produktion aller notwendigen Produkte bzw. des Endproduktes, die Nutzung und die Entsorgung (Abbildung 1). Diese Betrachtung verhindert blinde Flecken in der Analyse und im schlimmsten Fall Greenwashing (Siehe Beispiel 1).

Definition: Lebenszyklusperspektive:

Die Lebenszyklusperspektive ermöglicht die Bilanzierung von Umwelt-, Kosten- oder Sozialauswirkungen durch Produkte über deren gesamtes „Leben“. Das bedeutet, der Lebenszyklus beginnt bei der Extraktion von Rohstoffen (z.B. Holz in der Forstwirtschaft, Nahrungsmittel in der Landwirtschaft) und führt über die Produktion, den Transport und die Nutzung bis zur Entsorgung.

Abbildung 1: Der Lebenszyklus eines Produktes

Beispiel 1: Greenwashing und Lebenszyklusdaten

Die Betrachtung über den Lebenszyklus kann Greenwashings einschränken. Eine Möglichkeit zur Verzerrung der Ergebnisse ist, gezielt Lebenszyklusphasen nicht in die Untersuchung einzubeziehen. Einwegprodukte können als nachhaltiger und stromsparender präsentiert werden, wenn nur die Nutzungsphase betrachtet wird. Betrachtet man Operationsbesteck, werden bei Einwegprodukten in

der Nutzungsphase keine Emissionen freigesetzt. Das Besteck wird aus der sterilen Verpackung genommen, genutzt und dann weggeschmissen. Wiederverwendbare Bestecke müssen nach jeder Nutzung aufwendig gereinigt und desinfiziert werden, d.h. es müssen Emissionen für den Energieaufwand der Reinigung mit bilanziert werden. Die „gesparten“ Treibhausgase werden allerdings nur in die Produktionsphase „verschoben“. Da für jede Operation neues Einwegbesteck produziert werden müsste, anstatt einmal für eine größere Anzahl an Behandlungen, entstehen in dieser Lebenszyklusphase vergleichsweise viele Emissionen durch das Einwegbesteck. Betrachtet man den gesamten Lebenszyklus anstatt nur der Nutzungsphase, sind Mehrwegprodukte in fast allen Fällen mit weniger Treibhausgasen verbunden.

Die LCA ist eine standardisierte Methode, die in mehreren DIN ISO-Normen beschrieben ist. Die beiden grundlegenden Normen sind die DIN ISO 14040 und die DIN ISO 14044 und beschreiben die Anwendung auf Produktebene (DIN EN ISO 14040:2021-02, 2021, DIN EN ISO 14044:2021-02, 2021). Zur Berechnung der Treibhausgasemissionen besteht die eigene Norm DIN ISO 14067 (DIN EN ISO 14067:2019-02, 2019). Auch für Organisationen und Prozesse sind Normen geplant und sind momentan als ISO/TS 14072 verfügbar. Neben den DIN ISO-Normen existieren eine Reihe von Leitfäden und Handbücher für spezifischere Anwendungen. Die europäische Kommission bietet mit dem International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook einen Leitfaden für die Anwendung der LCA-Methode auf Produkte an in dem praktische Beispiele und Erläuterungen zu den DIN Normen geboten werden (European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability, 2010). Für Produkte und für Organisationen existiert jeweils ein Greenhouse Gas (GHG) Protocol, erarbeitet und bereitgestellt von dem World Resources Institute und den World Business Council for Sustainable Development (WBCSD and WRI, 2004, WBCSD and WRI, 2011b). Zu dem GHG Protocol für Unternehmen und Organisation existieren zudem Ergänzungen, die vertieft auf die Produktionsketten eingehen (WBCSD and WRI, 2011a). Basierend auf den GHG Protocols, werden von der Sustainable Healthcare Coalition Produktstandards zu Pharmazeutika und Medizinprodukten, sowie zu Behandlungspfaden bereitgestellt (Environmental Resources Management, 2012). Einen weiteren Leitfaden für Organisationen bietet die UNEP/SETAC Life Cycle Initiative (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2015). Diese Aufzählung dient dazu, um die Vielfalt der Leitfäden darzustellen und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Ergänzend zu den Leitfäden gibt es eine Reihe Lehrbücher zur LCA Methodik. Eine ausführliche Übersicht bieten Viere et al. (2021) in ihrem Übersichtspapier zur Lehre von LCAs and Universitäten und Hochschulen.

Allgemein wird eine LCA in vier Phasen unterteilt: (1) die Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens, (2) die Sachbilanz, (3) die Wirkungsabschätzung, und (4) die Auswertung. In der ersten Phase werden die methodischen Entscheidungen getroffen und festgehalten. In der Sachbilanz werden alle, für das Produkt relevanten, Prozesse bilanziert, d. h. gemessen und als Daten in das Model aufgenommen. Da dies auch lange Produktionsketten und viele mögliche Outputs beinhaltet, werden häufig Datenbanken mit generischen Einträgen genutzt. Dabei gibt es zwei verschiedene Arten von Daten: Prozessbasierte und Kostenbasierte. Prozessbasierte Daten bieten produkt- und mengenspezifische Emissionen und Umweltauswirkungen (beispielsweise die Emissionen durch ein Paar Latexhandschuhe oder durch ein kg eines bestimmten Medikaments). Für prozessbasierte Daten existieren eine Reihe allgemeiner Datenbanken, die eine große Bandbreite an Produkten, Materialien und Prozessen beinhalten. Für den Gesundheitssektor gibt es ergänzend die frei verfügbare Datenbank HealthcareLCA (healthcarelca.com). Außerdem können auch Daten aus veröffentlichten Studien genutzt, oder Daten vom Hersteller der Produzenten angefragt werden. Kostenbasierte Emissionsfaktoren stammen aus Input-Output-Tabellen, die, für aggregierte Wirtschaftssektoren die jeweiligen Einsätze (Input, für die Produktion im jeweiligen Sektor benötigten

