

PROSA ProKlima

Produktbezogene Klima-Strategien von Unternehmen

Freiburg, den 27. August 2010

Autoren:

Rainer Grießhammer, Daniel Bleher, Günther Dehoust,
Carl-Otto Gensch, Kirsten Harves, Christian Hochfeld,
Rita Groß, Martin Möller, Stefan Seum

Öko-Institut e.V.

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71
79017 Freiburg. Deutschland

Hausadresse

Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg. Deutschland

Tel. +49 (0) 761 – 4 52 95-0

Fax +49 (0) 761 – 4 52 95-88

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt. Deutschland

Tel. +49 (0) 6151 – 81 91-0

Fax +49 (0) 6151 – 81 91-33

Büro Berlin

Novalisstraße 10
10115 Berlin. Deutschland

Tel. +49 (0) 30 – 28 04 86-80

Fax +49 (0) 30 – 28 04 86-88

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart Endbericht	
3a. Titel des Berichts PROSA ProKlima – Produktbezogene Klima-Strategien von Unternehmen		
3b. Titel der Publikation Grießhammer, R., Bleher, D., Dehoust, G., Gensch, C., Harves, K., Hochfeld, C., Groß, R., Möller, M., Seum, S.; PROSA ProKlima – Produktbezogene Klima-Strategien von Unternehmen; Öko-Institut, Freiburg 2010		
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) Grießhammer, Rainer; Bleher, Daniel; Dehoust, Günther; Gensch, Carl-Otto; Harves, Kirsten; Hochfeld, Christian; Groß, Rita; Möller, Martin; Seum, Stefan	5. Abschlussdatum des Vorhabens Dezember 2009	6. Veröffentlichungsdatum August 2010
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) siehe oben	7. Form der Publikation Studienbericht und 3 Teilberichte	
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Öko-Institut e.V., Postfach 17 71, D-79017 Freiburg	9. Ber. Nr. Durchführende Institution Öko-Institut e.V.	
	10. Förderkennzeichen 01UT0801	
	11a. Seitenzahl Bericht 158	
	11b. Seitenzahl Publikation Mehrere Einzelberichte	
	12. Literaturangaben 73	
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) Heinemannstr. 2 53175 Bonn	14. Tabellen 35	
	15. Abbildungen 37	
	16. Zusätzliche Angaben:	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) DLR, Bonn, 31.08.2010		
18. Kurzfassung Im Vorhaben wurde das neue Konzept Product Carbon Footprint (PCF) analysiert und mit der Methode PROSA – Product Sustainability Assessment bearbeitet. Für die Bestimmung der produktbezogenen Klimaschutzstrategien von Unternehmen wurden Empfehlungen abgeleitet. Das Konzept und die Methode wurden in Kooperation mit vier Unternehmen an Fallbeispielen erprobt und weiterentwickelt: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Product Carbon Footprint und Analyse des Sozialökonomischen Nutzens nach REACH von UV-Stabilisatoren in Kunststoffteilen im Automobilbereich (Ciba), ▪ Product Carbon Footprint dreier Klebstoffe (Henkel), ▪ Product Carbon Footprint von Fensterfugen-Dichtmassen (Henkel), ▪ Klimabilanz der Tageszeitung (taz) ▪ Stromsparberatung direkt in Privathaushalten (Quelle) – Erprobung mit Direktinstallation von Kleinprodukten und Ableitung des generellen Vorgehens bei Stromsparberatungen. Die Methodenentwicklung von PROSA und des Konzept Product Carbon Footprint wurden mit einer Diffusionsanalyse unter Anwendung der Diffusionsmatrix MIDI . begleitet. Für die Bilanzierung des Product Carbon Footprints von Produkten wurde die Methode weiterentwickelt. Schwerpunkte wurden dabei gelegt auf den Einbezug von indirekten Landnutzungsänderungen beim Anbau land- und forstwirtschaftlicher Rohstoffe, auf den Einbezug von Erneuerbaren Energien (im Besonderen Ökostrom) sowie auf die Behandlung von Klimakompensationen durch externe Projekte.		
19. Schlagwörter PROSA, Product Carbon Footprint, Klimaschutz, Treibhausgase, PCF, Benefit-Analyse, Sozioökonomische Nutzenanalyse, REACH, Stromsparberatung, Klebstoffe, Fensterfugen, Zeitung, taz, Produkte		
20. Verlag	21. Preis	

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. Type of Report Final Report
3a. Report Title PROSA ProKlima – Produktbezogene Klima-Strategien von Unternehmen	
3b. Title of Publication Grießhammer, R., Bleher, D., Dehoust, G., Gensch, C., Harves, K., Hochfeld, C., Groß, R., Möller, M., Seum, S.; PROSA ProKlima – Produktbezogene Klima-Strategien von Unternehmen [PROSA ProClimate – product-related climate strategies of companies]; Öko-Institut, Freiburg 2010	
4a Author(s) of the Report (Family Name, First Name(s)) Grießhammer, Rainer; Bleher, Daniel; Dehoust, Günther; Gensch, Carl-Otto; Harves, Kirsten; Hochfeld, Christian; Groß, Rita; Möller, Martin; Seum, Stefan	5. End of Project December 2009
4b Author(s) of the Publication (Family Name, First Name(s)) same as above	6. Publication Date (3 reports) August 2010
8. Performing Organization(s) (Name, Address) Öko-Institut e.V., P.O. Box 50 02 40, 79028 Freiburg, Germany	7. Form of Publication Study report and 3 sub study reports
13. Sponsoring Agency (Name, Address) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) Heinemannstr. 2 53175 Bonn	9. Originator's Report No Öko-Institut
	10. Reference No. 01UT0801
	11a. No. of Pages Report 158
	11b No. of Pages Publication Number of single reports
	12. No. of References 73
16. Supplementary Notes	14. No. of Tables 35
	15. No. of Figures 37
17. Presented at (Title, Place, Date) DLR, Bonn, 31 August 2010	
18. Abstract With this study, the new concept „Product Carbon Footprint (PCF)“ was analysed and processed using the method PROSA – Product Sustainability Assessment. For the identification of the product-related climate strategies of companies, recommendations were developed. Concept and method were tested and refined on the basis of case studies, in cooperation with four companies: <ul style="list-style-type: none"> ▪ PCF and evaluation of the socio-economic benefit according to REACH of UV-stabilisers in plastic parts in automobiles (Ciba); ▪ PCF of the adhesives (Henkel); ▪ PCF of window sealing system (Henkel); ▪ climate footprint of the „Tageszeitung“ (taz); ▪ Energy saving counselling in private households – Testing the installation of small products and compilation of general guidelines for energy saving counselling (Quelle). <p>The development of the PROSA methodology and the PCF concept were supported by a diffusion analysis using the diffusion matrix MIDI. For the assessment of the PCF of products, the method was further enhanced.</p> <p>Herewith, focus was put on the inclusion of indirect land use changes of agriculture and forestry commodities, the inclusion of renewable energy (especially green electricity) as well as climate compensation through external projects.</p>	
19. Keywords PROSA, Product Carbon Footprint, Climate protection, Greenhouse gas, PCF, Benefit-Analysis, Socioeconomic risk analysis, REACH, Energy saving counselling , Adhesives, Window sealing systems, Journal, taz, Products	
20. Publisher	21. Price

Inhaltsverzeichnis

Berichtsblatt	III
Document Control Sheet	IV
1 Ziele des Vorhabens und Methodik	11
1.1 Inhaltliche Ziele des Vorhabens	11
1.2 Methodik	11
1.3 Definition Product Carbon Footprint	12
2 Produktbezogene Klimaschutzstrategien von Unternehmen	12
2.1 Hintergrund	12
2.2 Empfehlungen zur produktbezogenen Klimaschutzstrategie von Unternehmen	14
2.2.1 Product Carbon Footprint (PCF) oder Corporate Carbon Footprint (CCF)?	14
2.2.2 PCF von welchem Produkt?	15
2.2.3 Produkt-Ökobilanz oder Produkt-Klimabilanz (PCF)?	15
2.2.4 Warum wird überhaupt eine neue Methodik entwickelt?	15
2.2.5 Nach welcher Methodik soll man nun bilanzieren?	16
2.2.6 Cradle-to-Gate oder Cradle-to-Grave ?	16
2.2.7 Welche Geschäftsprozesse sollten einbezogen werden?	16
2.2.8 Sollen Einkaufsfahrten der Verbraucher einbezogen werden?	17
2.2.9 Wie soll die Nutzungsphase von Produkten einbezogen werden?	17
2.2.10 Wer soll Reduktionsmaßnahmen ergreifen?	18
2.2.11 Wem gehören die Einsparpotentiale?	18
2.2.12 Wem gehört die Treibhausgas-Reduktion durch Ökostrom?	19
2.2.13 Soll beim PCF eine Klimakompensation berücksichtigt werden?	19
2.2.14 Wie soll die Dokumentation erfolgen?	20
2.2.15 Wie soll der PCF kommuniziert werden?	20
2.3 Verbraucherinformationen zur produktbezogenen Klimarelevanz	21
2.3.1 Vielfalt von Label und Kennzeichnungen	21
CO ₂ e-Label bzw. Carbon Reduction Label	21
CO ₂ e-Siegel für Best-Produkte	22
Klimaneutral-Label	22
Umweltlabel mit Klimafokus	23
Verpflichtende CO ₂ -Label	24
2.3.2 Systematische Analyse für unterschiedliche Produktgruppen	25
PCF für die besonders klimarelevanten Produkte	25
PCF von Elektrogeräten mit großem Energiebedarf	26

	PCF von Elektrogeräten mit kleinem Energiebedarf	27
	PCF von energiesparenden Produkten	27
	PCF von technischen Produkten ohne Energiebedarf in der Nutzungsphase	28
2.3.3	PCF von Lebensmitteln	28
	Datenaufwand zur Ermittlung des PCF von Lebensmitteln	28
	Biosiegel	29
2.3.4	Schlussfolgerungen für die Kommunikation	30
3	Internationale Methodenentwicklung zum Product Carbon Footprint und zum Corporate Carbon Footprint	32
3.1	Public Available Specification 2050 (PAS 2050)	32
3.1.1	ISO 14067 „Carbon Footprint of Products“	32
3.1.2	Greenhouse Gas Protocol Product/Supply Chain Initiative des WRI/WBCSD	33
3.2	Vorschläge zur Methodenintegration	34
3.3	Landnutzungsänderungen	34
3.4	Erneuerbare Energie (Strom, Wärme, Treibstoffe)	35
3.5	Klimakompensation	37
4	Weiterentwicklung der Methode PROSA und des Konzepts Product Carbon Footprint	40
4.1	Einleitung	40
4.2	Förderung des Konzepts Product Carbon Footprint	40
4.3	Weiterentwicklung der Methode PROSA	43
5	Public Value von Licht-Stabilisatoren im Automobilbereich	46
5.1	Einleitung	46
5.2	Beschreibung von SEA	47
5.2.1	Methodische Entwicklung von SEA	48
	Grundzüge von SEA	48
	Prozessuale Anforderungen	49
	Analyse der verwendeten Indikatoren	51
	Allgemeiner Hinweis auf die Methodik der Monetarisierung	52
5.2.2	Vergleich PROSA mit SEA	52
5.2.3	Methodik zur Ermittlung des Public Value von Lichtstabilisatoren	54
5.3	Toxikologische und ökotoxikologische Bewertung	55
5.3.1	Einschätzung zur Toxikologie und zum Arbeitsschutz	55
	Zusammenfassende Einschätzung	56
5.3.2	Einschätzung zum Verbraucherschutz	56
5.3.3	Schlussfolgerungen hinsichtlich der Datenlage	56
5.3.4	Einschätzung zur Ökotoxikologie	57
	Zusammenfassende Einschätzung	57

