

Andreas Detzel, Carolin Bender, Tamara Ettinger, Alina Schmidt, Benedikt Kauertz

Rahmendokument zu den Übersichtsökobilanzen im Projekt Innoredux

März 2021



Impressum

Autor/innen:

Andreas Detzel (ifeu), Carolin Bender (ifeu), Tamara Ettinger (ifeu), Alina Schmidt (ifeu), Benedikt Kauertz (ifeu)

Projektleitung:

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)
Potsdamer Str. 105, 10785 Berlin
www.ioew.de

Kooperationspartner:

ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
Im Weiher 10, 69121 Heidelberg
www.ifeu.de

Der vorliegende Beitrag entstand im Forschungsprojekt „Innoredux – Geschäftsmodelle zur Reduktion von Plastikmüll entlang der Wertschöpfungskette: Wege zu innovativen Trends im Handel“. Das Projekt ist Teil des Forschungsschwerpunkts „Plastik in der Umwelt – Quellen, Senken, Lösungsansätze“ und wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

Förderkennzeichen 01UP1804A

Zitiervorschlag:

Andreas Detzel; Carolin Bender; Tamara Ettinger; Alina Schmidt; Benedikt Kauertz (2021): Rahmendokument zu den Übersichtsökobilanzen im Projekt Innoredux. Ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH.

Mehr Informationen zum Projekt: www.plastik-reduzieren.de

Heidelberg, März 2021

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Vorwort | 4 |
| 2 | Einleitung | 5 |
| 3 | Festlegung der Produkte und Verpackungsvarianten | 6 |
| 4 | Verwendete Umweltindikatoren..... | 8 |
| 4.1 | Klimawandel..... | 9 |
| 4.2 | Versauerung..... | 9 |
| 4.3 | Eutrophierung und Sauerstoffzehrung | 9 |
| 4.4 | Ressourcenbeanspruchung | 10 |
| 4.5 | Primärenergiebedarf | 10 |
| 5 | Literatur | 10 |

1 Vorwort

Das Forschungsprojekt „Geschäftsmodelle zur Reduktion von Plastikmüll entlang der Wertschöpfungskette: Wege zu innovativen Trends im Handel“ (Innoredux) untersucht Geschäftsmodellinnovationen im Handel zur Reduktion des Plastikmüllaufkommens entlang der Wertschöpfungskette. Innoredux wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Forschungsschwerpunkt „Plastik in der Umwelt - Quellen, Senken, Lösungsansätze“ gefördert, Bearbeitungszeitraum ist von Februar 2019 bis Januar 2022. Ziel von Innoredux ist es, in einem Reallaborforschungsansatz gemeinsam mit Partnern aus der unternehmerischen und kommunalen Praxis sowie mit Verbänden eine praktische Umsetzung von Verpackungslösungen im Einzelhandel zu entwickeln. Betrachtet werden sowohl der stationäre Handel als auch der Online-Versandhandel, wobei der Fokus auf den Verpackungen von Produkten aus vier Warengruppen liegt: Lebensmittel, Textilien, Bürobedarf sowie Kosmetika, Hygiene-, Wasch- und Reinigungsmittel.

Die Strategien zur Reduktion von Kunststoffverpackungen werden methodisch aus einer Geschäftsmodellperspektive heraus konzipiert und im Zuge eines in der Stadt Heideberg angesetzten Reallabors erprobt. Innoredux gliedert sich in vier Arbeitspakete:

- Das erste Arbeitspaket typologisiert plastikmüllvermeidende und -reduzierende Geschäftsmodelle; dabei werden sowohl innovative Verpackungslösungen als auch Geschäftsmodellinnovationen betrachtet.
- Im zweiten Arbeitspaket werden in Zusammenarbeit mit den Praxispartnern des Vorhabens instruktive Beispiele mit Blick auf ökologische, ökonomische und soziale Wirkungen untersucht, interne und externe Einflussfaktoren ermittelt sowie Ansatzpunkte für kommunales bzw. regionales Handeln analysiert.
- Das darauffolgende dritte Arbeitspaket schafft in Form eines Reallabors in einem geographisch und zeitlich abgegrenzten Raum einen realen Anwendungskontext, in dem Lösungen aus dem zweiten Arbeitspaket erprobt werden können.
- Schließlich werden im finalen vierten Arbeitspaket die gewonnen konzeptionellen und empirischen Ergebnisse ausgewertet und zu Strategien in Form von Handreichungen für Kommunen und Unternehmenschecklisten verdichtet.