Materialien) und die Leistungen (Outputs, produzierte Güter und deren Zielsektor), sowie die Gesamtemissionen der jeweiligen Wirtschaftssektoren erfasst. Aus diesen Tabellen lassen sich Emissionsfaktoren pro Geldeinheit für alle Wirtschaftssektoren und über die gesamte Produktionskette erfassen (z. B. 25,26 g CO₂/€ und 0,01 g Methan/€ bei Produktion von Kunststoffgütern). Durch die umfassende Darstellung der Wirtschaft in aggregierte Sektoren, können bei kostenbasierten Emissionsfaktoren zwar keine Datenlücken entstehen, die Ergebnisse sind aber weniger präzise und unsicherer. Prozessbasierte Daten sind zwar meist spezifischer und damit präziser für das gewählte Produkt oder Material, allerdings ist diese Form der Datenerhebung deutlich aufwendiger und durch fehlende Daten kann es zu Datenlücken kommen. In der dritten Phase, der Wirkungsabschätzungen werden die in der Sachbilanz aufgenommenen Ströme in Umweltwirkungen übersetzt. So können die Emissionen der verschiedenen Treibhausgase (CO₂, Methan, Lachgas, etc.) in CO₂-Äquivalente (CO₂eq) „übersetzt“ und als CO₂-Fußabdruck bzw. Erderwärmungspotenzial zu einem Wert zusammengefasst werden. Weitere mögliche Umweltauswirkungen sind der Landverbrauch, Toxizität, Eutrophierung oder Wasserverbrauch (Frischknecht, 2020). In einigen Modellen können diese Indikatoren zu Endpunkten, wie z. B. der Auswirkung auf die menschliche Gesundheit in disability-adjusted life years (DALYs) umgerechnet werden. Zwar ist der Fokus der Transformation des Gesundheitswesens momentan auf die Klimawirksamkeit ausgerichtet, allerdings sollten andere Indikatoren nicht zu sehr aus der Betrachtung genommen werden. So kann die Anwendung von Propofol als Narkosemittel, im Vergleich zu seinen Alternativen, insbesondere zu dem sehr klimaschädlichen Desflurane, das Erderwärmungspotential deutlich reduzieren, führt allerdings auch, wenn es als Rückstand in Gewässer gelangt, zu erheblichen Schäden (Schuster et al., 2020, Sherman and Barrick, 2019). In der vierten Phase werden die Ergebnisse der vorherigen Phasen kontextualisiert und diskutiert.

Beispiel 2: Sachbilanz und LCA-Datenbank + Ergebnis aus Kostenbasierten Emissionsfaktoren

Für die Erstellung einer LCA eines chirurgischen Eingriffes braucht es, unter anderem Hintergrunddaten für einen Einweg-Operationskittel. Laut eines Datensatzes in der HealthcareLCA-Datenbank wird während der Produktion und Entsorgung eines Kittels 0,905 kg CO₂eq ausgestoßen (Drew et al., 2022). Falls dieser Datensatz nicht zur Verfügung stehen würde, könnte aus der Input-Output-Datenbank EXIOBASE (Stadler et al., 2018) der kostenbasierte Emissionsfaktor für Bekleidung von 0,168 kg CO₂eq/€ genutzt werden. Bei einem durchschnittlichen Preis von ca. 4€ für einen Kittel, würde dies einen Ausstoß von 672g CO₂eq bedeuten (Kosten x Emissionsfaktor = 4€ x 0,168 kg CO₂eq/€ = 672g CO₂eq)

3. LCA auf verschiedenen Ebenen

LCAs können auf mehreren Ebenen durchgeführt werden. Die, für dieses Kapitel relevante, umfassendste Ebene ist die Systemebene, gefolgt von LCAs auf Organisationsebene, der Prozessebene und der Produktebene. Jede dieser Ebenen hat Vor- und Nachteile, spezifische Anforderungen, unterschiedliche Datenquellen und richtet sich an verschiedene Personengruppen. Deswegen soll im Folgenden jede der Ebenen vorgestellt werden.

3.1. LCA von Systemen

Die Untersuchung auf Systemebene umfasst ganze Wirtschaftssektoren. In diesem Fall der Gesundheitssektor bzw. die nationale Gesundheitsversorgung. Da das Gesundheitssystem eine große Vielfalt an Versorgern umfasst, in Deutschland zum Beispiel 1887 Krankenhäuser, 68529 Praxen, 15 400 Pflegedienste (DESTATIS, 2023, DESTATIS, 2022, DESTATIS, 2021), muss die Analyse auf eine Top-

Down-Methode zurückgreifen. Die Aktivitäten werden durch Ausgaben gemessen und mit kostenbasierten Emissionsfaktoren multipliziert. Diese Methode ist zwar weniger präzise als eine mengenbasierte Messung der Daten und prozessbasierte Emissionsfaktoren, ermöglicht aber die Darstellung der Emissionen auf Systemebene. Es existieren einige Studien zu den Treibhausgasemissionen von nationalen Gesundheitssystemen. Pichler et al. (2019) und Karliner et al. (2019) haben jeweils eine größere Anzahl von Ländern, insbesondere Länder mit hohen und mittleren Einkommen, untersucht und kommen zu dem Fazit, dass der Anteil des deutschen Gesundheitssystems an den Gesamtemissionen 2019 zwischen 5,2% (Karliner et al., 2019) und 6,7% (Pichler et al., 2019) lag. Lenzen et al. (2020) haben die Analyse um weitere Länder und Umweltauswirkungen ergänzt und kommen zu einem ähnlichen Ergebnis. Neben Aussagen über die Emissionshöhe, können durch die Analyse auf Systemebene auch die Emissionsquellen innerhalb des Systems, sowie die hauptverantwortlichen Sektoren in der Lieferkette berichtet werden. Pichler et al. (2019) zeigen, dass der medizinische Einzelhandel und Krankenhäuser die größten Anteile an den Treibhausgasemissionen besitzen und Eckelman et al. (2018), dass die Produktion von Strom und die Öl- und Gasproduktion die relevantesten Wirtschaftssektoren in der Lieferkette sind. Diese Daten besitzen vor allem für politische Entscheidungstragende Informationsgehalt, da sie die Relevanz des Gesundheitssektors bei einer nachhaltigen Transformation verdeutlichen, sowie Ansatzpunkte für Reduktionsmaßnahmen geben können. Allerdings ist die Systemebene oft sehr grob und gibt wenig Hinweise auf spezifische Potentiale und Maßnahmen.