5.3.5	Hinweise zum Risiko-Management	58
	Alternativen-Prüfung	58
5.3.6	Fazit	58
5.4	Orientierende Ökobilanz zu Licht-Stabilisatoren	59
5.4.1	Untersuchungsmethode	59
	Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens	60
	Sachbilanz	61
	Wirkungsabschätzung	62
	Bezug zum Product Carbon Footprint	62
	Auswertung	62
5.4.2	Daten und Annahmen	62
	Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Stossfängern	62
	Anwendung von Lichtstabilisatoren in Schiebedächern	64
	Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Topcoats	66
5.4.3	Ergebnisse	66
	(3) Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Topcoats	72
5.4.4	Ergebnisse und Hochrechnung	74
	Kunststoffe im Automobil-Bereich	74
	Hochrechnungen	75
5.5	Benefit-Analyse Licht-Stabilisatoren	75
5.5.1	Die Benefit-Analyse bei PROSA	75
	Gesellschaftlicher Nutzen („Public Value“)	78
5.5.2	Die Benefit-Analyse von Licht-Stabilisatoren	79
	Gebrauchsnutzen	79
	Symbolischer Nutzen	80
	Gesellschaftlicher Nutzen	80
5.6	Zusammenfassung der Teilstudie: Public Value der Licht-Stabilisatoren von Ciba im Automobilbereich	81
6	Product Carbon Footprint von Kaschierklebstoffen für flexible Verpackungen	83
6.1	Einleitung und Ziel der Studie	83
6.2	Methodischer Ansatz	83
6.3	Darstellung der Ergebnisse und der Bewertungen	85
6.4	Rückschlüsse für mögliche Maßnahmen von Henkel	90
6.5	Zusammenfassung der Teilstudie „Kaschierklebstoffe für flexible Verpackungen“	90
7	Product Carbon Footprint von Fensterfugen-Dichtmassen	92
7.1	Einleitung, Ziel und Untersuchungsrahmen der Teilstudie	92
7.2	Methodisches Vorgehen	92

7.3	Darstellung der Ergebnisse und der Bewertungen	93
7.3.1	Gesamtergebnis der Untersuchung	93
7.3.2	Unsicherheiten bei der Produktion der Inhaltsstoffe	95
7.3.3	Berücksichtigung der Nutzungsphase	96
	Hinweise für die Entscheidung beim Einbau der Fenster und für die Nutzungsphase	97
7.3.4	Rückschlüsse für mögliche Maßnahmen von Henkel	97
7.4	Zusammenfassung der Teilstudie „Product Carbon Footprint von Fensterfugen-Dichtmassen“	97
8	Product Carbon Footprint der tageszeitung (taz)	99
8.1	Einleitung, Ziel und Untersuchungsrahmen der Teilstudie	99
8.2	Untersuchungsrahmen	99
8.2.1	Benchmark des durchschnittlichen Altpapieranteils im deutschen Zeitungsdruck	100
8.2.2	Waldholz und andere nachwachsende Rohstoffe	101
8.2.3	Abfall-Altpapier und -pappen	102
8.2.4	Szenarien zur Bilanzierung der Waldrohstoffe und Abfallströme:	103
8.2.5	Herstellung und Druck	104
8.2.6	Vertrieb	105
8.2.7	Recycling und Entsorgung aller Nichtpapierabfälle	105
8.3	Sachbilanz der Produktion der taz	106
8.3.1	Stoffflüsse bei der taz	106
8.3.2	Papierproduktion	107
8.3.3	Transporte	108
8.3.4	Redaktion und Herstellung der taz	110
8.3.5	Druck	111
8.3.6	Nutzung der taz	113
8.3.7	Entsorgung und Recycling der genutzten Zeitung	113
8.3.8	Energetische Nutzung der Reststoffe in MVA	114
8.4	Bilanzierung der Treibhausemissionen	115
8.4.1	Bilanzierung unter Einbeziehung der Ressource Wald (Szenario A1)	115
	Detailübersicht der Treibhausgasemissionen der taz 2007	123
8.5	Ergebnisse nach herkömmlicher Bilanzierungsmethode Szenario A2124	
8.5.1	Szenarien unterschiedlicher Altpapiereinsätze – Szenarien C2 – C4	124
8.6	Interpretation der Ergebnisse	127
8.6.1	Diskussion der Bilanzierung von Papierprodukten	127
8.6.2	Sensitivitätsüberlegungen	128
	Äquivalenznutzungen und Schonung des Waldes	128
	Verzerrung der Ergebnisse bei Außerachtlassen von Äquivalenzprozessen	129

	Abfallbehandlung und Allokationsregeln im Abfallregime – Szenarien B2–B4	131
8.6.3	Diskussion der Ergebnisse bei Herstellung, Druck und Versand	133
8.7	Berücksichtigung anderer Umweltwirkungen	134
8.8	Vergleichsgröße Onlinelesen einer Zeitung	135
8.9	Zusammenfassung der Minderungsmöglichkeiten	137
8.10	Zusammenfassung der Teilstudie „Product Carbon Footprint der tageszeitung (taz)“	138
9	Stromsparberatung (Kooperation mit Quelle GmbH)	140
9.1	Einleitung	140
9.2	Ziel des Teil-Projekts	140
9.3	Vorgehen	140
9.4	Auswertung der Verbraucherumfrage zum Thema Energiesparen	140
9.5	Telefonberatungs-Aktion	143
9.6	Haushaltsberatungen zum Stromsparen	143
9.7	Schwerpunkte der Stromsparberatung	145
9.7.1	Kleinprodukte	146
9.8	Vorbereitung der Stromsparberatung in den Haushalten	149
9.9	Ablauf der Stromsparberatung in den Haushalten	149
9.10	Erfahrungen aus der Vor-Ort-Beratung	150
9.11	Perspektiven der Vor-Ort-Beratung	151
10	Forschungsempfehlungen	152
11	Literatur	153

1 Ziele des Vorhabens und Methodik

1.1 Inhaltliche Ziele des Vorhabens¹

Ziel des Vorhabens „PROSA *Produktbezogene Klimastrategien von Unternehmen*“ ist die strategische Analyse klima- und umweltrelevanter Maßnahmen im Handlungszusammenhang Hersteller–Handel–VerbraucherInnen.

Über adäquate Informationsmaßnahmen soll das Kauf- und Nutzungsverhalten von VerbraucherInnen (B2C) und auch Industriekunden (B2B) geändert werden und somit, wechselseitig gekoppelt, klima- und umweltrelevante produktbezogene oder unternehmensbezogene Optimierungen bei Herstellern und Handel ausgelöst werden. Die Herangehensweise wird in Kooperation mit vier Unternehmen erprobt.

Methodisch soll die Methode PROSA² erprobt und weiterentwickelt werden und die Methodenentwicklung zur Bestimmung von Treibhausgasbilanzen von Produkten (Product Carbon Footprint; zur Definition siehe Kap. 1.3) und von Unternehmen (Corporate Carbon Footprint) begleitet werden.

1.2 Methodik

Das Projekt wurde in mehreren parallelen Arbeitsschritten bearbeitet. In Kooperation mit den zwei Produktionsunternehmen Ciba (vgl. Kap. 5) und Henkel (vgl. Kap. 6 und 7) und einem Medienunternehmen taz (vgl. Kap. 8) wurden Treibhausgas- und/oder Ökobilanzen erstellt und Maßnahmen zur Reduktion abgeleitet. In Kooperation mit dem Handelsunternehmen Quelle wurden die Handlungsmöglichkeiten von Verbrauchern im Bereich stromverbrauchender Produkte analysiert und die Bedingungen für eine Stromsparberatung direkt in den Haushalten untersucht (vgl. Kap. 9). Die Methode *PROSA* und das Konzept *Product Carbon Footprint* wurden mit einer Diffusionsanalyse bzw. der Diffusions-Matrix MIDI im Hinblick auf eine Weiterentwicklung analysiert (vgl. Kap. 4) und an den Fallbeispielen mit den Unternehmen erprobt.

Die Methodiken-Entwicklung zur Bilanzierung des Product Carbon Footprint und des Corporate Carbon Footprint wurde in Workshops mit den Unternehmen und durch die

¹ Das Projekt wird im Rahmen der *Infrastrukturförderung des Sozial-Ökologischen Forschungsprogramms (SÖF)* des BMBF durchgeführt. Neben dem inhaltlichen Ziel des Vorhabens ist damit die Förderung der Infrastruktur des Öko-Instituts ein zweites wichtiges Projektziel. Die Ergebnisse zu diesem Ziel werden getrennt in einem Erfolgskontrollbericht vorgestellt.

² Produkt-Nachhaltigkeits-Analyse (PROSA/PLA) – Methodenentwicklung und Diffusion, Grieshammer, R.; Buchert, M.; Gensch, C.-O.; Hochfeld, C.; Rüdener, I.; Freiburg, Darmstadt, Berlin 2007; PROSA – Product Sustainability Assessment. Leitfaden, Freiburg 2007 (auch in englischer Sprache verfügbar: PROSA – Product Sustainability Assessment. Guideline)

Mitarbeit in und Beiträge zu den internationalen Standardisierungs- und Normengremien begleitet (vgl. Kap. 3). Die Rückschlüsse für die „Produktbezogenen Klimaschutzstrategien von Unternehmen“ und für deren Kommunikation wurden in Workshops mit den beteiligten Unternehmen und in Kooperation mit zehn Unternehmen aus einem Parallel-Projekt (Hochfeld et al. 2009; www.pcf-project.de) abgeleitet (vgl. Kap. 2). Die Zwischenergebnisse wurden bei etwa zwei Dutzend Konferenzen und Tagungen von Unternehmensverbänden vorgestellt und diskutiert.

1.3 Definition Product Carbon Footprint

Der Begriff Product Carbon Footprint wird international unterschiedlich definiert und verwendet. Dies gilt auch für gesetzliche Vorschriften. So werden etwa bei der Angabe der CO₂-Emission pro km von Pkw erstens nur die Emission von CO₂ und nicht die von Treibhausgasen angegeben und zweitens nicht die Emissionen der Vorketten zur Bereitstellung von Benzin oder Diesel.

Im vorliegenden Projekt wird folgende Definition zugrunde gelegt:

„Der Product Carbon Footprint („CO₂-Fußabdruck“) bezeichnet die Bilanz der Treibhausgasemissionen entlang des gesamten Lebenszyklus eines Produkts in einer definierten Anwendung und bezogen auf eine definierte Nutzeinheit.“

Dabei werden als Treibhausgasemissionen all diejenigen gasförmigen Stoffe verstanden, für die vom Weltklimarat IPCC ein Koeffizient für das Treibhauspotenzial (THP; engl.: Global Warming Potential = GWP) definiert wurde. Der Lebenszyklus eines Produkts umfasst dabei die gesamte Wertschöpfungskette: von Herstellung und Transport der Rohstoffe und Vorprodukte über Produktion und Distribution bis hin zu Nutzung, Nachnutzung und Entsorgung. Der Begriff Produkt steht als Oberbegriff für Waren und Dienstleistungen.