Im zweiten Arbeitspaket wurden Verpackungsvarianten ausgewählter Produktgruppen auf ihre Wirkung hinsichtlich Umwelt und Abfall untersucht. Dazu wurden Übersichtsökobilanzen durchgeführt, deren Ergebnisse zusammen mit zentralen Annahmen in Form von Kurzauswertungen verfügbar sind. Im vorliegenden Arbeitspapier finden sich für alle Kurzauswertungen übergreifend eine Übersicht der insgesamt betrachteten Verpackungsvarianten und eine Erläuterung der Vorgehensweise zur Erstellung der Übersichtsökobilanzen.

2 Einleitung

Im Rahmen des Vorhabens wurden Übersichtsökobilanzen erstellt. Die Ökobilanzen sollten gemäß der Vorhabensbeschreibung als interne Entscheidungshilfe für die Ausgestaltung des Reallabors bzgl. der Priorisierung von Verpackungslösungen durch die Praxispartner dienen. Die projektinterne Dokumentation dazu erfolgte vorwiegend über die Vorlage von Ergebnisgrafiken.

Im Zuge der Abstimmungsprozesse zur Planung des Reallabors wurde deutlich, dass die Ökobilanzen auch eine wichtige Grundlage für die Kommunikation und Begründung der Reallabormaßnahmen darstellen. Daher wurde entschieden, die Übersichtsökobilanzen in der Form von sogenannten Kurzauswertungen zu dokumentieren und zudem als Informationsgrundlage auf der Projekthomepage zum Download einzustellen.

Der Begriff Übersichtsökobilanz bezieht sich im vorliegenden Fall vor allem darauf, dass eine Primärdatenerhebung auf die Abfrage der Verpackungsspezifikationen und Abfüllprozesse bei den Praxispartnern und deren Lieferanten beschränkt war, und dass zum anderen der Umfang der Dokumentation der Ökobilanzannahmen und -ergebnisse im Vergleich zu den formellen Anforderungen der Ökobilanz bezogenen ISO-Normen 14040/14044 deutlich gekürzt ist. Zudem wurde auch die Wirkungseinschätzung auf wenige aussagekräftige Umweltindikatoren (s.u.) beschränkt.

Die im Vorhaben umgesetzten Ökobilanzmodelle umfassen in der Regel die Verpackungs- und Befüllungsvorgänge ab dem Lieferanten der Praxispartner bzw. der Handelsunternehmen bis zur Verkaufsstelle bzw. bis zur Übergabestelle der Produkte an die Kundschaft. Die Verpackungen und deren Rohmaterialien und Verarbeitungsprozesse wurden jedoch im Sinne einer ganzheitlichen Bilanzierung ab der Ressourcengewinnung (bspw. ab der Erdölförderung bei fossilen Kunststoffverpackungen) bis inklusive der Entsorgung betrachtet.

Für die Modellierung der Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse entlang der betrachteten verpackungsbezogenen Wertschöpfungsketten wurde auf ifeu-interne Daten oder einschlägige Ökobilanzdatenbanken zurückgegriffen. Die bei den Praxispartnern und deren Lieferanten erhobenen Daten wurden im Abgleich mit der internen Verpackungsdatenbank des ifeu zu generischen Datensätzen verarbeitet mit dem Ziel, für jede betrachtete Verpackungsvariante eine typische Situation abzubilden. Die in den Kurzauswertungen dargestellten Bilanzen erheben daher nicht den Anspruch einer repräsentativen Abbildung eines bestimmten Produkts bzw. dessen Verpackungen, sondern dienen vielmehr einer orientierenden jedoch richtungssicheren Einordnung und liefern zudem Anhaltspunkte für mögliche Optimierungspotenziale im Verpackungslebensweg.