3.2. LCA von Organisationen

3.2.1. Methodische Besonderheiten

Die Organisationsebene hat die Gesundheitsunternehmen (z. B. Krankenhäuser, Praxen, Pflegedienste) im Fokus. In der Sachbilanzphase wird die genutzte Energie (Strom, Gas, Öl) erfasst sowie alle genutzten Produkte. Für eine vollständige Berichterstattung sollte zudem die Mobilität der Mitarbeitenden und der Patient*innen erfasst werden. Die Energie kann über die Rechnungen der Versorger erfasst werden, die Mobilität über Fragebögen. Die genutzten Produkte können entweder über, oft zeitintensive, Datenerhebungen im Betrieb erfasst werden oder die Finanzabteilungen bzw. die Einkaufsabteilungen. Letztere sind allerdings oft nur als Kosten zentral verfügbar. Während bei den Hintergrund- und Wirkungsdaten für Energie und Mobilität meist ausreichend Informationen verfügbar sind, gibt es bei den genutzten Produkten oft Datenlücken, d.h. dass es für viele Produkte keine prozessbasierten Umweltwirkungsdaten gibt. Dieses Problem kann entweder über die Nutzung von Emissionsdaten ähnlicher Produkte gelöst werden oder über die Einbeziehung kostenbasierter Emissionsfaktoren. Je nach Verfügbarkeit von prozessbasierten Daten, kann der Anteil der kostenbasierten Emissionsfaktoren einen Großteil oder den gesamten Umfang der genutzten Produkte ausmachen. In der Literatur sind beide Fälle zu finden: Keller et al. (2021) haben den CO₂-Fußabdruck von österreichischen Krankenhäusern berechnet, indem Sie die genutzten Produkte in Gruppen unterteilt haben und für jede Gruppe Emissionsfaktoren für repräsentative Produkte als Datengrundlage genutzt haben. Auf der anderen Seite haben Keil and Grün (2022), Dokal et al. (2022), Tennison et al. (2021) die indirekten Emissionen durch die Lieferkette für einen ambulanten Pflegedienst, ein Hospiz und englische Krankenhäuser auf der Basis von Kostendaten und kostenbasierten Emissionsfaktoren berechnet. Eine Berechnung eines deutschen Krankenhauses, die auf dieser Methodik beruht, bietet Keil (2023).

Informationen aus LCAs auf Organisationsebene können sowohl von politischen Entscheidungstragenden als auch von den Unternehmen selbst genutzt werden. Politische Entscheidungstragende können zum einen eine verpflichtende Umweltberichterstattung einführen mit der Motivation, dass die erhobenen Daten von den Unternehmen genutzt werden, um ihre Umweltauswirkungen zu reduzieren. Nach der 2023 in Kraft getretenen „Corporate Sustainability

Reporting Directive“ (CSRD) müssen alle Unternehmen ab einer gewissen Größe¹, eine Nachhaltigkeitsberichterstattung erbringen, die der Finanzberichterstattung gleichgesetzt ist (European Parliament and European Council, 2023). Teil der Nachhaltigkeitsberichterstattung sind Umweltfaktoren wie Auswirkungen auf Wasser oder Meeresnutzung, die Treibhausgasemissionen oder die Ressourcennutzung (European Parliament and European Council, 2023). Dabei müssen nicht nur Emissionen aus dem direkten Handeln der Unternehmen, sondern auch aus der Lieferkette berichtet werden (European Parliament and European Council, 2023). Zum anderen können Förder- oder Investitionsprogramme an Umweltdaten geknüpft werden. Der Effekt von Energieeinsparungsmaßnahmen (z. B. ein neues Heizsystem, Isolierung des Gebäudes) kann vergrößert werden, wenn die Zahlungen und Programme an den momentanen Energiebedarf bzw. dadurch entstehende Treibhausgasemissionen gekoppelt sind. Organisationen mit alten Heizungen und/oder schlechter Isolierung könnten so besser unterstützt und die großen Einsparpotentiale realisiert werden. Organisationen können LCAs nutzen, um im eigenen Betrieb sogenannte Hotspots zu identifizieren, also Bereiche in denen besonders große Umweltauswirkungen bestehen. Eine solche Analyse kann helfen Reduktionspotentiale zu identifizieren und Maßnahmen zielgerichtet zu gestalten. Ergänzend können die Daten in ein organisationsübergreifendes Benchmarking einfließen und die Erkenntnisse zur eigenen Transformation genutzt werden. Bei einem Benchmarking würden die Unternehmen ihre jeweiligen Umweltauswirkungen und die Aufteilung nach Emissionsquellen zusammenführen und könnten in den einzelnen Bereichen, wie z.B. bestimmte Abteilungen (Nephrologie, Chirurgie, Intensivstation etc.) und bestimmten Quellen (Strom, Wärme, Lieferkette), best-cases identifizieren, die überdurchschnittlich nachhaltig sind. Anhand dieser Informationen könnten Maßnahmen identifiziert werden, die es den restlichen Organisationen ermöglicht zu dem best-case Unternehmen aufzuschließen. Allerdings existiert bisher, nach Wissen des Autors, kein solches Benchmarking.