2 Produktbezogene Klimaschutzstrategien von Unternehmen

2.1 Hintergrund

Ambitionierte klimapolitische Ziele sind nur durch eine massive Reduktion der Treibhausgase weltweit zu erreichen. Für Industrieländer wie Deutschland bedeutet dies eine Senkung der Treibhausgasemissionen bis 2050 in der Größenordnung von 80-90% bezogen auf 1990. Um das zu erreichen sind erhebliche Änderungen bei Produkten und Konsum – bei Produktentwicklung und Produktdesign, Produktion und Vermarktung wie auch bei der Nutzung von Produkten – erforderlich. Zur Ableitung von ökologisch und ökonomisch effizienten Maßnahmen ist die Analyse der Klimaauswirkungen von Produkten und Konsum essentiell.

Die Initiativen des britischen Carbon Trusts und später des größten britischen Handelskonzerns, Tesco, zum Product Carbon Footprint und CO₂-Labelling haben in Europa und weltweit die notwendige Diskussion über produktbezogenen Klimaschutz und Treibhausbilanzen von Produkten („Product Carbon Footprint“ – PCF) beschleunigt und dabei einen starken Fokus auf CO₂-Label gelegt.

Tesco hatte zu Beginn des Jahres 2008 angekündigt, für alle 70.000 Produkte, die von dem Handelsunternehmen vertrieben werden, eine Treibhausgasbilanz (Product Carbon Footprint) zu erstellen und die Produkte mit einem CO₂-Label zu versehen. Kurz danach wurde der Fokus auf die etwa 1.500 Eigenprodukte gelegt und zudem der Umsetzungszeitraum gestreckt. Real umgesetzt werden die Berechnung des Product Carbon Footprint und das Labelling schlussendlich wohl nur bei etwa 100 Produkten.

Mittlerweile gibt es weltweit eine Vielzahl von Initiativen für staatlich oder privat getragene Produktkennzeichnungen sowie Veröffentlichungen von mehreren Dutzend Product Carbon Footprint (zur Übersicht siehe Kap. 2.3). Dabei wurde schnell deutlich, dass erstens ein großer Bedarf für die Entwicklung international verbindlicher harmonisierter Standards und Richtlinien für die Methodik des Product Carbon Footprint besteht und dass zweitens die Sinnhaftigkeit von CO₂-Labeln sehr unterschiedlich bewertet wird.

Die British Standards Institution (BSI) hat zusammen mit dem britischen Umweltministerium (defra) und dem Carbon Trust mit der Publicly Available Specification 2050 „*Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services*“, einem britischen Vor-Standard, einen ersten umfassenden Vorschlag für die Methodik des Product Carbon Footprint in die internationale Debatte hierzu eingebracht. Der PAS 2050 basiert in der finalen Version vom Oktober 2009 überwiegend auf der Ökobilanznorm ISO 14040 ff., spezifiziert diese in verschiedenen Punkten, weicht in einigen Punkten aber auch deutlich ab. Mittlerweile wurden Prozesse zur Erarbeitung internationaler Standards bei der Internationalen Standardisierungsorganisation (ISO) und harmonisierter Richtlinien in Ergänzung zum Greenhouse Gas Protocol zum Product Carbon Footprint initiiert. Mit Ergebnissen ist hier aber frühestens Ende 2010, eher noch in der ersten Jahreshälfte 2011 zu rechnen.

Die vielen Aktivitäten in zahlreichen Unternehmen zur Erfassung und Kommunikation des PCF und entsprechender Reduktionsmaßnahmen finden aber in einer Zeit statt, in der keine ausgereiften internationalen Standards vorliegen (vgl. Kap. 3), und bei der es gleichzeitig Unsicherheit über die angemessene Kommunikation gibt.

Damit verbunden sind Unsicherheiten über die adäquate produktbezogene Klimaschutzstrategie von Unternehmen. Nachstehend finden sich Empfehlungen zur Strategiefindung.

2.2 Empfehlungen zur produktbezogenen Klimaschutzstrategie von Unternehmen

Die nachfolgenden „Empfehlungen“ sind eine Zusammenfassung der Erkenntnisse aus den methodischen Überlegungen, aus den Fallbeispielen (auf weiterführende Überlegungen in den einzelnen Kapiteln wird jeweils verwiesen) und Diskussionen auf den Workshops mit den Unternehmen. Soweit erforderlich sind die Empfehlungen differenziert nach Art der Unternehmen und der Art und Vielzahl der Produkte, da die Empfehlungen nach Art der Unternehmen und Produkte deutlich unterschiedlich ausfallen können. Unterschieden werden folgende Arten von Unternehmen:

- Produktionsunternehmen (KMU und Großunternehmen, überwiegende Herstellung von Zwischenprodukten oder überwiegende Herstellung von Endprodukten)
- Handelsunternehmen (überwiegendes Sortiment von technischen Gütern oder von Lebensmitteln)
- Dienstleistungsunternehmen
- Produktgruppen (Zwischenprodukte, Endprodukte, energieverbrauchende Produkte, Lebensmittel)

Mit der oben Differenzierung wird zwar der Großteil von Unternehmen und Produktgruppen erfasst, aber nicht alle möglichen oder nötigen Differenzierungen – letzteres war in Rahmen des vorliegenden Projekts nicht möglich.

2.2.1 Product Carbon Footprint (PCF) oder Corporate Carbon Footprint (CCF)?

Produktions-Unternehmen sollten sowohl den CCF wie auch PCF der wichtigsten Produkte erstellen. Bei guter Datenlage kann es auch sinnvoll sein, eine Gesamtbilanz des Unternehmens und „seiner“ Produkte zu erstellen. Die Gesamtbilanz hat den Vorteil, dass eher ersichtlich wird, wo der Schwerpunkt von Klimaschutzmaßnahmen liegen sollte – beim Unternehmen oder den Produkten. Im Rahmen der Erweiterung des Greenhouse Gas Protocol Product/Supply Chain Initiative des WRI/WBCSD wird hierfür derzeit die Methodik (weiter-)entwickelt (vgl. Kap. 3.1.2).

Handelsunternehmen sollten zuerst den CCF erstellen, weil sie in Regel sehr viele unterschiedliche Produkte im Sortiment haben (oft Tausende bis Zehntausende) und sie ihre eigenen direkten Handlungsmöglichkeiten primär angehen sollten.

Auch Dienstleistungsunternehmen sollten zuerst den CCF erstellen, weil hier die Geschäftsprozesse oft dominieren und die Dienstleistungen schwieriger zu erfassen oder zu allozieren sind.

2.2.2 PCF von welchem Produkt?

Wenn Unternehmen nur ein Produkt oder Dienstleistung³ herstellen oder nur ein Hauptprodukt, ist die Frage schnell beantwortet. Unternehmen, die mehrere Dutzend bis (Zehn-)Tausende⁴ Produkte herstellen oder handeln, sollten zuvor eine Produkt-Portfolio-Analyse bzw. Sortiments-Analyse (Handel) durchführen. Eine Einengung kann über den Umsatz und Screening-Treibhausgas-Werte erfolgen.

2.2.3 Produkt-Ökobilanz oder Produkt-Klimabilanz (PCF)?

Mit der Entscheidung für die (bloße) Durchführung eines PCF entscheidet man sich **implizit** dafür, alle anderen Umweltkategorien wie etwa Eutrophierung, Luftschadstoffemissionen oder Ressourcenbedarf außer acht zu lassen. Bei der Ableitung von Maßnahmen nur auf dieser Basis kann es daher zu Fehlentscheidungen kommen. Idealerweise sollte eine Ökobilanz durchgeführt werden, zumal die Bilanzierungen in der Regel sowieso mit Ökobilanz-Software durchgeführt werden und die Ökobilanz bei der Wirkungskategorie Treibhausgas-Potential den PCF beinhaltet. Bei der Kommunikation kann man sich immer noch entscheiden, ob man nur den PCF oder erweitert kommuniziert.

Für das Screening des Produktportfolios oder des Sortiments langt dagegen oft eine Abschätzung des PCF aus. Ausnahmen sind erkennbare Hot Spots (z.B. Toxizität, bei den Produkten bzw. Chemikalien von Chemie-Unternehmen).

Bei energieverbrauchenden oder den Energieverbrauch beeinflussenden Produkten kann man sich eher auf den PCF beschränken, weil die Gesamtbilanz meist durch den Energieverbrauch dominiert wird. Bei Lebensmitteln sollte man eher eine Ökobilanz erstellen, weil hier oft mehrere Umwelt- und Ressourcenkategorien eine Rolle spielen (neben Energie/Treibhausgasen z.B. Flächeninanspruchnahme, Wasserverbrauch, Pestizide, Eutrophierung).

2.2.4 Warum wird überhaupt eine neue Methodik entwickelt?

Viele Unternehmen sind überrascht, warum mit dem PAS 2050 oder der kommenden ISO 14067 überhaupt neue Methoden zur Bilanzierung von Produkten entwickelt werden, wo es doch schon seit langem die Ökobilanz Norm 14040 ff. gibt, mit der man auch (als Teil) Treibhausbilanzen ermitteln kann. Für methodischen Neu- oder Weiterentwicklungen gibt es folgenden Grund: die Ökobilanz-Norm ISO 14040 ff. ist allgemein gefasst und lässt den Bearbeitern bei der Festlegung von Systemgrenzen, Allokationen und Annahmen große Freiheit – verlangt wird nur eine angemessene Begründung und – bei Veröffentlichung – ein Critical Review. Während die Produkt-Ökobilanzen üblicherweise von einem Auftraggeber

³ Beispiel in diesem Projekt: die Tageszeitung mit der taz

⁴ Beispiel in diesem Projekt Ciba und Henkel

beauftragt und von einem Bearbeiter durchgeführt wurden, sollen nun aber Produkt-Ökobilanzen bzw. Product Carbon Footprints unterschiedlichster Herkunft verglichen werden können und auch noch bei einer wettbewerbsrechtlichen Auseinandersetzung Bestand haben. Dies erfordert ein produktgruppenübergreifendes Scoping – d.h. dass die wesentlichen Rahmenbedingungen und die wesentlichen Annahmen, die Datenqualität und die Detailtiefe für die Bilanzierung vergleichbar sein müssen.

2.2.5 Nach welcher Methodik soll man nun bilanzieren?

Die Bilanzierung des Product Carbon Footprint sollte derzeit grundsätzlich auf Basis von ISO 14040 ff. erfolgen (perspektivisch auf Basis des ISO 14067) und wo sinnvoll die Empfehlungen des PAS 2050 berücksichtigen (vgl. ausführlich Kap. 3). Bei einigen methodischen Elementen widersprechen sich ISO 14040 ff. und PAS 2050 oder die Elemente sind unzureichend beschrieben oder methodisch und praktisch nicht sinnvoll. In dem gemeinsamen Memorandum von BMU, UBA und Öko-Institut finden sich Empfehlungen, wie mit diesen offenen oder umstrittenen Elemente in der Übergangsphase bis zum Abschluss der laufenden Standardisierungs- und Harmonisierungsprozessen umgegangen werden sollte (BMU et al. 2009).