Die Umweltbewertung erfolgte über eine ökobilanzielle Wirkungsabschätzung anhand der Umweltkategorien Klimawandel, terrestrische Eutrophierung, aquatische Eutrophierung, Versauerung, kumulierter Energieaufwand sowie kumulierter Rohstoffaufwand. Die Wirkungskategorien sind im Kapitel 4 erläutert. Als Darstellungsform wurden für jede Verpackungslösung die Ergebnisse zum Klimawandel in Form von Staffebalken dargestellt, anhand derer die Beiträge der einzelnen Verpackungsmaterialien/-bestandteile bzw. Lebenswegabschnitte ersichtlich sind. Ein weiterer Balken zeigt die über eine thermische oder stoffliche Verwertung erzielbaren Energiegutschriften (negative Werte). Der Saldo aus beiden Balken ist in einem dritten, grau-gefärbten Balken als Netto-Ergebnis ersichtlich (siehe dazu die Grafiken in den jeweiligen Kurzauswertungen). Die Ergebnisse aller Vergleichsszenarien beziehen sich immer auf den Verpackungsbedarf als Masse, der für die Bereitstellung einer definierten Produktfunktion erforderlich ist. Zur besseren Nachvollziehbarkeit der zugrundeliegenden Verpackungsspezifikationen und ggf. auch der Annahmen zur Distribution sind

diese in den Kurzauswertungen tabellarisch dokumentiert. Während die Ergebnisse zum gesellschaftlichen Leitindikator Klimawandel detailliert dargestellt sind, werden die Ergebnisse aller betrachteten Umweltkategorien in der Kurzauswertung über eine weitere grafische Abbildung in eine Gesamtzusammenschau gebracht.

Im BMBF-Programm „Plastik in der Umwelt“ kommt der Frage der Verminderung des Plastikeintrags in die Umwelt eine besondere Bedeutung zu. Deswegen wurden im Rahmen der Bilanzierung mit der „Verpackungsintensität“ und dem „Verpackungsabfall“ zwei weitere Indikatoren ausgewählt und betrachtet. Dabei adressiert „Verpackungsintensität“ die Art und Menge an Verpackungsmaterialien, die je funktioneller Einheit in Umlauf gebracht werden, und „Verpackungsabfall“ das Verpackungsaufkommen, das im Anschluss an die Nutzungsphase nicht in den Werkstoffkreislauf zurückgeführt wird. Auch hierzu findet sich in den Kurzauswertungen ein tabellarischer Anhang.

Beide Indikatoren werden im Vergleich der innerhalb einer Produktgruppe betrachteten Verpackungsvarianten ausgewertet und mit „gering“ (grün), „mittel“ (orange) und „hoch“ (rot) eingestuft. Diese Einstufung wird über einen Farb- und Symbolcode mit den Ergebnisbalken zum Klimawandel zusammengeführt, um die beiden Wirkpfade Umwelt und Abfall für die Gesamtbewertung in eine kondensierte Zusammenschau zu bringen (bezüglich der konkreten Umsetzung siehe Kurzauswertungen).

