S. Feifel
W. Walk
S. Wursthorn
L. Schebek
(Hrsg.)

Ökobilanzierung 2009

Ansätze und Weiterentwicklungen zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit

KIT Scientific Publishing

Ökobilanzierung 2009 – Ansätze und Weiterentwicklungen zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit

Tagungsband Ökobilanz-Werkstatt 2009 —
Campus Weihenstephan, Freising, 5. bis 7. Oktober 2009

S. Feifel,
W. Walk ,
S. Wursthorn,
L. Schebek
(Hrsg.)

KIT Scientific Publishing

Impressum

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
KIT Scientific Publishing
Straße am Forum 2
D-76131 Karlsruhe
www.uvka.de

KIT – Universität des Landes Baden-Württemberg und nationales
Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft

Diese Veröffentlichung ist im Internet unter folgender Creative Commons-Lizenz
publiziert: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/de/

KIT Scientific Publishing 2009
Print on Demand

Gedruckt auf Recyclingpapier

ISBN: 978-3-86644-421-8

Inhaltsverzeichnis

Walter Klöpffer, LCA Consult & Review, Frankfurt am Main

Wirkungsabschätzungsmethoden und Querverbindungen – Unterschiede zum Risk Assessment 1

Michael Srocka, GreenDeltaTC GmbH, Berlin

openLCA: Open Source Software für Life Cycle Assessments – Stand und Weiterentwicklung..... 11

Mario Schmidt, Hochschule Pforzheim

Die Allokation in der Ökobilanzierung vor dem Hintergrund der Nutzenmaximierung..... 21

Heinz Stichnothe, University of Manchester/ von Thünen-Institut, Braunschweig

Carbon Footprint - Der britische „Standard“ PAS 2050 im Spiegel der Ökobilanz-Methodik und weitere Normierungsbestrebungen..... 39

Tobias Viere, Andreas Möller und Martina Prox, Leuphana University of Lüneburg

Materialflusskostenrechnung – ein Ansatz für die Identifizierung und Bewertung von Verbesserungen in der Ökobilanzierung 45

Holz als Ressource

Silke Feifel, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Systemanalytische Betrachtung der energetischen und stofflichen Nutzung forstlicher Ressourcen in Deutschland – das Beispiel der leichten Plattenwerkstoffe 55

Janine Fischbach, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Integrierte Nachhaltigkeitsanalyse für Prozessketten ausgewählter Energieholzprodukte . 61

Anne Rödl, von Thünen-Institut, Hamburg

Bewirtschaftung von Kurzumtriebsplantagen – eine ökologische und ökonomische Optimierung 71

Stefan Diederichs, von Thünen-Institut, Hamburg

Ökobilanz Basisdaten für Bauprodukte aus Holz 79

LCA im betrieblichen Rahmen

Benjamin Boehnke, Volkswagen AG, Wolfsburg

Stoffstrommanagement zur ökologischen und ökonomischen Bewertung von Produktionsprozessketten 85

Boris Dresen, Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen; Melanie Herzog, RWTH Aachen

Carbon Footprint von Produkten (CFP) – Bilanzierung in kleinen und mittleren Unternehmen 91

Heidi Hottenroth, Hochschule Pforzheim; Martin Schottler, M+W Zander FE GmbH

Behandlung von NMVOC-Abgasen in der Halbleiterbauelement- und Solarzellenfertigung – gesamtökologisch sinnvoll? 97

Allokation und Systemraumerweiterung

Maria Bystricky, Gabriele Weber-Blaschke, TU München

Die Nutzenkorbmethode als Ansatz zum Vergleich der Strom-, Wärme- und Kraftstoffproduktion aus Energiepflanzen 105

Hildegund Mötzl, IBO und BOKU, Wien

Entsorgung von Gebäuden und Gebäudekomponenten – Methodische Fragestellungen 113

Wolfgang Walk, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Softwareunterstützung zur Erteilung von Verwertungs-Gutschriften in „attributiven" Ökobilanzen 117

Bewertung der Ressourceninanspruchnahme Wasser und Land

Georg Schöner, BASF SE und Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Bewertung des Wasserverbrauchs in der Ökoeffizienz-Analyse der BASF 125

Annekatrin Lehmann, TU Berlin und Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Qualitative und quantitative Indikatoren zur Nachhaltigkeitsbewertung (eines integrierten Wasserressourcenmanagementsystems in einer indonesischen Karstregion)..... 131