2.2.6 Cradle-to-Gate oder Cradle-to-Grave ?

Vor allen die Hersteller von Zwischenprodukten fragen sich, ob sie überhaupt vollständige Ökobilanzen bzw. PCF erstellen sollen (Cradle-to-Grave) oder ob nicht eine Produktbilanz bis zur Auslieferung ab Werkstor (Cradle-to-Gate) ausreicht. Zum besseren Verständnis der Produktlinie und zur weiteren erfolgreichen Vermarktung von Zwischenprodukten ist es wichtig, die gesamte Produktlinie zu kennen, zumal die Art des Zwischenprodukts und seine Verarbeitung die eigentliche Produktion (vgl. Beispiel Klebemittel in Kap. 6) oder das Endprodukt (vgl. Beispiel UV-Stabilisatoren in Kap. 5) erheblich beeinflussen kann. Ggfs. können die weiteren Stufen ab Auslieferung nur orientierend bilanziert werden. Die Crade-To-Gate-Bilanz sollte dagegen so detailliert wie möglich sein und auf Primärdaten basieren. Die Produktbilanz sollte auf jeden Fall einmal komplett und einmal getrennt nach „Cradle-to-Gate“ dargestellt werden.

Eine Ausnahme von der obigen Empfehlung können Chemikalien oder Vorprodukte darstellen, die nach Auslieferung in Dutzenden oder Hunderten unterschiedlicher Prozesse oder Produkte eingesetzt werden (z.B. Zitronensäure).

2.2.7 Welche Geschäftsprozesse sollten einbezogen werden?

Die in den vergangenen 20 Jahren durchgeführten Produkt-Ökobilanzen konzentrierten sich in der Regel auf das Produkt im engen Sinn und auf den direkten Herstellungsprozess für das Produkt. Prozesse im Produktumfeld wie etwa Forschung/Entwicklung, Verwaltung, Dienstfahrten, Werbung oder Betrieb von Webseiten wurden meist nicht einbezogen. Neuere

Ergebnisse zeigen, dass bei zu enger Systemgrenze relevante Treibhausgas-Emissionen und Reduktionspotentiale übersehen werden können. Beispielsweise tragen beim Handelsunternehmen Metro die Kältemittel mit 9,8% und Papiere/Werbung mit 7,8% zu den Treibhausgasemissionen des Unternehmens bei (Quack et al. 2009). Bei der Bestimmung der Systemgrenze sollte also die Bedeutung der oben genannten Geschäftsprozesse geprüft werden. Wesentliche Prozesse, die Teile des Geschäftsbetriebs sind, wie etwa Druck und Vertrieb von Katalogen, Betrieb von Webseiten, Herausgabe von Zeitschriften, sollten bei Relevanz aufgenommen werden. Dies gilt vor allem für Handelsunternehmen und Dienstleistungsunternehmen, weil es hier keine dominierenden Produktionsprozesse gibt

2.2.8 Sollen Einkaufsfahrten der Verbraucher einbezogen werden?

Bei den meisten Ökobilanzen, die bisher durchgeführt wurden, wurden Einkaufsfahrten der Verbraucher nicht einbezogen. Hierfür gab es mehrere Begründungen: die Verknüpfung der Einkaufsfahrt mit anderen Fahrzielen (z.B. Fahrt zur Arbeit, zum Kindergarten oder einer Freizeit-Aktivität), der gleichzeitige Einkauf mehrerer Produkte (mit entsprechenden Zuordnungsproblemen) und erhebliche Schwankungen beim Verhalten der Verbraucher. Andererseits haben Einkaufsfahrten einen hohen Anteil am motorisierten Individualverkehr (ca. 17% in Deutschland) und können die Gesamtbilanz eines Produkts beeinflussen. Bezüglich der Wegstrecke zum Einkaufsort gibt es deutliche Unterschiede nach Art der gekauften Produkte, Vermarktungskonzepten⁵ und Siedlungsstrukturen. Des Weiteren nehmen der Internethandel und damit der Versandhandel deutlich zu (was faire Vergleiche mit privaten Einkaufsfahrten erfordert). Andere Dienstleistungen nehmen ebenfalls stark zu, wodurch Einkaufsfahrten ersetzt werden können – z.B. beim Buchen von Reisen – oder zusätzlich ausgelöst werden können – z.B. bei der Textilreinigung im Waschsalon oder der Chemischen Reinigung). Einkaufsfahrten der Verbraucher sollten daher mitbilanziert, aber zusätzlich auch getrennt ausgewiesen werden. Bei Bilanzierungen von Zwischenprodukten („Cradle-to-gate“) kann dagegen auf die Bilanzierung der Einkaufsfahrt verzichtet werden.

2.2.9 Wie soll die Nutzungsphase von Produkten einbezogen werden?

Die Nutzungsphase kann erhebliche Auswirkungen auf die Gesamtbilanz haben – dies gilt vor allem für energieverbrauchende Produkte – und sollte daher auf jeden Fall mitbilanziert werden.⁶ Allerdings können durch den Einbezug der Nutzungsphase (gerade wenn sie bedeutend ist) Handlungsmöglichkeiten in anderen Phasen „verschwimmen“ bzw. als unbedeutend erscheinen. Am besten sollten daher zwei Szenarien – eines mit Nutzungsphase und eines ohne Nutzungsphase – erstellt werden. Da es in den Haushalten oft

⁵ Nach einer österreichischen Untersuchung liegen die Entfernungen für leicht verderbliche Lebensmittel bei 2-4 km, für andere Lebensmittel bei 4-6 km und für Konsumgüter bei 6-9 km.

⁶ Dies wird auch von ISO 14040 und PAS 2050 gefordert.

enorme Unterschiede beim Ausmaß und der Art der Nutzung gibt, bietet sich auch hier die Bildung mehrerer Szenarien an.

2.2.10 Wer soll Reduktionsmaßnahmen ergreifen?

In der Regel bieten sich zur Optimierung von Produkten Reduktionsmaßnahmen an mehreren Stellen der Wertschöpfungskette an – bei der Rohstoffgewinnung, bei der Energiebereitstellung, bei der Herstellung von Vor-Produkten (Zulieferer), bei der eigentlichen Produktion, bei Transporten, im Handel, bei der Nutzung und Entsorgung/Recycling. Mit der Ökobilanz/dem PCF werden die wesentlichen Reduktionspotentiale bestimmt, mit Lebenszykluskostenrechnungen kann die Ökoeffizienz oder Energieeffizienz/Klimaeffizienz einzelner Maßnahmen bestimmt werden.

Bei der Bestimmung von Reduktionsmaßnahmen sollte erstens der eigene Verantwortungsbereich „ausgereizt“ werden (wie kann das Produktionsunternehmen die Produktion verbessern, der Handel den eigenen Stromverbrauch oder die Kühlketten, der Verbraucher die Nutzungsphase). Zweitens sollte geprüft werden, inwieweit andere Phasen der Wertschöpfungskette durch den eigenen Prozess wesentlich beeinflusst werden Beispiele sind:

- die Verarbeitung von Zwischenprodukten durch die Art der gelieferten Zwischenprodukte – wie etwa bei lösemittelhaltigen, wasserhaltigen und lösemittelfreien Klebstoffen und Trockungsphasen (vgl. Kap. 6, Henkel-Klebstoffe);
- unnötige Transportaufwendungen durch schlechte Verpackungsmaße;
- die Nutzungsphase von Produkten durch das Produktdesign – wie etwa bei energieverbrauchenden Produkten durch Festlegung der Energieverbrauchswerte oder durch Werks-Voreinstellungen von Produkten

Drittens sollte geprüft werden, wie die Realisierung von Reduktionspotentialen in anderen Phasen bzw. Verantwortungsbereichen unterstützt oder erzwungen werden kann (Vorgaben an Zulieferer, Ausschreibungen im Beschaffungswesen, klimabewusster Einkauf von Verbrauchern).

2.2.11 Wem gehören die Einsparpotentiale?

Diese an und für sich kuriose Frage hat mit dem zunehmenden Klimaproblem eine unerwartete Bedeutung bekommen, da eine gute Klimabilanz mittlerweile für Unternehmen einen klaren Imagevorteil darstellt und damit auch klimapolitisch argumentiert wird. Die Energieeinsparung/Treibhausgas-Reduktion durch Wärmedämmung könnte theoretisch vom Hersteller, vom Architekten, von den einbauenden Handwerkern, von dem fördernden Staat/der KfW, von der kreditgebenden Bank oder dem Hausbesitzer beansprucht. Klassischerweise „gehören“ Einsparpotentiale dem, der dafür zahlt – in diesem Fall also dem Hausbesitzer. Anderenfalls könnte es gleich zu Mehrfach-Zuordnungen und fiktiven Treibhausgas-Reduktionen kommen. Für die Kommunikation wird eine zurückhaltende

Formulierung empfohlen wie etwa: *“Mit dem Produkt können unsere Kunden in der Nutzungs-Phase so und soviel Tonnen CO₂e reduzieren...“*.

Etwas schwieriger ist die Frage beim Bezug von Ökostrom (siehe Kap. 2.2.12) oder bei Kompensationsmaßnahmen (siehe Kap. 2.2.13) zu beantworten

2.2.12 Wem gehört die Treibhausgas-Reduktion durch Ökostrom?

In der methodischen Diskussion ist umstritten, ob der Bezug von Ökostrom für die Herstellung von Produkten einbezogen werden kann. Der PAS 2050 lehnt dies ab, in die gleiche Richtung gehen die Diskussionen bei der Entwicklung von ISO 14067. Öko-Institut et al. 2009 schlagen und BMU et al. 2009 dagegen den Einbezug von Ökostrom vor, allerdings nur von solchem Öko-Strom, dessen Produktion einen zusätzlichen Umweltnutzen schafft. Strom aus alten Flusswasserkraftwerken sollte also beispielsweise nicht einbezogen werden. In der Bilanz sollten zwei Szenarien gerechnet werden – einmal mit und einmal ohne Ökostrom.

2.2.13 Soll beim PCF eine Klimakompensation berücksichtigt werden?

Unter dem Begriff „Klimaneutralität“ oder „Klimakompensation“⁷ wird die Durchführung von Klimaschutzprojekten verstanden, die die durch eine anthropogene Aktivität entstandenen Treibhausgase (THG) durch Treibhausgas-Reduktions-Projekte an anderer Stelle wieder einsparen. Es handelt sich hierbei also um Ausgleichsprojekte, die die Klimabilanz einer Aktivität neutralisieren. Dieser Begriff bedeutet jedoch nicht, dass die Aktivität selbst ohne Ausstoß von THG erfolgt. Das Öko-Institut hat Kriterien für den Einbezug von Kompensationen in einen PCF und die entsprechende Kommunikation in einem Positionspapier beschrieben (Harthan et al. 2010). Wesentliche Anforderungen: Die Klimakompensation sollte in eine umfassende Klimaschutzstrategie eingebettet sein, die den Vorrang auf interne Reduktionsmaßnahmen gesetzt hat. Für die Kompensation nicht oder nur zu hohen Kosten vermeidbarer Treibhausgas-Emissionen sollten nur anspruchsvolle und zertifizierte Kompensationsprojekte gewählt werden, die mindestens international rechtlich verbindlichen Standards entsprechen (wie dem CDM) und die in einem Register⁷ geführt werden, dass eine eindeutige Identifikation des Projekts erlaubt. In der Produktbilanz sollten die Klimakompensation auf jeden Fall getrennt ausgewiesen werden. Bei der Kommunikation sollten Begriffe wie „klimaneutral“, „CO₂-neutral“, „Klimaneutralität“, „klimafreundlich“, „Null-Emissionen“ vermieden werden, da diese suggerieren, dass es keine Treibhausgas-Emissionen mehr gibt. Geeignete Bezeichnungen einer Klimaschutzstrategie sind „klimakompensiert“, „klimagerecht“ oder „klimafair“.