3.3. LCA von Prozessen und Produktebene

In der Gesundheitsversorgung kommen vielfältige Prozesse und Produkte zum Einsatz. Prozesse beschreiben z.B. eine bestimmte Behandlung, aber auch ganze Behandlungspfade, die von der Untersuchung, über die Behandlung bis zum möglichen Klinikaufenthalt gehen. Da Produkte und Prozesse meist weniger datenintensiv sind, als Organisationen oder Sektoren, können meist prozessbasierte LCA-Daten genutzt werden. Dabei werden für jeden Prozess die Material- und Energieeinsätze aufgenommen. Für eine Operation braucht es zum Beispiel die OP-Kleidung, Medikamente und Anästhetika, OP-Instrumente wie z. B. Skalpelle. Die genutzten Mengen werden in einem Datenblatt festgehalten und können im Anschluss mit Hintergrunddaten aus Datenbanken (wie z. B. healthcarelca.com) oder eigens erstellen LCAs verbunden werden. Die Hintergrunddaten umfassen Informationen zu den Umweltwirkungen der Produkte in den vorgelagerten Prozessen. Sollten für einige Zwischenprozesse oder -produkte keine Nachhaltigkeitsdaten vorliegen, können auch kostenbasierte Daten genutzt werden, wobei in der Literatur die Nützlichkeit eines solchen Vorgehens umstritten ist (siehe Pomponi and Lenzen, 2018, Yang et al., 2017). LCAs auf Produkt- oder Prozessebene können, je nach Ziel der Studie, entweder für individuelle Produkte/Prozesse oder vergleichend durchgeführt werden. Bilanzierungen einzelner Produkte/Prozesse werden oft mit dem Ziel durchgeführt, die Ergebnisse nach außen zu kommunizieren (z. B. für Werbekampagnen) oder Verbesserungspotentiale zu identifizieren. Vergleichende Studien können im Einkauf Entscheidungen zwischen Alternativen unterstützen oder bei der Optimierung eines Prozesses/Produktes die nachhaltigere Alternative identifizieren. Von einem Vergleich mithilfe von Zahlen aus unterschiedlichen Studien wird im Allgemeinen abgeraten, da methodische Entscheidungen Einfluss

¹ Um berichtspflichtig zu sein, müssen von den Merkmalen einer Bilanzsumme >20 Mio.€, Nettoumsatzerlöse >40 Mio. € und Anzahl der Beschäftigten >250 zwei erfüllt sein.

auf die Ergebnisse haben können. Eine weitere Möglichkeit der Nutzung von LCA-Daten auf dieser Ebene, ist die Identifizierung von Hotspots in Prozessen und Informationen Alternativen (siehe Beispiel 3).

Beispiel 3: LCA von Operationen

*Operationen und der Operationssaal gelten als eine der materialintensivsten Bereiche eines Krankenhauses, weswegen auch eine hohe Klimawirksamkeit in diesem Bereich erwartet wird. Um Emissionsquellen und mögliche Reduktionspotentiale zu identifizieren können LCAs von Operationen bzw. chirurgischen Eingriffen durchgeführt werden. Als Hotspots können dabei die Energienutzung zur Temperaturregulierung, Einwegprodukte, sowie die Mobilität von Patient*innen und Mitarbeiter*innen identifiziert werden (Rizan et al., 2020). Betrachtet man nur die eingesetzten Materialien, können eindeutige Hotspots identifiziert werden. 23% aller Produkttypen sind für mehr als 80% der Treibhausgasemissionen aller eingesetzten Produkte verantwortlich (Rizan et al., 2023). Für diese Bereiche und Produkte sollten Alternativen gefunden werden, selbst kleine Veränderungen könnten, durch den großen Anteil an den Gesamtemissionen, einen großen Effekt haben.*

Eine Möglichkeit der Reduktion von Treibhausgasemission der eingesetzten Produkte ist, sofern möglich, der Austausch von Einwegprodukten durch Mehrwegprodukte. Zwar müssen medizinische Produkte strenge Desinfektionsregeln einhalten, um Kreuzkontaminationen zu verhindern, allerdings wird der dadurch erhöhte Energieaufwand durch den geringeren Produktionsaufwand mehr als ausgeglichen. Bezogen auf Treibhausgasemissionen können, je nach Produktgruppe, im Durchschnitt 38-56% der Treibhausgasemissionen eingespart werden (Keil et al., 2022). Auch für die weiteren Indikatoren, außer dem Wasserverbrauch, stellt die Umstellung auf wiederverwendbare Produkte die ökologisch bessere Alternative dar (Keil et al., 2022).

4. Transformation – ökologisch und ökonomisch

Die Transformation im Gesundheitssektor muss durch Evidenz zu nachhaltigen Entscheidungen gefördert werden. Dabei spielen Daten zu Umweltauswirkungen eine wichtige Rolle. Denn die alleinige Information zu Nachhaltigkeit, wie sie in Abschnitt 3 dargestellt worden ist, hat oft einen geringen Einfluss auf die Entscheidungen in der Versorgung. Deswegen sollten die Umweltdaten in bereits bestehende Entscheidungsstrukturen eingebettet werden und diese ergänzen, um die Effektivität von Reduktionsmaßnahmen zu erhöhen. Dabei können nachhaltige Entscheidungen durch die Änderung von ökonomischen Anreizen gefördert werden, durch die Verbindung von ökologischen und ökonomischen Daten oder durch die Integration von Umweltdaten in gesundheitsökonomische Evaluationen, die bisher die Kosten und die (gesundheitlichen) Nutzen einer Behandlung oder Intervention verbunden hat.