Barbara Urban, von Thünen-Institut, Braunschweig

Biologische Vielfalt in Ökobilanzen – vom Konzept zur Umsetzung 139

Sebastian Schmuck, Universität Duisburg-Essen

Entwicklung eines Verfahrens zur ökobilanziellen Bewertung von Adaptationsmaßnahmen an den Klimawandel 145

Material- / Produktinnovationen: entwicklungsbegleitendes LCA

Kristian Kuhlmann, RWTH Aachen

Total Efficiency Control – Ressourceneffiziente Werkzeuge stärken den Werkzeugbau .. 151

Timo Fleschutz, Technische Universität Berlin

Berücksichtigung der ökologischen Dimension in Investitionsentscheidungen bei Montageanlagen 157

Max Marwede, Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT), Berlin

Rückführung strategischer Metalle – Schließen von Stoffkreisläufen durch Recycling 167

Barbara Brüggemann, Bergische Universität Wuppertal

Verfahrens- und Produktentwicklung für die Vulkanfiberproduktion – ein Anwendungsfeld für Ökobilanzen 173

Eva Zschieschang, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Beiträge der Mikroverfahrenstechnik zu einer nachhaltigen Energieversorgung – eine Systemanalyse 179

Nico Pastewski, Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart

Einsatz neuer Technologien zur ressourceneffizienzorientierten Produktoptimierung 185

Methodenerweiterung: LCA und darüber hinaus

Daniela Kölsch, BASF SE und Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Sozioökonomische Bewertung von Chemikalien unter REACh 193

Robert Ilg und Jan Paul Lindner, Universität Stuttgart

Vernetzungsmöglichkeiten von LCA und MFA – Nutzung von Synergieeffekten beider Methoden 199

Kathy Reimann, Technische Universität Berlin

Suitability of process-based LCA, input-output LCA, MFA and hybrid approaches for policy and decision making support 207

Kyra Seibert, Süddeutsches Kunststoff-Zentrum, Würzburg

Lebenszyklusmanagement für KMU der kunststoffverarbeitenden Industrie am Beispiel Holz/Kunststoff-Verbundwerkstoffe 211

Britta Stratmann, Öko-Institut e.V., Freiburg

Analyse der Umweltauswirkungen der Kaffeezubereitung mittels verschiedener Zubereitungssysteme 219

LCA Datenformate und Datenaustausch

Kristian Jurić, Universität Wien

pb2es – Konvertierung von Sachbilanzdaten einer öffentlichen Online-Datenbank in ein übliches Datenaustauschformat 225

Oliver Kusche, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

International Reference Life Cycle Data Format – Stand und Perspektiven für eine verteilte Datenhaltung 231

LCA über Nutzung und Anbau biogener Energierohstoffe

Elisa Dunkelberg, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin

Umweltbewertung von Biokraftstoff-Systemen: eine kritische Analyse von Annahmen und Systemgrenzen 239

Maria Stenull, Universität Stuttgart

Treibhausgaspotenzial des Energiepflanzenanbaus für Biogasanlagen 245

Torsten Mielecke, Technische Universität Darmstadt

Der Baustoff Holz als CO2-Senke. Ist das möglich? 253

Katharina Edler, Frank Schuchardt, Ulf Prüße, von Thünen-Institut, Braunschweig

Vergleichende Ökobilanz eines fermentativ produzierten Chemie-Rohstoffes aus verschiedenen Biomassen 259

Datenqualität und Datenaktualität

Frank Ritter, Technische Universität Darmstadt

Generierung von Lebensdauerkennwerten 265

Sibylle Wursthorn, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Nutzung von EPER Daten für die produktbezogene Umweltbewertung 271

Die Ökobilanz-Werkstatt 2009 als Diskussionplattform 279

Nutzung von EPER Daten für die produktbezogene Umweltbewertung

Sibylle Wursthorn, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

1 Einleitung

Essentielle Voraussetzung für die Erstellung von Ökobilanzen ist die Verfügbarkeit von zuverlässigen und aktuellen Sachbilanzdaten. Derzeit werden bei der Erstellung von Ökobilanzen für sogenannte Hintergrundprozesse als Datengrundlage üblicherweise Daten aus spezifischen Sachbilanz-Datenbanken angewendet. Diese Daten wurden teilweise vor einiger Zeit erhoben und können dadurch veraltet sein bzw. beruhen teilweise auf einzelnen Anlagen und sind für den entsprechenden Prozess möglicherweise nicht repräsentativ. In manchen Bereichen bestehen außerdem Lücken hinsichtlich existierender Sachbilanzdaten.