⁷ Im Folgenden wird der Begriff Klimakompensation verwendet. Der Begriff macht im Gegensatz zu Begriffen wie „klimaneutral“, „CO₂-neutral“, „klimafreundlich“ o.ä. zumindest deutlich, dass im Kern eine Aktivität durch eine andere kompensiert wird, und suggeriert nicht, dass es keine Treibhausgas-Emissionen mehr gibt.

2.2.14 Wie soll die Dokumentation erfolgen?

Um die Nutzbarkeit der PCF-Berechnungen für verschiedene der genannten Anwendungen überprüfen zu können, ist eine transparente, öffentlich zugängliche und aussagefähige Dokumentation des PCF wichtig. Die Dokumentation sollte einleitend die Organisation und den Ablauf der Studie zum PCF darstellen. Zentral wird die Beschreibung der Zielstellung und der Rahmensetzung (Goal und Scope) der Untersuchung zu dokumentieren sein. Folgende Elemente werden dabei als wichtig angesehen:

- Definition der Ziele der Studie,
- Definition der funktionellen Einheit,
- Beschreibung der Systemgrenzen,
- Darstellung der Datenquellen und Beschreibung der Datenqualität,
- Beschreibung der Auswahl der Allokationskriterien.

Darüber hinaus sollten in der Dokumentation wie bei Ökobilanzen Sensitivitätsanalysen vorgestellt werden, ebenso Untersuchungen zur Unsicherheit und eine Fehlerschätzung. Darüber hinaus sollte explizit transparent gemacht werden, ob und in welcher Detailtiefe andere Umweltkategorien der Ökobilanz mit untersucht wurden.

2.2.15 Wie soll der PCF kommuniziert werden?

Die Art der Kommunikation kann je nach Produkt sehr unterschiedlich (z.B. bei Zwischenprodukten oder Endprodukten) sein, in der Regel werden mehrere Kommunikationswege sinnvoll sein (Dokumentation für Industriekunden und Experten, Webseite, Pressemitteilung etc.). Bei der Kommunikation sollten die Anforderungen an eine vollständige und faire Dokumentation aus Kap. 2.2.14 eingehalten werden.

Eine besondere Rolle spielt die mögliche Kommunikation an Verbraucher – diese wird wegen ihrer hohen Bedeutung in dem gesonderten Kapitel 2.3 ausführlich dargestellt. Die Schlussfolgerungen werden nachstehend kurz zusammengefasst. Empfohlen werden vor allem Hinweise für Verbraucher zur klimaschonenden Verwendung (auf der Packung, im Beipackzettel oder in der Betriebsanleitung, ggfs. mit Verweis auf längere Ausführung auf der Webseite) sowie gemeinsame Medien-Aktionen mit Umwelt- und Verbraucherorganisationen (mit zuvor gemeinsam eruierten Grundaussagen und Handlungsempfehlungen wie etwa bei der Initiative Washright von IKW/AISE. Abgeraten wird dagegen von CO₂-Labeln oder der bloßen numerischen Ausweisung von Treibhausgas-Werten. Stattdessen sollten Leadlabel nach ISO 14024 wie das Umweltzeichen Blauer Engel für technische Produkte und die bestehende Energieeffizienzkenzeichnung sowie das Biosiegel für Lebensmittel genutzt werden.

2.3 Verbraucherinformationen zur produktbezogenen Klimarelevanz

Die Kommunikation zum produktbezogenen Klimaschutz ist geprägt von der britischen Initiative zu CO₂-Labeln und der damit ausgelösten internationalen Diskussion. Daher wird nachfolgend die Label-Diskussion ausführlich vorgestellt (Kap. 2.3.1), gefolgt von einer systematischen Analyse von Labeln und Kennzeichnungen für verschiedene Produktgruppen (Kap. 2.3.2) und speziell für Lebensmittel (Kap. 2.3.3). Die Schlussfolgerungen zur Kommunikation finden sich in Kap. 2.3.4.

2.3.1 Vielfalt von Label und Kennzeichnungen

Bei den Initiativen zur CO₂e-Kennzeichnung oder CO₂e-Label gab es anfangs wenige Bezüge auf andere bestehende Label und auf Erfahrungen mit diesen Label. Derzeit gibt es in Deutschland ca. 400 unterschiedliche Label und Kennzeichnungen. Die große Mehrheit der Verbraucher ist damit überfordert und setzt die Informationen nur zum kleinen Teil in den Kauf gelabelter Produkte um. Das Angebot von CO₂e-Kennzeichnungen oder CO₂e-Label trifft daher auf ein bereits übersättigtes Informationsangebot. Innerhalb der Label und Kennzeichnungen gibt es einige wenige Lead-Label und entsprechend gekennzeichnete Produkte, die sowohl stärker beachtet wie auch gekauft werden. Dies sind das Umweltzeichen Blauer Engel (in anderen Ländern andere nationale Umweltzeichen), das Biosiegel, die Energieeffizienz-Kennzeichnung, der Energy Star und das Fair-Trade Label. Zu prüfen ist, wie mögliche CO₂e-Label zu diesen Lead-Labels stehen.

Nachfolgend werden typische Initiativen für CO₂-Label und -Kennzeichnungen dargestellt. Anschließend wird deren Bedeutung für verschiedene Produktgruppen erörtert (Kap. 2.3.2).

Die Zahl der internationalen Initiativen zum CO₂-Labelling und zur klimabezogenen Produktkennzeichnung hat im Verlauf des Jahres 2008 und 2009 enorm zugenommen. Die wichtigsten Typen der Label und Produktkennzeichnungen werden nachfolgend dargestellt.

CO₂e-Label bzw. Carbon Reduction Label

Die am intensivsten aber auch am kontroversesten diskutierten Label sind die CO₂e-Label (oder auch Carbon-Label) bzw. Carbon Reduction Label. Das Carbon Reduction Label des Carbon Trust ist wohl der prominenteste dieser Vertreter. Das Label weist den genauen Wert des Product Carbon Footprint aus, muss aber nicht alle Lebenszyklusphasen des Produkts erfassen⁸. Zusätzlich wird zur Bedingung gemacht, dass das Label nur an die Unternehmen vergeben wird, die sich zu einer Reduzierung des PCF über zwei Jahre verpflichten. Dazu werden erläuternde Hinweise über das Label vermittelt, wie etwa Produktvergleiche oder Kundeninformationen, wie der PCF in der Nutzungsphase reduziert werden kann.

⁸ So weist Continental Clothing den Product Carbon Footprint eines T-Shirts über das Carbon Reduction Label lediglich für die Erzeugung der Rohmaterialien, die Produktion und den Transport in das Vereinigte Königreich aus. Die Nutzungsphase bzw. die Entsorgung des Produkts wird dabei nicht berücksichtigt.

Das Label kann auf der Verpackung der Produkte genutzt werden (wie zum Beispiel bei Tesco), im Handel (am Point-of-sale) oder beispielsweise im Internet auf entsprechenden Websites der Unternehmen. Das Label ist freiwillig und wird durch den Carbon Trust bzw. akkreditierte Dienstleister geprüft.

Das Carbon Reduction Label ist Vorbild für eine Reihe vergleichbarer internationaler Ansätze wie in Südkorea oder Japan, wo ähnliche Label eingeführt wurden.

CO₂e-Siegel für Best-Produkte

Darüber hinaus gibt es Ansätze, die den Product Carbon Footprint als Grundlage nehmen, um die besten Produkte einer Produktgruppe (z. B.: Waschmittel) mit einem Siegel auszuzeichnen. Eine der prominenten Ansätze ist das Pilotprojekt um das CO₂e-Siegel „approved by climatop“, das von der schweizerischen Handelskette Migros genutzt wird. Damit werden die Produkte einer Produktgruppe ausgezeichnet, die – gemessen am PCF – mindestens 20 Prozent besser abschneiden als ein vergleichbares durchschnittliches Produkt. Es wird dabei der gesamte Lebenszyklus der Produkte inklusive der Nutzung und Entsorgung bilanziert⁹. Migros nutzt dieses Siegel allerdings lediglich für Eigenmarken. Die dem Labelling zugrunde liegenden Berechnungen werden von einem externen Forschungspartner („climatop“) durchgeführt. Die größten Herausforderungen werden von den Beteiligten im Bereich der Lebensmittel gesehen.

Klimaneutral-Label

Zusätzlich zu den genannten Labelformen auf Basis des PCF gibt es Initiativen, die die Produkte als klimaneutral kennzeichnen. Dabei wird der PCF für die Produkte ermittelt und über Investitionen in (externe) Klimaschutzprojekte kompensiert. Die einzelnen Ansätze sind unterschiedlich. Wichtige Differenzen gibt es in Bezug auf die Fragen:

- Welche Treibhausgase wurden bilanziert?
- Wurden alle Lebenszyklusphasen berücksichtigt oder nur bestimmte Abschnitte?
- Gibt es Anforderungen an die Reduzierung des PCF vor der Kompensation?
- Welche (Qualitäts-)Anforderungen werden an die Kompensationsprojekte gestellt?

Ein bekanntes Beispiel in Deutschland ist das Label „*Stop Climate Change*“. Dabei werden die THG-Emissionen während der gesamten Produktion inklusive der Transporte bis zum Point-of-sale bilanziert (Nutzung und Entsorgung ist nicht eingeschlossen), es wird die Reduzierung der THG-Emissionen geprüft und die verbleibenden Emissionen werden über Klimaschutzprojekte geprüft, die transparente Standards erfüllen. Die Berechnungen der THG-Bilanzen werden von AGRA-TEG GmbH vorgenommen, die wiederum von einem

⁹ Wurden zu Beginn des Projekts lediglich CO₂e-Bilanzen erstellt, fußt das System inzwischen auf Ökobilanzen unter der Berücksichtigung der anderen relevanten Umweltkategorien.

unabhängigen Zertifizierer (Gesellschaft für Ressourcenschutz mbH) aus dem Umweltbereich geprüft werden. Bisher wurden hauptsächlich Lebensmittel aus dem Bio-Anbau von deren Herstellern freiwillig mit diesem Siegel gekennzeichnet.

Umweltlabel mit Klimafokus

Neben diesen Produktkennzeichnungen, die hauptsächlich auf THG-Bilanzen aufbauen, findet auch eine Ausdifferenzierung der „klassischen“ Umweltlabel statt, unter anderem mit dem Schwerpunkt Klimaschutz. Dabei werden Vergabekriterien für diverse Produktgruppen erarbeitet, die die Klimarelevanz der Produkte charakterisieren. Das ist nicht notwendigerweise der PCF, sondern insbesondere bei energieverbrauchenden Produkten in der Regel der Energiebedarf. Darüber hinaus werden aber auch andere Umweltkategorien in Form von Mindestkriterien bei der Vergabe des Umweltlabels berücksichtigt. Ausgezeichnet werden etwa die besten 20% einer Produktgruppe im Markt, vorausgesetzt, der Hersteller bewirbt sich um dieses freiwillige Label. Die Kriterien werden zunehmend regelmäßig aktualisiert und dadurch dynamisiert, so dass ein Top-Runner-Ansatz verfolgt wird.