4.1 Veränderung der ökonomischen Anreizstruktur durch Umweltdaten

Die meisten (ökonomischen) Anreize in der Gesundheitsversorgung werden Top-Down ausformuliert und beschlossen. Dies beinhaltet die Finanzierung und Kostenhöhe bestimmter Leistungen, die Formulierung von Leitlinien zur Behandlung oder die Förderung von Investitionen. Besonders der letzte Punkt bietet Möglichkeiten zur Veränderung von ökonomischen Anreizstrukturen. So können Förderungen an das Vorhandensein einer Umweltberichterstattung oder an ökologische Kennzahlen gekoppelt werden. Beispielsweise könnten Förderungen zur Isolierung von Gebäuden oder zur Neuanschaffung von Heizungen an Informationen zu Treibhausgasemissionen durch die Wärmeversorgung gekoppelt werden. Diese Bedingung würde die Förderung effektiver gestalten, da

nun besonders emissionsstarke Organisationen von den Förderungen profitieren könnten und die Emissionen reduzieren können. Außerdem könnten Organisationen wie Arztpraxen oder Pflegedienste besondere Vergütungen für das Erfüllen von Nachhaltigkeitsbedingungen erhalten. Derzeit wird geprüft ob erfüllte Nachhaltigkeitskriterien in die selektivvertragliche Versorgung integriert werden können (Techniker Krankenkasse, 2023).

4.2 Ökologisch und ökonomisch

Verwandt zu der LCA auf Produkt- und Prozessebene ist das „life-cycle costing“ (LCC), bei denen nicht die Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus bilanziert werden, sondern die Kosten. Da weiterhin eine Lebenszyklusperspektive eingehalten wird, werden nicht nur die Kosten aus der Anschaffung in das LCC eingeschlossen, sondern auch die Kosten für die Instandhaltung, Reparatur und die Entsorgung. LCC bietet damit eine Methode, um die Gesamtkosten einer Entscheidung bzw. eines Produktes/Prozesses zu erfassen. Werden LCA und LCC kombiniert, kann eine evidenzbasierte und umfassende Entscheidung zur ökologisch-ökonomischen Vorteilhaftigkeit von Produkten getroffen werden. Oft sind wiederverwendbare Produkte in ihrer Anschaffung teurer als Einwegprodukte, aber über den Lebenszyklus und auf die Anzahl der Behandlungen gerechnet, kann sich diese Aussage ändern, sodass wiederverwendbare Produkte auch aus Kostensicht vorzuziehen sind. Ähnlich ist es auch bei der Umweltwirksamkeit. Durch die Lebenszyklusbetrachtung und die Bewertung bezogen auf die Anzahl der Behandlungen, werden wiederverwendbare Produkte nachhaltiger. Kombiniert man die beiden Kennzahlen kann von einer dominanten Alternative gesprochen werden, wenn die Lebenszykluskosten und die Umweltwirkungen geringer sind, als bei allen anderen Möglichkeiten (für eine beispielhafte Analyse der Kosten und der Umweltwirkungen siehe McGain et al., 2017)

4.3 Integration in gesundheitsökonomische Evaluation

Die gesundheitsökonomische Evaluation ist eine Methode, mit der sich Interventionen oder Behandlungen miteinander vergleichen lassen (siehe Drummond et al., 2015 als Referenzwerk). Dabei werden Kosten und Nutzen der Alternativen gegenübergestellt. Der Nutzen bezieht sich hierbei auf die Ziele der Behandlung und wird oft in qualitätsadjustierten Lebensjahren (QALY) oder krankheitskorrigierten Lebensjahren (DALY) angegeben, aber auch spezifischere Kennzahlen, wie z. B. Gewichtsverlust oder Bewegung in gelaufenen km sind möglich. Die Kosten beschreiben die Aufwendungen, die für die Durchführung der Intervention getätigt werden müssen. Dabei können verschiedene Perspektiven eingenommen werden (z. B. beinhaltet die Evaluation mit Patient*innenperspektive nur die Kosten, die den Patient*innen entstehen) (Drummond et al., 2015). Gesundheitsökonomische Evaluationen können von Entscheidungsträgern in der Politik oder der Gesundheitsversorgung genutzt werden, um zu wählen, welche Leistungen oder Interventionen finanziert und durchgeführt werden und ermöglichen eine evidenzbasierte Entscheidung. Ist eine Alternative dominant, d. h. stärkerer Effekt und geringere Kosten, ist diese zu bevorzugen. Bei nicht-dominanten Alternativen, d. h. entweder stärkerer Effekt und höhere Kosten oder geringerer Effekt und geringere Kosten, kann das inkrementelle Kosten-Effektivitätsverhältnis (ICER) herangezogen werden, um eine Entscheidung zu treffen. Das ICER setzt die zusätzlichen Kosten und Nutzen einer Alternative zur einer anderen ins Verhältnis (Drummond et al., 2015).

Beispiel 4: Entscheidungen mithilfe von inkrementellen Kosten-Effektivitäts-Verhältnissen

Es wird die Alternative B verglichen mit dem Status Quo A. Dieser kostet 10.000€ und bringt 4 zusätzliche QALYs zu der Alternative „nichts tun“. Alternative B kostet 20.000€ und bringt 6 zusätzliche QALYs. Keine der Möglichkeiten ist dominant, Alternative B hat zwar einen stärkeren Effekt, kostet aber mehr. Da die Alternative B 2 QALYs mehr erreicht als der Status Quo A und 10.000€ mehr kostet, kann

*den Entscheidungstragenden ein inkrementelles Kosten-Effektivitäts-Verhältnis von 2 QALYs für 10.000€ mitgeteilt werden. Die Entscheidungstragenden müssen entscheiden, ob sie bereit sind, 10.000€ auszugeben, um zwei zusätzliche QALYs zu gewinnen. Mithilfe solcher Daten können Gesundheitsökonom*innen bei Entscheidungen unterstützende Informationen bieten. Die Entscheidung selbst muss allerdings auf Basis von ethischen und politischen Fragestellungen getroffen werden.*