Demgegenüber stehen Daten, die im Rahmen von internationalen Berichtspflichten von Firmen erhoben und die durch die gesetzlichen Rahmenbedingungen regelmäßig aktualisiert werden müssen. Zu diesen Berichtspflichten gehört das Europäische Schadstoffemissionsregister, EPER.

Im Rahmen dieses Beitrags sollen gezeigt werden, welche Herausforderungen mit der Nutzung von EPER-Daten für die produktbezogene Umweltbewertung, im Sinne der Ökobilanz, verbunden sind.

2 Produktbezogene Umweltbewertung

Nach der Definition von [Wenzel 1997, S. 25] bewertet die produktbezogene Umweltbewertung die Umweltfreundlichkeit eines Produktes, durch die Definition und Quantifizierung der Dienstleistung, welche durch ein Produkt bereitgestellt wird, sowie die damit verbundene Umweltveränderung. Diese Umweltveränderung wird durch die Art, wie diese Dienstleistung bereitgestellt und genutzt wird, verursacht. Die Beschreibung dieser Veränderungen und deren potenzielle Wirkungen sind Teil der Umweltproduktbewertung.

Es stehen unterschiedliche Instrumente zur Verfügung, mit denen die Umweltbewertung von Produkten vorgenommen wird. Die Ökobilanz, welche nach der ISO 14040 [DIN 2006] genormt ist, stellt ein etabliertes Instrument zur Umweltproduktbewertung dar.

Für die Erstellung der Sachbilanz der Ökobilanz werden Daten benötigt. Obwohl die Verfügbarkeit von Sachbilanzdaten durch Datenbanken und öffentlich zugängliche Daten deutlich gestiegen ist, bestehen in einigen Bereichen Datenlücken. Eine Studie [Swedish Environmental Protection Agency 2003, S.123] ist zu dem Ergebnis gekommen, dass die offiziellen Datenquellen nicht umfassend sind, sondern dass vielmehr für viele Produktgruppen keine Sachbilanzdaten existieren. Zusätzlich werden erhobene Sachbilanzdaten für generische Daten nicht regelmäßig aktualisiert und vorhandene Sachbilanzdaten weisen nicht die entsprechende Repräsentativität auf, die für generische Daten notwendig ist. Nach [Klöpffer 2009, S. 133 ff.] sind generische Daten Mittelwerte oder repräsentative Einzelwerte und werden oft für Hintergrundsysteme verwendet.

3 Datengrundlagen

Im Rahmen dieses Beitrages soll gezeigt werden, inwieweit öffentlich zugängliche Daten aus der Umweltberichterstattung herangezogen werden können, um eine Verbesserung von Sachbilanzdaten für generische Daten zu erreichen bzw. welche Herausforderungen damit verbunden sind.

Das Europäische Schadstoffemissionsregister (EPER) [UBA 2008a] bzw. das Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister (PRTR) [UBA 2008b] werden als vielversprechende öffentliche Datenquellen für diese Fragestellung identifiziert. EPER hat seine gesetzliche Grundlage in der IVU-Richtlinie [Europäische Kommission 2000] der Europäischen Union und stellt entsprechend eine europäische Berichterstattung dar. Es handelt sich dabei um eine Informationspflicht für Firmen: alle 3 Jahre müssen diese die Jahresemissionen für definierte Schadstoffe in Wasser und Luft berichten. Erfasst werden in EPER alle Kategorien von industriellen Tätigkeiten, die im Anhang I der IVU-Richtlinie benannt werden, wenn Schwellenwerte für die einzelnen Schadstoffe überschritten werden. In EPER werden Emissionsmengen zu 50 Schadstoffe (37 in Luft und 26 in Wasser) berichtet. EPER läuft jedoch mit dem Berichtsjahr 2004 aus und wird durch das PRTR ersetzt, was in verschiedenster Hinsicht (z.B. berichtete Schadstoffe, Häufigkeit der Berichtspflicht) eine Erweiterung von EPER darstellt. Die im Folgenden beschriebene Vorgehensweise ist auf die PRTR-Daten übertragbar.