Das prominenteste und auch neueste Beispiel für ein derartiges Umweltlabel ist das deutsche Umweltzeichen („Blauer Engel“). Das Umweltzeichen Blauer Engel wird künftig in vier unterschiedlichen Clustern vergeben: „Schützt das Klima“, „Schützt die Ressourcen“, „Schützt das Wasser“ und „Schützt die Gesundheit“. Die Schwerpunktsetzung wird jeweils als Zusatz im Logo des Blauen Engel ergänzt. Unabhängig von dieser Schwerpunktsetzung berücksichtigt der Blaue Engel auch weiterhin alle relevanten umwelt- und gesundheitsbezogenen Eigenschaften von Waren und Dienstleistungen. Schließlich achten Verbraucherinnen und Verbraucher auch auf andere Umwelt- und Gesundheitsaspekte, wie etwa Schutz vor Schadstoffen, Lärm oder Wasserverbrauch. Ein weiterer Vorteil des Umweltzeichens ist, dass die Kriterien auf der Basis von Ökobilanzen abgeleitet werden und die Kriterien zuerst von einem Experten-Gremium diskutiert und abschließend in einem Stakeholder-Gremium festgelegt werden.

Für das Cluster Klimaschutz werden in einem laufenden Projekt bis 2011 die Vergabegrundlagen für die 100 wichtigsten klimarelevanten Produktgruppen erarbeitet. Für die ersten neun Produktgruppen wurden bereits die fachlichen Expertenanhörungen durchgeführt: Netbooks, DVD-Rekorder/Blu Ray Disk Rekorder, Kühl- und Gefriergeräte, Wäschetrockner, Waschmaschinen, Gasherde, Espressomaschinen, Wasserkocher und automatische Steckerleisten (Masterlaves). Ähnliche Konzepte werden aktuell auch für das europäische Umweltzeichen („Euro-Blume“) diskutiert.

Neben dem Umweltzeichen gibt es weitere laufende Prozesse zum produktbezogenen Klimaschutz, wie etwa den Ökodesign-Prozess und die Neuorientierung der EU-Energieeffizienz kennzeichnung. Insbesondere angesichts der Änderungen bei der EU-Energieeffizienz kennzeichnung könnte bei den Verbraucherinnen und Verbrauchern Verunsicherung

bei der Kaufentscheidung entstehen, wohingegen das lang etablierte Umweltzeichen Blauer Engel für Verbraucher eine verlässliche Orientierung darstellen wird.

Die meisten Initiativen zu den oben genannten Produktlabeln sind derzeit auf freiwilliger Basis angelegt.

Verpflichtende CO₂-Label

In einigen Fällen – wie zum Beispiel in Frankreich – wird aber auch über verpflichtende Formen des Labelling diskutiert. Im Rahmen der so genannten Umwelt-Grenelle wurde ein Vorschlag erarbeitet, dass ab Januar 2011 die Konsumentinnen und Konsumenten mit einem Label oder anderen geeigneten Prozessen über die Treibhausgasemissionen und andere Umweltauswirkungen sowie den Verbrauch an Ressourcen im Lebenszyklus der Produkte informiert werden müssen.

Diese Regelung ist bisher noch nicht vom Parlament verabschiedet. Auch steht noch nicht fest, welche Umwelteigenschaften der Produkte mit dem Labelling erfasst werden sollen und in welcher Form die Kennzeichnung erfolgen soll. Um diese Fragen zu klären, wurde eine Plattform initiiert unter der Leitung von Ademe (der französischen Umweltagentur) mit Unterstützung der französischen Standardisierungsorganisation Afnor und unter Beteiligung aller relevanter Anspruchsgruppen (wissenschaftliche Experten, Handelsunternehmen, NGOs, Produzenten). Die Arbeit erfolgt in Arbeitsgruppen getrennt nach Produktgruppen. In 12 Arbeitsgruppen werden zu betrachtende Umweltkategorien, sinnvolle Erfassungsmethoden und mögliche Kommunikationsformen produktgruppenspezifisch diskutiert, bevor dann das weitere Vorgehen möglichst noch in 2009 auf Basis der Ergebnisse vereinbart werden soll.

Zusätzlich zu den genannten Kategorien von Produktkennzeichnungen gibt es eine große, inzwischen unübersichtliche Anzahl von Lösungen einzelner Unternehmen, wie besonders klimagerechte Produkte aus ihrem Portfolio gekennzeichnet werden – auch jenseits von Labeln der oben genannten Formen.

In den kommenden Jahren ist zu erwarten, dass noch weitere Initiativen hinzukommen. Vor diesem Hintergrund besteht die Gefahr, dass Verbraucherinnen und Verbraucher aufgrund der Vielzahl der unterschiedlichen Informationen eher verwirrt werden als eine Orientierung erhalten oder sogar zu Fehlentscheidungen kommen.

Um dem vorzubeugen, braucht es gerade in Bezug auf die Klima- und Umweltrelevanz noch deutlich mehr Wissen in Bezug auf die folgenden Fragen:

- Welche glaubwürdigen belastbaren Informationen und Aussagen sind auf der Basis unseres methodischen Standes des Wissens in Bezug auf die Klimarelevanz von Produkten möglich?
- In welcher Form können diese Informationen an die Verbraucherinnen und Verbraucher am besten kommuniziert werden, so dass sie handlungsleitend und zugleich richtungssicher im Sinne des Klimaschutzes verstanden werden können?

Aus diesen Fragen ergeben sich wichtige Anforderungen an die Kommunikation zur Klimarelevanz von Produkten und deren Nutzung.

2.3.2 Systematische Analyse für unterschiedliche Produktgruppen

Der Schwerpunkt der derzeitigen Aktivitäten und der Kommunikation zum Product Carbon Footprint liegt bei der Produktgruppe Lebensmittel und nicht bei den aus Klimasicht wichtigeren energieverbrauchenden Produkten (wie etwa Heizungen, PKW oder Elektrogeräte). Dies ist auch deshalb überraschend, weil man eine Nicht-Berücksichtigung anderer Umweltkategorien, wenn überhaupt, dann noch am ehesten bei den energieverbrauchenden Produkten begründen könnte, aber viel weniger bei Lebensmitteln. Interessanterweise wird in den Medien vergleichsweise wenig über die bereits bestehenden Kennzeichnungspflichten für Strom und Pkw berichtet, dagegen sehr ausführlich über vorgeschlagenen aber weit weniger relevanten CO₂-Label für Lebensmittel.

Bislang gibt es keine klaren Vorstellungen, wie CO₂e-Label zu anderen Labeln oder Kennzeichnungspflichten wie dem EU-Energieeffizienz-Label positioniert werden sollten. Nachfolgend wird die Sinnhaftigkeit von CO₂e-Labeln für verschiedene Produktgruppen erörtert.

PCF für die besonders klimarelevanten Produkte

Bei den Pro-Kopf-Emissionen an Treibhausgasen haben einige wenige Produkte einen besonders hohen Anteil. Dies sind Heizungen (mit Brennstoffen wie Öl und Gas), Pkw und Flüge sowie Strom (bzw. die stromverbrauchenden Elektrogeräte). Mit **wenigen** Produkten und Kaufentscheidungen werden hier von einem Bundesbürger und pro Jahr etwa 5-6 Tonnen CO₂e verursacht, wohingegen sich die Treibhausgasemissionen aus Lebensmitteln (insgesamt etwa 1,5 bis 2,0 Tonnen CO₂e) aus dem Kauf Tausender unterschiedlicher Lebensmitteln in jährlich 100 oder mehr Einkäufen zusammensetzen.

Bei Strom und Pkw bestehen bereits klimarelevante Kennzeichnungspflichten (CO₂/km bei Pkw¹⁰ und Art der Stromproduktion bei Strom), andere könnten relativ einfach bilanziert werden¹¹ (gute Statistik, leicht zu berechnen, Ausweisung auf der Rechnung). Bislang gibt es aber bei Verbrauchern wenig Nachfrage zu den bereitgestellten Daten. Dies gilt vergleichbar auch für die Stromkosten: Die Mehrzahl der Verbraucher kann beispielsweise bislang auf Befragen weder die ungefähre Höhe ihres Stromverbrauchs noch die der Stromkosten benennen.

¹⁰ Angegeben werden hier allerdings nur CO₂-Emissionen ohne Vorkette. Der PCF wird damit um ca. 15% unterschätzt.

¹¹ Mit Ausnahme der – im Vergleich zum Benzinverbrauch allerdings weniger relevanten – Herstellung von Pkw.

PCF von Elektrogeräten mit großem Energiebedarf

Ausgewählte Elektrogeräte müssen gemäß ihrer **Energieeffizienz** ausgezeichnet werden. Ursprünglich waren dies vor allem die großen Haushaltsgeräte, im Rahmen der laufenden Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie wird die Kennzeichnungspflicht auf weitere große Geräte wie etwa IT-Geräte, perspektivisch aber auch auf kleinere Geräte (z.B. Staubsauger oder Espressomaschinen) ausgeweitet. Die Geräte werden dabei nach ihrer Energieeffizienz klassifiziert und mit einem definierten Standardgerät verglichen, wobei Größe und Funktionalität berücksichtigt werden. Im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie wurden und werden u.a. Ökobilanzen erstellt, wobei ein durchschnittliches *europäisches* Nutzungsmuster zugrunde gelegt wird. Bei den meisten energieverbrauchenden Geräten zeigte sich, dass die Herstellung und Entsorgung der Geräte zusammengenommen nur einen kleinen Anteil (Größenordnung um die 10%) am Gesamt-Energiebedarf haben und die Nutzungsphase mit rund 90% dominiert (bei den Elektronikgeräten ist der Anteil der Produktion dagegen meist deutlich höher). Dies gilt vergleichbar für die Klimabilanz bzw. den PCF. Die Herstellung der komplexen Geräte wurde zumeist nur orientierend bilanziert, weil die Bedeutung der Herstellung eher gering ist und die Datenerfassung sehr aufwendig wäre. Aus Verbrauchersicht fehlen aber oft Differenzierungen, wie etwa bei Waschmaschinen die Angabe des Stromverbrauchs bei unterschiedlichen Temperaturen und bei unterschiedlichen Befüllungen.

Der PCF der großen Elektrogeräte liegt in der Größenordnung von Hundert bis einigen Hundert kg CO₂e pro Jahr und über die gesamte Lebensdauer meist oberhalb von 1.000 kg CO₂e.

Obwohl die Produkte also einen hohen PCF haben, gibt es derzeit keine wesentlichen Initiativen, den PCF der Geräte zu erfassen und am Gerät auszuweisen oder die Geräte mit einem CO₂e-Label zu versehen.

Es wäre sehr aufwändig, den PCF der Elektrogeräte zu errechnen, wenn man dabei auch die Herstellung der vielen Hunderte Geräte genau erfassen wollte. Wenn man für die Herstellung nur Durchschnittswerte der jeweiligen Produktkategorie verwenden und ansonsten nur den Stromverbrauch bilanzieren würde, wäre der PCF vergleichsweise einfach zu erfassen.