Umweltwirkungsdaten können auf zwei Weisen in gesundheitsökonomische Evaluationen integriert werden, um eine ökologisch-ökonomische Transformation zu unterstützen. Die erste Möglichkeit ist die Ergänzung der bisherigen Information zu Kosten und Wirkung um relevante Umweltdaten. Um nun als dominant zu gelten, muss eine Alternative weniger Kosten verursachen, einen größeren Effekt haben UND weniger Umweltwirkungen verursachen. Die zweite Möglichkeit integriert die Kosten, die durch die Umweltwirkungen entstehen in die Kostenrechnung der Alternativen. Umweltschäden erzeugen oft externe Kosten, d.h. Kosten die nicht von den Verursachenden, sondern von anderen Personen oder der Gesellschaft getragen werden. Ein Beispiel sind die Schäden durch Extremwetterereignisse, die durch den Klimawandel ausgelöst werden oder Schäden durch verringerte Produktivität in der Landwirtschaft durch die sich ändernden klimatischen Bedingungen. Momentane Schätzungen der externen Kosten pro Tonne CO₂-Equivalent liegen bei \$184 (Rennert et al., 2022). Kombiniert man die Ergebnisse aus der Lebenszyklusanalyse der Alternativen mit diesen Kosten können umweltangepasste Kosten, bzw. ein umweltangepasstes ICER berichtet werden. Diese Kosten beschreiben nun die Aufwendung für die Durchführung der Alternative, als auch die Kompensation der entstandenen Schäden. Bei dieser Möglichkeit reicht wieder eine Dominanz bei den beiden Bestandteilen Kosten und Wirkung. Falls keine dominante Entscheidungsalternative existiert, kann auch ein umweltangepasstes ICER die Entscheidungstragenden unterstützen.

Die Erweiterung von gesundheitsökonomischen Evaluationen um LCA-Daten können ein wirkungsvolles Instrument zur ökologisch-ökonomischen Transformation bieten und die „wahren“ Kosten der Entscheidungen offenlegen. Allerdings ist dieses Forschungsfeld und die Anwendung noch sehr jung und standardisierte Vorgehensweisen müssen sich noch entwickeln.

5. SLCA und LCSA

Die bisherige Beschreibung der Lebenszyklusperspektive hat nur die ökologische (LCA) und die ökologische (LCC) Seite betrachtet. Dies ist zwar der Schwerpunkt dieses Kapitels, allerdings sollte die Evaluation der sozialen Nachhaltigkeit bzw. der sozialen Auswirkungen von Produkten kurz beschrieben werden. Zur Berechnung werden so genannte soziale Lebenszyklusanalysen (auf Englisch *social life-cycle assessment*) (SCLA) genutzt, bei denen, ähnlich wie bei den LCAs die Auswirkungen der Produktion, Nutzung und Entsorgung auf verschiedene Sozialindikatoren bilanziert werden. Oft genutzte Indikatoren sind, zum Beispiel, Die Gesundheit und Sicherheit der Arbeitenden, der Beitrag zur ökonomischen Entwicklung, die Gesundheit und Sicherheit der Konsumierenden oder die Auswirkungen auf die Lebensqualität von lokalen Gemeinschaften (für eine ausführliche Übersicht siehe Kühnen and Hahn (2017)). LCA und SLCA haben viel gemeinsam, z. B. beide Formen der Analyse über den Lebenszyklus beziehen sich in ihrer Struktur auf die DIN ISO 14044. Eine umfassende Einführung in die SLCA-Methodik und ein ausführlicher Vergleich mit LCAs kann in UNEP (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2009) nachgelesen werden.

Eine umfassende Nachhaltigkeitsbilanzierung von Produkten und Entscheidungen kann durch die Verbindung der drei vorgestellten Methoden LCA (ökologisch), LCC (ökonomisch) und S-LCA (sozial) durchgeführt werden. Diese Kombination wird auch life-cycle sustainability assessment (LCSA) genannt. Bei einer strengen Bewertung der Nachhaltigkeit müsste eine Handlung oder ein Produkt bei allen drei Dimensionen dominant sein, d.h. bei allen erfassten Indikatoren einen wünschenswerteren Wert haben als die Alternative.

6. Fazit

Die Transformation des Gesundheitswesens für eine ökologisch-nachhaltige Zukunft ist im vollen Gange und wird durch Lebenszyklusdaten unterstützt. Dabei können die Daten auf vielen verschiedenen Ebenen Entscheidungen unterstützen und Umweltauswirkungen deutlich machen. Informationen aus LCA können besonders große Wirkung entfalten, wenn Sie in bestehende Entscheidungs- und Förderstrukturen eingebettet werden. Ökonomische Anreize können so gesetzt werden, dass die eingesetzten Mittel die größte transformative Wirkung besitzen. Zudem können Anreizsysteme so verändert werden, dass ökologisches Verhalten belohnt wird. Ergänzend können Daten zur Umweltwirkung in gesundheitsökonomische Evaluationen integriert werden und entweder als Ergänzung oder als zusätzlicher Kostenpunkt Einfluss auf die Ergebnisse der Evaluation haben.

Allerdings gibt es noch wenige standardisierte Vorgehensweisen zur Integrierung von LCA in Entscheidungen des Gesundheitssystems. Diese zu erarbeiten sollte eine Aufgabe für die nähere Zukunft sein, um die Anwendbarkeit und Effektivität der Daten zu erhöhen. Außerdem müssen die bestehenden Datenlücken zu Produkten und Prozessen in der Gesundheitsversorgung geschlossen werden, um robuste Aussagen treffen zu können und zukünftige Bilanzierungen zu erleichtern.