4 Bestimmung relevanter Wirtschaftszweige bzw. -klassen hinsichtlich der Umweltwirkungen

Im Rahmen der Prüfung einer Nutzbarkeit der EPER-Daten für die produktbezogene Umweltbewertung soll gewährleistet werden, dass den Anwendern Daten zur Verfügung stehen bzw. Daten in Bereichen ermittelt werden, die hinsichtlich der Umweltbelastung der Produktion, d.h. des produzierenden Gewerbes, in Deutschland relevant sind. Relevante Wirtschaftsbereiche hinsichtlich der Umweltwirkungen werden im Folgenden identifiziert.

Für die Bestimmung der relevanten Wirtschaftszweige werden die relativen Umweltwirkungen durch das Verhältnis von Umweltwirkungen zu ökonomischer Performance ermittelt. Die Umweltwirkungen werden basierend auf den EPER-Daten [UBA 2008a] bestimmt; diese werden mit Hilfe der Wirkungsabschätzungsmethode Eco-indicator 99 [Goedkoop 2001] aggregiert und bewertet. Als ökonomischer Parameter werden Daten zum Umsatz [Statistisches Bundesamt 2002] genutzt. Für einige dieser als relevant identifizierten Wirtschaftsklassen (siehe Tabelle 1) soll geprüft werden, ob mit Hilfe von EPER-Daten Verbesserung im Rahmen der Sachbilanz erarbeitet werden können.

		NACE	
90%	80%	26.51	Herstellung von Zement
		26.52	Herstellung von Kalk
		40.30	Wärmeversorgung
		27.43	Erzeugung und erste Bearbeitung von Blei, Zink, Zinn
		01.23	Haltung von Schweinen
		40.11	Elektrizitätserzeugung
		26.11	Herstellung von Flachglas
		21.11	Herstellung von Holz- und Zellstoff
		24.15	Herstellung von Düngemitteln, Stickstoffverb.
		24.13	Herstellung von sonst. Anorg. Grundstoffen, Chemikalien
		01.24	Haltung von Geflügel
		23.10	Kokerei
		14.12	Gewinnung Kalk-, Gipsstein, Anhydrit, Dolomit, Kreide
		26.53	Herstellung von gebranntem Gips
		26.13	Herstellung von Hohlglas
		27.10	Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen
		24.11	Herstellung von Industriegasen
		24.12	Herstellung von Farbstoffen und Pigmenten
		90.02	Abfallbeseitigung
		11.20	Erbringung Dienstleistungen für Erdöl-, Erdgasbergbau
		26.82	Herstellung sonst. Erzeug. nichtmetallischen Mineralien
		15.83	Herstellung von Zucker
		27.44	Erzeugung und erste Bearbeitung von Kupfer

Tab. 1: Bestimmung relevanter Wirtschaftsklassen

5 Produktzuordnung und Generieren von Emissionsfaktoren

Um Daten aus dem Europäischen Schadstoffemissionsregister (EPER) für die Ökobilanzierung nutzen zu können, müssen die Rahmenbedingungen unter denen diese Daten bzw. für welchen Zweck sie erhoben werden, berücksichtigt werden. Hierfür ist zu beachten, dass Daten aus dem Europäischen Schadstoffemissionsregister grundsätzlich andere Systemgrenzen haben als Sachbilanzdaten der Ökobilanz. Folglich müssen Emissionsdaten aus EPER, um sie als Datengrundlage für die Ökobilanzierung heranziehen zu können, an die systemischen Anforderungen der Ökobilanz angepasst werden. Dabei liegt die grundsätzliche Herausforderung in der Tatsache begründet, dass in EPER die Emissionsdaten von Anlagen bzw. Firmen standortbezogen erhoben und bereitgestellt werden, während die Ökobilanz als produktbezogenes Bewertungsinstrument produktbezogene Daten benötigt. Die Emissionsdaten in EPER sind nach der wirtschaftszweigbezogenen Systematik der NACE Klassifizierung [Rat der Europäischen Gemeinschaften 1990, Europäisches Parlament 2006] geordnet. Um EPER-Daten für eine produktbezogene Umweltbewertung nutzen zu können, sind die im Folgenden genannten Herausforderungen zu beachten.

Die EPER-Daten sind hinsichtlich der Zuordnung der Emissionen zu Wirtschaftsklassen nach Haupttätigkeiten geordnet, d.h. entsprechend der Fachterminologie wird eine institutionelle Zuordnung vorgenommen. Damit werden die standortbezogenen Emissionen in EPER der wirtschaftlichen Haupttätigkeit zugeordnet, unabhängig davon ob die produzierten Produkte dieser wirtschaftlichen Haupttätigkeit angehören. Im Unterschied dazu wird für die Sachbilanz eine funktionelle Zuordnung der Emissionen nach Produkten, Produkt- oder Gütergruppen benötigt.