Allerdings kann man davon ausgehen, dass die Angabe des PCF ohne eine Vergleichsskala für Verbraucher wenig aussagekräftig wäre. Ist ein Kühlschrank mit einem PCF von 3.000 kg (Angabe für 15 Jahre Lebensdauer) ein guter oder schlechter Kühlschrank? Man müsste also für die Elektrogeräte jeweils eine Vergleichsskala aufstellen und wäre dann nahe beim bestehenden Energieeffizienzsystem. Eine numerische Angabe des PCF oder ein CO₂e-Label wäre wenig sinnvoll; denkbar ist allenfalls die zusätzliche Angabe des durchschnittlichen Stromverbrauchs und des Stromverbrauchs für die einzelnen Programme beim Betrieb der Geräte – und die Angabe des durchschnittlichen PCF für Strom.

Für mehrere Elektrogeräte gibt es über die Energieeffizienzkenzeichnung hinaus auch nationale **Umweltzeichen** (in Deutschland den Blauen Engel) oder das europäische Umweltzeichen (die Euroblume). Bei den Kriterien für die Umweltzeichen werden meist anspruchsvolle Anforderungen an den Energiebedarf, aber auch Anforderungen an weitere Umweltaspekte gestellt (Kriterien für Lärm, Wasserverbrauch, eingesetzte Materialien, Schadstoffe, Strahlung etc.). Umweltzeichen wie der Blaue Engel stellen eine umfassende und integrierte Umweltbewertung dar (nicht nur Bewertung des PCF) und sind damit aussagekräftiger und höherwertiger als die Energieeffizienz-Kenzeichnung. Der PCF selbst wird bisher bei Umweltzeichen nicht ausgewiesen, dies könnte aber – wie oben bei der Energieeffizienzkenzeichnung beschrieben – problemlos ergänzt werden.

Empfehlung: Bei Elektrogeräten mit hohem Energiebedarf sollte die Energieeffizienzkenzeichnung um die Angabe relevanter Stromverbräuche oder Leistungswerte ergänzt werden. Die Elektrogeräte sollten darüber hinaus in das Umweltzeichen-System aufgenommen werden.

PCF von Elektrogeräten mit kleinem Energiebedarf

Hier stellt sich die Sachlage ähnlich dar wie bei den Elektrogeräten mit dem hohen Energiebedarf – mit dem wesentlichen Unterschied, dass die Herstellungsphase einen größeren Anteil haben kann und dass die Bedeutung anderer Umweltaspekte eher zunimmt. Dies spricht noch mehr für eine integrierte Umweltbewertung bzw. Umweltzeichen.

Neben dem absoluten Energieverbrauch kann das Einsparpotential von großer Bedeutung sein. Beispielsweise hat eine Untersuchung zu Espressomaschinen gezeigt, dass das Einsparpotential zwischen durchschnittlichen und Best-Geräten bei rund 100 kWh pro Jahr liegt – das entspricht etwa dem Unterschied von Kühlschränken der Klasse A⁺⁺ und A (Grießhammer et al. 2009).

PCF von energiesparenden Produkten

Produkte wie Dämmmaterialien, Steckerleisten oder 20-Grad-Waschmittel können in der Nutzungsphase zu erheblichen Einspareffekten führen und den PCF *anderer* Produkte reduzieren. Der PCF der energiesparenden Produkte selbst ist im Vergleich dazu meist klein und weniger relevant. Die Bilanzierung der indirekten Einsparung ist methodisch anspruchsvoll und nicht einfach mit dem energiesparenden Produkt in Bezug zu setzen (das ist auch der Grund, warum der PAS 2050 eine solche Bilanzierung ausschließt!).

Die Angabe des PCF von energiesparenden Produkten ohne Angabe des PCF-Einspareffekts würde keinen Sinn machen. Dies gilt vergleichbar für ein denkbare CO₂e-Label.

Energiesparende Produkte werden aber oft bereits mit einem Umweltzeichen gekennzeichnet. Dabei werden das Treibhausgaspotential des Produkts selbst und der Einspareffekt berücksichtigt, aber auch andere Umweltkriterien wie etwa Schadstoffe (Beispiel Dämmmaterialien!).

PCF von technischen Produkten ohne Energiebedarf in der Nutzungsphase

Bei diesen Produkten spielen meist mehrere Umweltaspekte und nicht nur der Energiebedarf bei der Herstellung eine wichtige Rolle. Dies spricht für eine integrierte Umweltbewertung bzw. Umweltzeichen und gegen isolierte CO₂e-Label.

Angesichts der Vielzahl der Produkte sollte zuvor eine Relevanzprüfung erfolgen.

2.3.3 PCF von Lebensmitteln

Datenaufwand zur Ermittlung des PCF von Lebensmitteln

Der Anteil von Lebensmitteln an den Pro-Kopf-Emissionen liegt in Deutschland in der Größenordnung von etwa 1,5 bis 2,0 Tonnen CO₂e und damit bei etwa 20%. Je nach Abgrenzung (mit oder ohne Getränke, mit oder ohne Außer-Haus-Verzehr, mit oder ohne Verpackungen, mit und ohne Kühlung und Kochen) finden sich dazu unterschiedliche Zahlen (Grießhammer et al. 2010). Dieser durchaus hohe Wert verteilt sich allerdings auf Tausende unterschiedlicher Lebensmittel und Hunderte von Einkäufen. Der PCF einzelner Lebensmittel liegt in der Größenordnung von einigen Dutzend Gramm bis mehreren Kilo CO₂e. Sehr hohe Werte hat beispielsweise Rindfleisch mit rund 13 kg CO₂e pro Kilo.

Die Bestimmung des PCF von Lebensmitteln ist in der Regel aufwändig und erfordert vor allem dann viel Aufwand und Kosten, wenn spezifische (und nicht generische) Daten erhoben werden sollen – was ja die Ursprungsidee der Tesco-Initiative war.

Die Gründe für den hohen Datenaufwand sind:

- sehr viele und unterschiedlich große Agrarbetriebe,
- häufige Wechsel der Zulieferer,
- starke Unterschiede in der Art des Anbaus,
- jährlich und saisonal schwankende Erträge,
- viele unterschiedliche Verarbeitungstechniken und -betriebe,
- eine Bandbreite von relativ einfachen Produkten wie Äpfel oder Bananen bis hin zu komplexeren Convenience-Produkten,
- sehr unterschiedliche Transportwege – von regional bis global, vom Traktor bis zum Flugzeug,
- hoher und zeitabhängiger Einfluss von Lagerhaltung und Kühlung,
- eine Vielzahl unterschiedlicher Packungsgrößen und Verpackungen,
- unterschiedliche Zubereitungsarten und große Unterschiede zwischen Convenience-Produkten und selbst zubereiteten Produkten.

Aus den genannten Gründen können die PCF-Werte von Lebensmitteln erheblich schwanken und es können zum Teil erhebliche Reduktionspotentiale abgeleitet werden. Es ist daher

sinnvoll, den PCF von Lebensmitteln zu bestimmen und Optimierungspotentiale beim Anbau, bei der Verarbeitung, bei Transporten oder Lagerung abzuleiten und zu realisieren. Weitaus schwieriger ist es dagegen für Handelsunternehmen, den PCF von Tausenden unterschiedlicher Lebensmittel kontinuierlich und wettbewerbsrechtlich verlässlich auszuweisen und den Verbrauchern adäquate Vergleichsmaßstäbe zu bieten.

Die Schwierigkeit zur Ermittlung des spezifischen PCF von Lebensmitteln und Auszeichnung mit CO₂e-Labeln kann schon an einem „einfachen“ Produkt verdeutlicht werden – an Äpfeln:

Der Energieaufwand zur Produktion und Lagerung von Äpfeln schwankt von Betrieb zu Betrieb und kann zwischen großen und kleinen Betrieben um den Faktor 2-3 unterschiedlich sein. Die Transportentfernung kann ebenfalls sehr unterschiedlich ausfallen – das Bodensee-Obst wird am Bodensee verkauft, aber auch in Kassel oder Berlin. Die Äpfel können aber auch aus Neuseeland oder Chile importiert werden. Die in Deutschland erzeugten Äpfel werden bis ins späte Frühjahr hinein gelagert und dabei gekühlt. Der PCF steigt damit von Monat zu Monat.

Um den PCF von Äpfeln in einer Verkaufsstätte auch nur einigermaßen spezifisch anzugeben, müssten jeweils die Produktionswerte vom Anbaubetrieb, die Transportentfernung und -mittel sowie die Dauer und Art der Kühlung bekannt und individuell berechnet werden – und das für jede verkaufte Apfelsorte. Das ist grundsätzlich möglich, aber sehr aufwändig und sollte ja nicht nur für Äpfel, sondern Tausende anderer Produkte durchgeführt werden.

Damit Verbraucher die Angabe des spezifischen PCF adäquat bewerten können, müssten darüber hinaus – wie bei den Elektrogeräten – für vergleichbare Produkte Rankingsysteme entwickelt werden – zum Beispiel für Äpfel der Klimaklasse A, B, C... (wenn man wirklich alle Äpfel in eine Klasse werfen wollte).

Angesichts der oben genannten Schwierigkeiten ist es offensichtlich, dass in absehbarer Zeit (und vermutlich auch zukünftig) kein System entstehen wird, bei dem Tausende unterschiedlicher Lebensmittel in den Handelsgeschäften regelmäßig und wettbewerbsrechtlich zuverlässig mit ihrem jeweiligen und aktuellen CO₂e-Wert gekennzeichnet bzw. gelabelt werden und zudem auch jeweils entsprechende Rankingsysteme entwickelt werden.

Biosiegel

Bei Lebensmitteln spielen darüber hinaus weitere Umweltaspekte eine große Rolle: Flächenverbrauch, Erhalt der Bodenfruchtbarkeit, Wasserverbrauch, Einsatz von Pestiziden, schädliche Inhaltsstoffe, Zusatzstoffe. Gerade deshalb wurde ja das Biosiegel entwickelt. Die isolierte Angabe des PCF stellt dagegen keine ausreichende Verbraucherinformation dar. Denkbar ist dagegen, das Biosiegel um das Kriterium Treibhausgaspotential zu ergänzen. Aufgrund der oben genannten Schwierigkeiten dürfte aber auch dies eine erhebliche Herausforderung darstellen.

2.3.4 Schlussfolgerungen für die Kommunikation

Die vorgenannten Überlegungen sprechen klar dafür, Umweltzeichen nach ISO 14024 (Typ 1) wie das Umweltzeichen Blauer Engel als Lead-Label beizubehalten. Die Vorteile gegenüber CO₂-Labeln sind nachfolgend noch einmal für das Umweltzeichen zusammengefasst (die Argumente gelten sowohl für den Blauen Engel als auch sinngemäß für andere nationale Umweltzeichen und das europäische Umweltzeichen):

- Einfach zu verstehende und verlässliche Information für Verbraucher: das mit dem Umweltzeichen ausgezeichnete Produkt ist aus Gesamt-Umweltsicht deutlich besser als vergleichbare Produkte.
- Einbeziehung aller relevanten Umwelt- und Gesundheitsaspekte.
- Ableitung der Kriterien auf der Basis von Ökobilanzen und ökotoxikologischer Bewertungen.
- Anschließende Diskussion in einem Experten-Gremium.
- Abschließender Beschluss in der „Jury Umweltzeichen“, in der die relevanten gesellschaftlichen Gruppen vertreten sind.
- Zertifizierte Vergabe und Überprüfung der Kriterien für die mit dem Umweltzeichen ausgezeichneten Produkte.