7. Literatur

- BUNDESÄRZTEKAMMER 2021. 125. Deutscher Ärztetag - Beschlussprotokoll.
- DESTATIS 2021. Unternehmen und Arbeitsstätten - Kostenstruktur bei Arzt und Zahnarztpraxen sowie Praxen von psychologischen Psychotherapeuten. Statistisches Bundesamt.
- DESTATIS 2022. Pflegestatistik. Statistisches Bundesamt.
- DESTATIS 2023. Grunddaten der Krankenhäuser. Statistisches Bundesamt.
- DIN EN ISO 14040:2021-02 2021. Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework (ISO 14040:2006 + Amd 1:2020).
- DIN EN ISO 14044:2021-02 2021. Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines (ISO 14044:2006 + Amd 1:2017 + Amd 2:2020).
- DIN EN ISO 14067:2019-02 2019. Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification (ISO 14067:2018).
- DOKAL, K., MORRIS, M., SPOONER, R. & PERKINS, P. 2022. The carbon footprint of a hospice. *BMJ Supportive & Palliative Care*, spcare-2022-003972.
- DREW, J., CHRISTIE, S. D., RAINHAM, D. & RIZAN, C. 2022. HealthcareLCA: an open-access living database of health-care environmental impact assessments. *Lancet Planetary Health*, 6, E1000-E1012.
- DRUMMOND, M. F., CLAXTON, K., SCULPHER, M., STODDART, G. L. & TORRANCE, G. W. 2015. *Methods for the economic evaluation of health care programmes*, Oxford, Oxford University Press.
- ECKELMAN, M. J., SHERMAN, J. D. & MACNEILL, A. J. 2018. Life cycle environmental emissions and health damages from the Canadian healthcare system: An economic-environmental-epidemiological analysis. *PLOS Medicine*, 15, e1002623.
- ENVIRONMENTAL RESOURCES MANAGEMENT 2012. Greenhouse Gas Accounting Sector Guidance for Pharmaceutical Products and Medical Devices.
- EUROPEAN COMMISSION - JOINT RESEARCH CENTRE - INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY 2010. *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook* -

- General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*, Luxembourg., Publications Office of the European Union.
- EUROPEAN PARLIAMENT & EUROPEAN COUNCIL 2023. Directive (EU) 2022/2464 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2022 amending Regulation (EU) No 537/2014, Directive 2004/109/EC, Directive 2006/43/EC and Directive 2013/34/EU, as regards corporate sustainability reporting (Text with EEA relevance). Official Journal of the European Union.
- FRISCHKNECHT, R. 2020. *Lehrbuch der Ökobilanzierung*, Springer Spektrum.
- KARLINER, J., SLOTTERBACK, S., BOYD, R., ASHBY, B. & STEELE, K. 2019. Health Care's Climate Footprint. Healthcare without Harm an ARUP.
- KEIL, M. 2023. The greenhouse gas emissions of a German hospital - A case study of an easy-to-use approach based on financial data. *Cleaner Environmental Systems*, 11, 100140.
- KEIL, M. & GRÜN, L. 2022. Greenhouse gas emissions of an outpatient care service: a cost-based approach. *Zeitschrift für Evidenz Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen*, 175, 90-95.
- KEIL, M., VIERE, T., HELMS, K. & ROGOWSKI, W. 2022. The impact of switching from single-use to reusable healthcare products: a transparency checklist and systematic review of life-cycle assessments. *European Journal of Public Health*, 33, 56-63.
- KELLER, R. L., MUIR, K., ROTH, F., JATTKKE, M. & STUCKI, M. 2021. From bandages to buildings: Identifying the environmental hotspots of hospitals. *Journal of Cleaner Production*, 319, 128479.
- KÜHNEN, M. & HAHN, R. 2017. Indicators in Social Life Cycle Assessment: A Review of Frameworks, Theories, and Empirical Experience. *Journal of Industrial Ecology*, 21, 1547-1565.
- LENZEN, M., MALIK, A., LI, M., FRY, J., WEISZ, H., PICHLER, P.-P., CHAVES, L. S. M., CAPON, A. & PENICHEON, D. 2020. The environmental footprint of health care: a global assessment. *The Lancet Planetary Health*, 4, e271-e279.
- MCGAIN, F., STORY, D., LIM, T. & MCALISTER, S. 2017. Financial and environmental costs of reusable and single-use anaesthetic equipment. *British Journal of Anaesthesia*, 118, 862-869.
- PICHLER, P.-P., JACCARD, I. S., WEISZ, U. & WEISZ, H. 2019. International comparison of health care carbon footprints. *Environmental research letters*, 14, 064004.
- POMPONI, F. & LENZEN, M. 2018. Hybrid life cycle assessment (LCA) will likely yield more accurate results than process-based LCA. *Journal of Cleaner Production*, 176, 210-215.
- RENNERT, K., ERRICKSON, F., PREST, B. C., RENNELS, L., NEWELL, R. G., PIZER, W., KINGDON, C., WINGENROTH, J., COOKE, R., PARTHUM, B., SMITH, D., CROMAR, K., DIAZ, D., MOORE, F. C., MÜLLER, U. K., PLEVIN, R. J., RAFTERY, A. E., ŠEVČÍKOVÁ, H., SHEETS, H., STOCK, J. H., TAN, T., WATSON, M., WONG, T. E. & ANTHOFF, D. 2022. Comprehensive evidence implies a higher social cost of CO₂. *Nature*, 610, 687-692.
- RICHARDSON, K., STEFFEN, W., LUCHT, W., BENDTSEN, J., CORNELL, S. E., DONGES, J. F., DRÜKE, M., FETZER, I., BALA, G., VON BLOH, W., FEULNER, G., FIEDLER, S., GERTEN, D., GLEESON, T., HOFMANN, M., HUISKAMP, W., KUMMU, M., MOHAN, C., NOGUÉS-BRAVO, D., PETRI, S., PORKKA, M., RAHMSTORF, S., SCHAPHOFF, S., THONICKE, K., TOBIAN, A., VIRKKI, V., WANG-ERLANDSSON, L., WEBER, L. & ROCKSTRÖM, J. 2023. Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances*, 9, eadh2458.
- RIZAN, C., LILLYWHITE, R., REED, M. & BHUTTA, M. F. 2023. The carbon footprint of products used in five common surgical operations: identifying contributing products and processes. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 014107682311661.
- RIZAN, C., STEINBACH, I., NICHOLSON, R., LILLYWHITE, R., REED, M. & BHUTTA, M. F. 2020. The Carbon Footprint of Surgical Operations: A Systematic Review. *Annals of Surgery*, 272.
- ROCKSTRÖM, J., STEFFEN, W., NOONE, K., PERSSON, Å., CHAPIN, F. S., LAMBIN, E., LENTON, T. M., SCHEFFER, M., FOLKE, C., SCHELLNHUBER, H. J., NYKVIST, B., DE WIT, C. A., HUGHES, T., VAN DER LEEUW, S., RODHE, H., SÖRLIN, S., SNYDER, P. K., COSTANZA, R., SVEDIN, U., FALKENMARK, M., KARLBERG, L., CORELL, R. W., FABRY, V. J., HANSEN, J., WALKER, B., LIVERMAN, D., RICHARDSON, K., CRUTZEN, P. & FOLEY, J. 2009. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, 14.