Eine weitere Herausforderung einer Nutzung der EPER-Daten für die Sachbilanz ist die fehlende funktionelle Einheit bzw. der fehlende Referenzfluss zu den Emissionsdaten, da in EPER ausschließlich Emissionsmengen berichtet werden. Ein für die Ökobilanz benötigter Bezug zu einer funktionellen Einheit, wie beispielsweise produzierte Mengen, Wert der produzierten Ware, Betriebgröße, Kapazitäten bzw. Auslastung wird in EPER nicht gegeben.

Im Folgenden sollen erste Ansätze diskutiert werden, wie mit diesen Herausforderungen umgegangen werden kann.

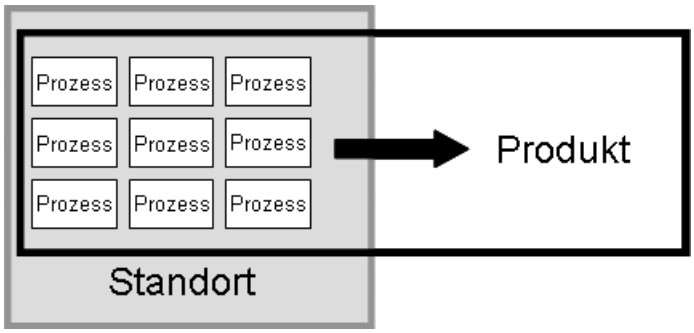

Abb. 1: Herstellen eines Produktbezuges durch Allokation der wirtschaftlichen Haupttätigkeit zu dem Hauptprodukt eines Standortes

Da für die EPER-Daten kein Produktbezug bzw. keine funktionelle Einheit vorhanden ist, muss dieser für eine Nutzung der Daten im Rahmen der Umweltproduktbewertung erarbeitet werden. Um einen Produktbezug herzustellen wird mit Hilfe der zur Verfügung gestellten Wirtschaftklassifikation eine Produktzuordnung zum Hauptprodukt der Wirtschaftsklasse vorgenommen. Damit werden alle an dem Standort anfallenden Emissionen diesem Hauptprodukt zugeordnet (siehe Abb. 1). Um generische Daten zu ermitteln werden die Emissionsmengen der Hauptprodukte einer Güterklasse aufsummiert und auf die gesamte Produktionsmenge der entsprechenden Güterklasse bezogen. Somit kann ein Emissionsfaktor für die Güterklasse ermittelt werden. Diese Emissionsfaktoren werden durch einen Vergleich der Ergebnisse mit bestehenden Sachbilanzdaten, beispielsweise aus der Datenbank ecoinvent [Ecoinvent 2008] bzw. in Einzelfällen mit Daten aus den Emissionserklärungen nach der 11. BImSchV [BMU 2007, BMU 2004] entsprechend validiert.

Grundsätzlich wird durch eine Produktzuordnung der EPER-Daten zu dem Hauptprodukt der Wirtschaftsklasse die Problemstellung einer Verzerrung aufgrund der institutionellen Zuordnung der EPER-Daten zu Wirtschaftsklassen nicht beantwortet. Es müsste entsprechend Abb. 2 ein Produktbezug über eine Überleitung von institutioneller zu funktionaler Zuordnung vorgenommen werden. Für diese Überleitung werden zusätzliche Daten benötigt, die derzeit ermittelt werden und eine funktionale Zuordnung der EPER-Daten ermöglichen.

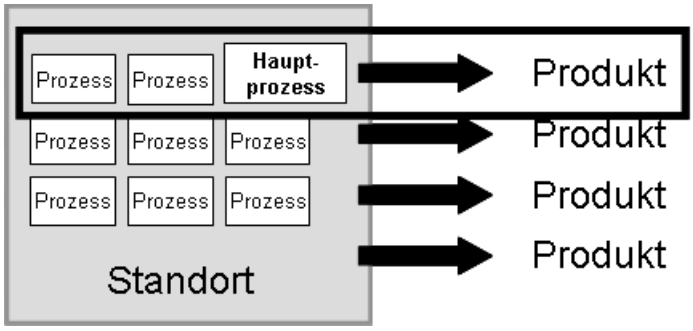

Abb. 2: Herstellen eines Produktbezuges über eine Überleitung von institutioneller zu funktionaler Zuordnung