Im Vorhaben wurden ergänzend zur Übersichtsökobilanz und Abfallbilanzierung bei den Praxispartnern via Fragebogen Informationen zu den Implikationen einer Umstellung auf neue Verpackungsalternativen abgefragt. Bezugspunkt war hierbei wieder der definierte Referenzfall je Produktgruppe. Der Umfang der Abfrage war zu gering für eine statistische Analyse der Antworten. Die Einträge in den Fragebögen wurden daher so ausgewertet, dass zunächst je ausgefülltem Fragebogen eine Verschriftlichung der zumeist über Auswahlfelder angekreuzten Antworten angefertigt wurde. Die verschriftlichen Aussagen je Praxispartner wurden dann für die jeweiligen Produktgruppen zusammengeführt. Die so abgeleiteten Kernaussagen wurden in den Kurzauswertungen im Aufzählmodus ohne eine weitere Bewertung seitens der Verbundpartner dokumentiert. Sie ergänzen die Aspekte Umwelt und Abfall um praxisrelevante Hinweise und Überlegungen, die im Abwägungsprozess einer Um- bzw. Neugestaltung einer Verpackungsstrategie ebenfalls Berücksichtigung finden müssen.

3 Festlegung der Produkte und Verpackungsvarianten

Innerhalb der eingangs genannten vier Warengruppen wurden Produktgruppen bzw. Produkte ausgewählt, die im Rahmen der Übersichtsökobilanzen hinsichtlich ihrer Verpackungen untersucht werden sollten. Bei der Auswahl der Produkte wurde angestrebt, dass diese bei möglichst vielen Praxispartnern gehandelt werden, und dass unterschiedliche Anforderungen an die Verpackungen aus Sicht des Produktschutzes (z.B. Haltbarkeit) berücksichtigt werden können.

Die Festlegung der zu bilanzierenden Verpackungslösungen erfolgte in Abstimmung mit den Praxispartnern sowie auf Basis der Erfahrungen der als Verbundpartner beteiligten Institute. Dabei wurde zunächst ein Referenzfall festgelegt, der den etablierten und zum Entscheidungszeitpunkt bzgl. der zu betrachtenden Verpackungslösungen am häufigsten vorfindbaren Anwendungsfall darstellt. Darüber hinaus wurden Varianten definiert, die als Alternativlösungen zum Referenzfall im

Handel entweder ebenfalls schon im Angebot waren oder deren Einführung geplant war bzw. unmittelbar bevorstand.

Tab. 1 gibt eine Übersicht über die untersuchten Verpackungslösungen unterteilt nach Produktgruppen. Letztere sind jeweils durch die graue Hinterlegung hervorgehoben. Zu jeder Produktgruppe gibt es eine eigene Kurzauswertung, in der die einzelnen Verpackungslösungen noch etwas genauer beschrieben sind.

Tab. 1: Auswahl der Varianten

| Referenzfall & Varianten | Verpackungssystem |
|---|---|
| Verpackungen für Handwaschseife | |
| Referenzfall | Einweg-Spender aus Primär-Kunststoff für flüssige Seife |
| Variante 1 | Einweg-Spender aus Kunststoff mit Rezyklatanteil für flüssige Seife |
| Variante 2 | Unverpackt-Lösung für flüssige Seife |
| Variante 3 | In Karton verpackte feste Seife |
| Variante 4 | Papierwickler für feste Seife |
| Variante 5 | Unverpackt-Lösung für feste Seife |
| Verpackungen für Textilwaschmittel | |
| Referenzfall | Primär-Kunststoffflasche für Flüssigwaschmittel |
| Variante 1a/b | Unverpackt-Lösung für Flüssigwaschmittel (Variation: Bereitstellung der Mehrwegflasche zum Abfüllen durch Handel oder Kundschaft) |
| Variante 2 | Standbodenbeutel für Flüssigwaschmittel |
| Variante 3 | Kunststoffflasche mit Rezyklatanteil für Flüssigwaschmittel |
| Variante 4 | Kartonverpackung für Waschpulver |
| Variante 5 | Kunststoffbeutel aus Verbundmaterial für Waschpulver |
| Verpackungen für Käse | |
| Referenzfall | Schale aus Primärkunststoff zur Verpackung von Käse aus dem Kühlregal |
| Variante 1a | Polyethylen-Folie zur Verpackung von Käse an der Frischetheke |
| Variante 1b | Papier-Polyethylen-Folie zur Verpackung von Käse an der Frischetheke |
| Variante 2 | Verwendung einer vom Handel gestellten Pfand-Mehrwegkunststoffbox zur Verpackung von Käse an der Frischetheke |
| Variante 3 | Unverpackt: Verwendung einer von der Kundschaft mitgebrachten Mehrwegkunststoffbox zur Verpackung von Käse an der Frischetheke |
| Variante 4 | Kunststoff-beschichtetes Papiertray zur Verpackung von Käse aus dem Kühlregal |
| Verpackungen für Tomatenpassata | |