- SCHUSTER, M., RICHTER, H., PECHER, S., KOCH, S. & COBURN, M. 2020. Positionspapier mit konkreten Handlungsempfehlungen*: Ökologische Nachhaltigkeit in der Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anästhesiologie & Intensivmedizin*, 329-339.
- SHERMAN, J. D. & BARRICK, B. 2019. Total Intravenous Anesthetic Versus Inhaled Anesthetic: Pick Your Poison. *Anesthesia & Analgesia*, 128.
- STADLER, K., WOOD, R., BULAVSKAYA, T., SÖDERSTEN, C.-J., SIMAS, M., SCHMIDT, S., USUBIAGA, A., ACOSTA-FERNÁNDEZ, J., KUENEN, J., BRUCKNER, M., GILJUM, S., LUTTER, S., MERCIAL, S., SCHMIDT, J. H., THEURL, M. C., PLUTZAR, C., KASTNER, T., EISENMENGER, N., ERB, K.-H., DE KONING, A. & TUKKER, A. 2018. EXIOBASE 3: Developing a Time Series of Detailed Environmentally Extended Multi-Regional Input-Output Tables. *Journal of Industrial Ecology*, 22, 502-515.
- TECHNIKER KRANKENKASSE. 2023. *Nach-hal-tige Arzt-pra-xis: TK und aQua-Institut entwi-ckeln Quali-täts-siegel* [Online]. Available: <https://www.tk.de/presse/themen/medizinische-versorgung/ambulante-versorgung/qualitaetssiegel-nachhaltige-arztpraxis-2148912?tkcm=ab> [Accessed 23.05 2023].
- TENNISON, I., ROSCHNIK, S., ASHBY, B., BOYD, R., HAMILTON, I., ORESZCZYN, T., OWEN, A., ROMANELLO, M., RUYSEVELT, P., SHERMAN, J. D., SMITH, A. Z. P., STEELE, K., WATTS, N. & ECKELMAN, M. J. 2021. Health care's response to climate change: a carbon footprint assessment of the NHS in England. *The Lancet Planetary Health*, 5, e84-e92.
- UNEP/SETAC LIFE CYCLE INITIATIVE 2009. Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products.
- UNEP/SETAC LIFE CYCLE INITIATIVE 2015. Guidance on organizational life cycle assessment. In: MARTÍNEZ-BLANCO, J., FINKBEINER, M. & INABA, A. (eds.).
- VIERE, T., AMOR, B., BERGER, N., FANOUS, R. D., ARDUIN, R. H., KELLER, R., LAURENT, A., LOUBET, P., STROTHMANN, P., WEYAND, S., WRIGHT, L. & SONNEMANN, G. 2021. Teaching life cycle assessment in higher education. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 26, 511-527.
- WBCSD AND WRI 2004. The Greenhouse Gas Protocol - A Corporate Accounting and Reporting Standard.
- WBCSD AND WRI 2011a. Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. In: LAHD, P. B. C. C. A. B. D. R. L. D. H. (ed.).
- WBCSD AND WRI 2011b. Greenhouse Gas Protocol - Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard.
- WHITMEE, S., HAINES, A., BEYRER, C., BOLTZ, F., CAPON, A. G., DE SOUZA DIAS, B. F., EZEH, A., FRUMKIN, H., GONG, P., HEAD, P., HORTON, R., MACE, G. M., MARTEN, R., MYERS, S. S., NISHTAR, S., OSOFSKY, S. A., PATTANAYAK, S. K., PONGSIRI, M. J., ROMANELLI, C., SOUCAT, A., VEGA, J. & YACH, D. 2015. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation-Lancet Commission on planetary health. *Lancet*, 386, 1973-2028.
- WORLD HEALTH ORGANISATION. 2021. Alliance for Transformative Action on Climate and Health (ATACH) - Country Commitments. Available: <https://www.who.int/initiatives/alliance-for-transformative-action-on-climate-and-health/country-commitments> [Accessed 18.01.2023].
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. REGIONAL OFFICE FOR EUROPE 2023. Declaration of the Seventh Ministerial Conference on Environment and Health. World Health Organisation.
- YANG, Y., HEIJUNGS, R. & BRANDÃO, M. 2017. Hybrid life cycle assessment (LCA) does not necessarily yield more accurate results than process-based LCA. *Journal of Cleaner Production*, 150, 237-242.