6 Zusammenfassung und Ausblick

Hinsichtlich der Nutzung von EPER-Daten für die produktbezogene Umweltbewertung besteht die grundsätzliche Herausforderung, dass EPER-Daten einen Standortbezug aufweisen, während die Ökobilanz einen Produktbezug hat. Damit muss eine Überleitung der Daten von institutioneller zu funktionaler Zuordnung erfolgen. Dies ist mit der derzeitigen Datenlage nicht möglich, wird aber durch zusätzliche Daten zukünftig möglich sein. Die Ermittlung von Emissionsfaktoren für generische Produkte, Produkt- bzw. Gütergruppen ist grundsätzlich möglich, mit Hilfe der Produktzuordnung der Emissionsdaten zum Hautprodukt der Wirtschaftsklassen und einer entsprechenden Verbindung mit den entsprechenden produzierten Mengen. Damit können nach den ersten vorliegenden und validierten Ergebnissen Emissionsfaktoren für generische Produkte, d.h. repräsentative regelmäßig aktualisierbare generische Daten bzw. Hintergrunddaten ermittelt werden. Dagegen ist die Ermittlung von Emissionsfaktoren auf der Grundlage von EPER-Daten für spezifische Produkte, sowie von standortspezifischen Emissionsfaktoren ohne Zusatzinformationen nicht möglich.

Hinsichtlich der bisher ermittelten Emissionsfaktoren wurden nach der Terminologie der Ökobilanz „gate-to-gate“ Emissionsfaktoren ermittelt, da EPER einen Standortbezug aufweist. Mit Hilfe des Input-Output Ansatzes können mit Hilfe der EPER- Daten auch „cradle-to-gate“ Emissionsfaktoren ermittelt werden. Durch die Nutzung der EPER-Daten kann dabei im Vergleich zu anderen Input-Output Ansätzen die Elementarflussbreite erweitert werden.

Referenzen

[BMU 2004] Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Elfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Emissionserklärungen und

Emissionsberichte – 11. BImSchV) vom 29. April 2004, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2004 Teil I Nr. 20, ausgegeben zu Bonn am 5. Mai 2004,

[BMU 2007] Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Bekanntmachung der Neufassung der Verordnung über Emissionserklärungen vom 05. März 2007, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2007 Teil I Nr.9

[DIN 2006] Deutsches Institut für Normung: Umweltmanagement –Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14040:2006

[Ecoinvent 2008] Ecoinvent: http://www.ecoinvent.org/de/

[Europäische Kommission 2000] Europäische Kommission: Entscheidung der Kommission vom 17. Juli 2000 über den Aufbau eines Europäischen Schadstoffemissionsregisters (EPER) gemäß Artikel 15 der Richtlinie 96/61/EG des Rates über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IPPC), (2000/479/EG), 2000

[Europäisches Parlament 2006] Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union: Verordnung (EG) Nr. 1893/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 2006 zur Aufstellung der statistischen Systematik der Wirtschaftszweige NACE Revision 2 und zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 3037/90 des Rates, 2006]

[Goedkoop 2001] Goedkoop, M.; Spriensma, R. (2001): The Eco-indicator 99, A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment, Methodology Report, 3. Edition

[Klöpffer 2009] Klöpffer, W. und Grahl, B.: Ökobilanz (LCA). Wiley VCH Verlag, Weinheim (2009). ISBN 978-3-527-32043-1

[Rat der Europäischen Gemeinschaften 1990] Rat der Europäischen Gemeinschaften: Verordnung (EWG) Nr. 3037/90 des Rates vom 9. Oktober 1990 betreffend die statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft, 1990

[Statistisches Bundesamt 2002] Statistisches Bundesamt (2002): Umsatzsteuerstatistik 2002

[Swedish Environmental Protection Agency 2003] Swedish Environmental Protection Agency: Towards Greener Products, Report 5296; 2003

[UBA 2008a] Umweltbundesamt, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: Europäisches Schadstoffemissionsregister (European Pollutant Emission Register, EPER), http://www.eper.de/

[UBA 2008b] Umweltbundesamt, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister (Pollutant Release and Transfer Register, PRTR), http://www.home.prtr.de

[Wenzel 1997] Wenzel, H., Hauschild, M., Alting, L.(1997): Environmental assessment of products. Vol.I: Methodology, tools, and case studies in product development. London