| Referenzfall & Varianten | Verpackungssystem |
|--|---|
| Referenzfall | Einwegglas |
| Variante 1 | Verbundkarton |
| Variante 2 | Pfand-Mehrwegglas |
| Verpackungen für Mandeln | |
| Referenzfall | Einweg-Kunststoffverbundbeutel aus primärem Kunststoff |
| Variante 1a/b | Unverpackt-Lösungen (Variation: Anlieferung der Mandeln in Papiersack oder MW-Eimer) |
| Variante 2 | Pfand-Mehrwegglas |
| Verpackungen für Damenkleider | |
| Referenzfall | Kleiderbügel aus Metall |
| Variante 1 | Kleiderbügel aus Primärkunststoff (Polystyrol=PS) |
| Variante 2a/b/c | Kleiderbügel aus Rezyklatkunststoff (PS) (Varianten: min. closed-loop, max. closed-loop, open loop) |
| Variante 3a/b/c | Kleiderbügel aus einem Compound (Varianten in der Materialauswahl und Entsorgung/Kreislaufführung) |
| Versandverpackungen für Damen-T-Shirt | |
| Referenzfall | EW-Versandkarton aus einwelliger bzw. zweiwelliger Wellpappe |
| Variante 1 | Mehrweg-Versandbox |
| Variante 2a/b/c | Mehrweg-Versandbeutel (Variationen Materialauswahl (PP oder rPP) und Umlaufzahlen) |
| Variante 3a/b | Einweg-Versandbeutel aus PE oder rPE |
| Verpackungen für Kopierpapier | |
| Referenzfall | Rieseinschlag aus Papier mit Kunststoffbeschichtung (Varianten: mit und ohne Recycling) |
| Variante 1 | Rieseinschlag aus Polyethylenfolie |
| Variante 2 | Rieseinschlag aus Recyclingpapier |

4 Verwendete Umweltindikatoren

Die Umweltbewertung erfolgte über eine ökobilanzielle Wirkungsabschätzung anhand der Umweltkategorien Klimawandel, terrestrische Eutrophierung, aquatische Eutrophierung, Versauerung, kumulierter Energieaufwand durch nicht erneuerbaren Energieträger (KEA, nicht erneuerbar) sowie kumulierter Rohstoffaufwand.

Die ausgewählten Kategorien sind sowohl in Bezug auf die Qualität der den Verpackungsbilanzen hinterlegten Sachbilanzdaten als auch hinsichtlich des Stands der Methodendiskussion bei der ökobilanziellen Wirkungsabschätzung als gut belastbar einzustufen. Damit kommen sie für die Anwendung in den hier durchgeführten Übersichtsökobilanzen bevorzugt in Frage, da eine differenzierte Auseinandersetzung mit der Aussagekraft einer umfänglicheren Liste an unterschiedlichen Wirkungskategorien im Rahmen der Übersichtsökobilanzen nicht möglich ist.

Die ausgewählten Kategorien beziehen sich sowohl auf luftbürtige und wasserbürtige Emissionen als auch auf ressourcenbezogene Aspekte und werden in der Folge kurz beschrieben. Die bei jeder Wirkungskategorie genannten Wirkungskategorie-Indikatoren beruhen auf UBA-Texte 19/2016.

4.1 Klimawandel

Die Wirkungskategorie Klimawandel steht für die direkten und indirekten Umweltwirkungen der anthropogenen Erwärmung der Erdatmosphäre. Die physikalische Grundlage hierfür bildet der sogenannte Treibhauseffekt. Die Emission anthropogener Treibhausgase führt zu einer Verstärkung des Strahlungsantriebs und zu einer unausgeglichenen Strahlungsbilanz der Erde. Als Wirkungskategorie-Indikator wird das vom IPCC entwickelten „Global Warming Potential“ (GWP) für den Zeithorizont von 100 Jahren (IPCC 2013), ausgedrückt in kg CO₂-e/funktionelle Einheit, herangezogen.

4.2 Versauerung

Die Wirkungskategorie Versauerung beschreibt die Veränderung des Säure-Base-Gleichgewichts aquatischer und terrestrischer Ökosysteme durch Emissionen von Säurebildnern und Säuren. Betroffen sind Pflanzen (z.B. Wurzelschäden, Blatt-/Nadelschäden), Tiere (z.B. Fische) und Ökosysteme insgesamt (z.B. erhöhte Auswaschung von Nährstoffen und Schwermetallen aus Böden). Als Wirkungskategorie-Indikator kommt das Versauerungspotential nach Heijungs et al. (1992) in der Einheit SO₂-Äquivalente/funktionelle Einheit zur Anwendung.

4.3 Eutrophierung und Sauerstoffzehrung

Die Wirkungskategorie Eutrophierung und Sauerstoffzehrung beschreibt die übermäßige Zufuhr von Pflanzennährstoffen (anorganische Phosphor- und Stickstoffverbindungen, abgekürzt P und N) in Gewässer und Böden. Die primäre Konsequenz von erhöhter Nährstoffzufuhr ist ein verstärktes Pflanzenwachstum. Eine potenzielle Überproduktion an Biomasse kann das Gleichgewicht von Nahrungsketten beeinflussen, was Konsequenzen für Tiere, Pflanzen und die Funktionsfähigkeit von Ökosystemen zur Folge haben kann. Sowohl aquatische als auch terrestrische Ökosysteme werden auf unterschiedliche Weise durch Nährstoffeinträge beeinflusst. Gesteigerte Biomasseproduktion in terrestrischen Ökosystemen kann sich dauerhaft nachteilig auf die Verfügbarkeit von Wasser und anderen Elementen außer Stickstoff auswirken. So werden unter Umständen Arten, die auf nährstoffarme Bedingungen spezialisiert sind, verdrängt. Aquatische Ökosysteme werden in erster Linie durch die Überproduktion von Biomasse (Algenwachstum) gestört, was mit Sekundäreffekten wie Sauerstoffzehrung verbunden sein kann. Neben Phosphor- und Stickstoffverbindungen trägt auch der Eintrag von organischem Kohlenstoff zur Störung des Sauerstoffgehalts bei. Der Chemische Sauerstoffbedarf (CSB) wird als Maß für den Eintrag von organischem Kohlenstoff verwendet.

Als Wirkungskategorie-Indikatoren kommt das terrestrische und das aquatische Eutrophierungspotential nach Heijungs et al. (1992) als $\text{kg PO}_4^{3-}\text{-e/funktionelle Einheit}$ zur Anwendung.

Zur Vereinfachung werden potenzielle Einflüsse von atmosphärischem Stickstoffeintrag auf oligotrophe Gewässer in der Wirkungskategorie terrestrische Eutrophierung mitbetrachtet.

4.4 Ressourcenbeanspruchung

Unter der Wirkungskategorie Ressourcenbeanspruchung werden Energie- und Primärrohstoffe als Inputressourcen zusammengefasst. Die Identifizierung eines Schutzgutes, welches eindeutig ein Umweltproblem adressiert, stellt sich als schwierig dar. Die Zielsetzung der intra- und intergenerativen Gerechtigkeit ist für eine Nachhaltigkeitsbewertung zu begrüßen, würde konsequenterweise den Untersuchungsrahmen einer Ökobilanz allerdings um sozioökonomische Nachhaltigkeitskriterien erweitern. Die vorgeschlagene Methode von Giegrich et al. (2012) verfolgt deshalb einen Ansatz, in dem das Rechtsverständnis als Begründung des Schutzgutinteresses herangezogen wird. Da es bislang kein spezifisches Ressourcenschutzrecht in Deutschland gibt, wird in Giegrich et al. (2016) auf das Staatsziel des Schutzes der natürlichen Ressourcen (als natürliche Lebensgrundlagen) verwiesen. Zur Abbildung von Schadwirkungen für das Schutzziel „Erhalt von Primär- und Energierohstoffen“ wird der Indikator „Verlustgrad von Materialien bzw. Rohstoffen“ vorgeschlagen. Die teilweise noch zu definierenden Charakterisierungsfaktoren beschreiben die dissipative oder destruktive Rohstoffnutzung und damit den Verbrauch von Rohstoffen. Der Ansatz bezieht sich auf den Abbau von mineralischen Rohstoffen, Metallen, fossilen Brennstoffen und biotischen Ressourcen. Die Datenbasis ist der Kumulierte Rohstoffaufwand (KRA) in kg.

4.5 Primärenergiebedarf

In dieser Kategorie werden die verbrauchten Primärenergieträger betrachtet, zum einen als Gesamtenergiebedarf „Kumulierter Energieaufwand, KEA gesamt“, wobei der Energiehalt aller verbrauchten fossilen, nuklearen und erneuerbaren Energieträger (einschließlich Biomasse) summiert wird.

Neben dem Gesamtbedarf können auch bestimmte Anteile herausgestellt werden, wie der in den Kurzauswertungen betrachtete Anteil an nicht-erneuerbaren Ressourcen „KEA nicht-erneuerbar“. Hierunter werden alle verbrauchten Primärenergieträger zusammengefasst, welche auf nicht-erneuerbaren („endlichen“) Ressourcen beruhen, also fossile und nukleare.

5 Literatur

UBA-Texte 19/2016: Umweltbundesamt. Berlin (Hrsg.) (2016): Prüfung und Aktualisierung der Ökobilanzen für Getränkeverpackungen. UBA-Texte 19/2016. Berlin

ISO 14040: Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework (ISO 14040:2006); German and English version EN ISO 14040:2006.

ISO 14044: Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines (ISO 14044:2006); German and English version EN ISO 14044:2006

- JRC (2011): European Commission-Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability (2011): International Life Cycle Data System (ILCD) Handbook – Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context. First Edition November 2011. EUR 24571 EN. Luxemburg. Publications Office of the European Union.
- IPCC (2013) Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- Heijungs et al. (1992) Heijungs R., Guinée J., Lankreijer RM., Udo de Haes HA., Wegener Sleeswijk. (1992): Environmental life cycle assessment of products – Guide. Novem, rivm, Centre of Environmental Science (CML), Leiden, The Netherlands
- Giegrich et al. (2016): Giegrich, J., Lauwigi, C., Vogt, R., Kämper, C., Franke, B. (2016): Konzeption für eine Ressourcenverbrauchspflichtkennzeichnung für Produkte. UBA-Texte 81/2016, Dessau-Roßlau
- Giegrich et al. (2012) Giegrich, J.; Liebich, A.; Lauwigi, C.; Reinhardt, J. (2012): Indikatoren / Kennzahlen für den Rohstoffverbrauch im Rahmen der Nachhaltigkeitsdiskussion; UBA Texte 01/2012 Dessau/Rosslau

GEFÖRDERT VOM



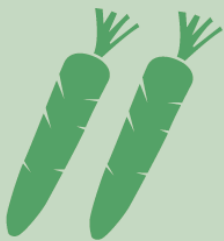
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FONA
Sozial-ökologische Forschung

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

**Plastik
in der Umwelt**
Quellen • Senken • Lösungsansätze

www.plastik-reduzieren.de



i|ö|w
INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG



INSTITUT FÜR ENERGIE-
UND UMWELTFORSCHUNG
HEIDELBERG



INNOREDUX
plastik-reduzieren.de