Die unvollständige und unsystematische Veröffentlichung von CO₂e-Werten ohne Vergleichsmaßstäbe und ohne Bezug auf andere Umweltaspekte von Lebensmitteln trägt dagegen wenig zur Verbraucherorientierung, sondern eher zur Verwirrung von Verbrauchern bei. Stattdessen sollten für die aus Klimasicht wichtigsten Produktgruppen Ökobilanzen durchgeführt werden, bei denen alle relevanten Umweltaspekte (Durchschnittswerte und Bandbreiten) erhoben werden. Auf dieser Basis können – wenn die Datenlage belastbar ist – für die Verbraucherinformation Grundaussagen und Handlungsoptionen abgeleitet und typische Fragen beantwortet werden:

- Sind Ökobilanz und Klimarelevanz von Regional-Äpfeln oder Äpfeln aus Übersee besser? Sind Bio-Äpfel aus Übersee besser als konventionelle Regional-Äpfel? Gibt es Regional-Bio-Äpfel, die nicht gekühlt werden? Welche sind die aus Umweltsicht besten Äpfel? Stimmt es, dass bei der Herstellung und Sterilisierung von Apfelsaft in kleinen Kelteranlagen meist viel mehr Energie verbraucht wird als in großen Anlagen?
- Ist es aus Umwelt-, Gesundheits- und Klimasicht sinnvoll, weniger Fleisch zu essen? Soll man beim Fleischverzehr aus Klimasicht eher auf Hühnerfleisch setzen? Ist Bio-Fleisch auch aus Klimasicht besser als konventionell erzeugtes Fleisch?
- Ist industriell gefertigte Tiefkühlkost aus Klimasicht schlechter als im Privathaushalt frisch zubereitete Lebensmittel? Oder gibt es hier deutliche Unterschiede je nach Lebensmittel und Kühlzeit im Privathaushalt?

- Wie fällt aus Umwelt- und Klimasicht der Vergleich unterschiedlicher Ernährungsstile aus? Stimmt es, dass ein höherer Anteil von Milchprodukten einen niedrigeren Anteil von Fleischprodukten aus Klimasicht kompensiert?

Folgende Kommunikationsmaßnahmen werden daher für Produkte empfohlen:

- Hinweise für Verbraucher zur klimaschonenden Verwendung (auf der Packung, im Beipackzettel oder in der Betriebsanleitung, ggfs. mit Verweis auf längere Ausführung auf der Webseite);
- gemeinsame Medien-Aktionen mit Umwelt- und Verbraucherorganisationen (mit zuvor gemeinsam eruierten Grundaussagen und Handlungsempfehlungen wie etwa bei der Initiative Washright von IKW/AISE
- Nutzung von Leadlabels nach ISO 14024 wie das Umweltzeichen Blauer Engel für technische Produkte und/oder die bestehende Energieeffizienzkennzeichnung sowie das Biosiegel für Lebensmittel.

Die Kommunikationsmaßnahmen sollten dabei die folgenden Anforderungen erfüllen:

- handlungsorientiert,
- alltagsgerecht,
- gut verständlich,
- gut einordenbar (Ranking),
- knapp bei der Direktansprache,
- umfassend bei einer gewünschten Vertiefung,
- fair beim Vergleich von Produkten,
- gut dokumentiert.

3 Internationale Methodenentwicklung zum Product Carbon Footprint und zum Corporate Carbon Footprint

3.1 Public Available Specification 2050 (PAS 2050)

Eine der ersten Aktivitäten zur Standardisierung der Methodik des PCF wurde auf nationaler Ebene in Großbritannien von BSI British Standards Solutions in Kooperation mit dem Department for Environment, Food and Rural Affairs (defra) und dem Initiator des Carbon Trusts angestoßen und am 29. Oktober 2008 mit der Veröffentlichung einer Public Available Specification, „*Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services*“, einer Richtlinie unterhalb eines britischen Standards (PAS 2050:2008), abgeschlossen.¹²

Der PAS 2050 repräsentierte damit den ersten Versuch – auf nationaler Ebene in Großbritannien – einheitliche Grundlagen für die Erfassung der entlang des Lebenszyklus von Waren und Dienstleistungen anfallenden Treibhausgasemissionen (Product Carbon Footprint) zu schaffen. Hierfür haben internationale Konsultationsrunden stattgefunden, an denen sich auch das Öko-Institut beteiligt hat (Grießhammer und Hartmann 2008). Nicht in allen Fällen ist aus der nun vorliegenden Endfassung ersichtlich, wie mit den Anmerkungen zu bestimmten methodischen Herausforderungen umgegangen worden ist. Es ist anzunehmen, dass nicht alle methodischen Empfehlungen des PAS 2050 für eine Übernahme als internationale Richtlinie oder Standard geeignet sind (siehe unten). Deshalb haben sich internationale Initiativen und Standardisierungseinrichtungen dieser Thematik in den vergangenen Monaten angenommen, ohne den PAS 2050 explizit als Grundlage der Prozesse zu nehmen.

3.1.1 ISO 14067 „Carbon Footprint of Products“

Das Technical Committee (TC) 207 „*Environmental Management*“ mit dem Subcommittee 7 „*Greenhousegas Management and related activities*“ der Internationalen Standardisierungsorganisation (ISO) hat in 2008 den Auftrag angenommen, einen Standard für „*Carbon Footprints of Products*“ zu erarbeiten (ISO/NP 14067). Der Standard wird zwei Teile umfassen – einen Standard zur Erfassung bzw. Quantifizierung und einen Standard für die Kommunikation. Wichtige Grundlagen für den Teil zur Quantifizierung sind die ISO-Normen 14040 ff. zur Ökobilanzierung. Der Teil zur Kommunikation wird sich auf die ISO 14025 zum Umwelt-Labeling von Produkten und zur Produktdeklaration stützen. Auf der Sitzung des TC 207 im Juni 2009 in Kairo wurden die ersten Working Drafts diskutiert. Es wird angestrebt, die Entwicklung des Standards bis 2011 abzuschließen. Von deutscher Seite wird die Erarbeitung des Standards „*Carbon Footprint of Products*“ von einem

¹² <http://www.bsigroup.com/en/Standards-and-Publications/Industry-Sectors/Energy/PAS-2050/>

Spiegelgremium beim Deutschen Institut für Normung (DIN) vom Normenausschuss Grundlagen im Umweltschutz (NA 172 NAGUS) begleitet. Das Öko-Institut arbeitet bei der Methodenentwicklung mit.

3.1.2 Greenhouse Gas Protocol Product/Supply Chain Initiative des WRI/WBCSD

Das Washingtoner World Resources Institute (WRI) und das Schweizer World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) haben im Herbst 2008 eine Initiative angestoßen, um die Lücken des Greenhouse Gas Protokolls (GHG Protocol) zu schließen. Der Bedarf hierfür wurde zuvor in einem umfassenden Stakeholder-Survey evaluiert. Neben einer produktbezogenen Richtlinie wird auch an einer Richtlinie für die Supply Chain (im GHG-Protocol-Duktus: Scope 3) gearbeitet. Die Initiative startete offiziell im September 2008 mit den ersten Sitzungen des Steering Committees in Washington und der Technical Working Groups in London.¹³

Das GHG Protokoll, das 1998 auf der Grundlage des BP Treibhausgas Berichtsprotokolls ins Leben gerufen wurde, ist eine Bilanzierungsrichtlinie für unternehmerische Treibhausgase. Das Protokoll gibt unter anderem Anleitungen zur Abgrenzung des zu bilanzierenden Kernunternehmens und zur Sicherung der Datenqualität. Während in dem bestehenden GHG Protocol die unternehmerischen Kernbereiche (Scope 1) und der zugekaufte Strom (Scope 2) erfasst sind, bleiben bislang zugekaufte Güter und Dienstleistungen (Scope 3) unberücksichtigt. Dies soll sich nun mit der neuen Initiative ändern.

Mit der „GHG Protocol Supply Chain Initiative“ soll in einem zweijährigen Prozess eine weitere Berichtsrichtlinie erstellt werden, die es Unternehmen erlaubt, entlang ihrer Wertschöpfungskette die Treibhausgasemissionen zu erfassen.

Der Scope 3 bewegt sich parallel zu den Produktbilanz-Standards, die derzeit ebenfalls in Entwicklung sind. Ziel ist die Entwicklung von Methoden, die es hinreichend genau ermöglichen, die mit einem eingekauften Produkt oder einer Dienstleistung verbundenen Treibhausgasemissionen abzubilden. Die Schwierigkeiten liegen dabei insbesondere in der Disaggregation von spezifischen Treibhausgasdaten auf einzelne Produkte und Dienstleistungen. Weitere schwierige Felder sind Spezialfragen wie beispielsweise die Bilanzierung von ‚grünem Strom‘ oder Abfallprozessen. Auch werden die Distanzen in den globalisierten Produktionsnetzwerken große Herausforderungen an die Datenqualitäten stellen. Zum Füllen von Lücken werden fundierte Standardwerte unumgänglich sein, deren Herleitung aber ebenfalls eine Herausforderung darstellen.

¹³ <http://www.ghgprotocol.org/wri-and-wbcds-convening-global-stakeholder-process-to-develop-new-productsupply-chain-guidelines/>

3.2 Vorschläge zur Methodenintegration

Die Bilanzierung des Product Carbon Footprint sollte derzeit grundsätzlich auf Basis von ISO 14040 ff. erfolgen (perspektivisch auf Basis des ISO 14067) und wo sinnvoll die Empfehlungen des PAS 2050 berücksichtigen. Bei einigen methodischen Elementen widersprechen sich ISO 14040 ff. und PAS 2050 oder die Elemente sind unzureichend beschrieben oder methodisch und praktisch nicht sinnvoll. In einem gemeinsamen Memorandum von BMU, UBA und Öko-Institut finden sich Empfehlungen, wie mit diesen offenen oder umstrittenen Elementen in der Übergangsphase bis zum Abschluss laufenden *Standardisierungs- und Harmonisierungsprozessen* umgegangen werden sollte (BMU et al. 2009). In der Regel wird dabei vorgeschlagen, andere methodische Auslegungen durch Alternativ-Rechnungen oder Sensitivitäts-Rechnungen zu berücksichtigen. Fast durchgängig wird deutlich, dass detaillierte Festlegungen auf der Ebene von Produktgruppen getroffen werden müssen. Dementsprechend müssen für die einzelnen Produktgruppen auf internationaler Ebene die **Product Category Rules** festgelegt bzw. weiterentwickelt werden. Bei der Methoden-Entwicklung (und auch der Kommunikation) werden drei wichtige Bereiche diskutiert, bei denen je nach Festlegung in der Norm (Nicht-Einbezug oder Einbezug) die Ergebnisse sehr unterschiedlich ausfallen können, ja sogar das Ergebnis komplett drehen können. Zu diesen drei methodischen Fragen wurden im Rahmen des vorliegenden Projekts drei Positionspapiere erstellt.

3.3 Landnutzungsänderungen

Bei Landnutzungsänderungen, also einer geänderten land- oder forstwirtschaftlichen Nutzung von Flächen, kommt es zu einer Veränderung der Treibhausgasemissionen, weil sich die im Boden gespeicherte Kohlenstoffmenge verändert. Bei den Landnutzungsänderungen unterscheidet man zwischen direkten Landnutzungsänderungen (direct land-use change = dLUC) und indirekten Landnutzungsänderungen (indirect land-use change = iLUC). Die indirekten Landnutzungsänderungen können dann entstehen, wenn Energiepflanzen auf einer Fläche angebaut werden, die vorher dem Anbau von Nahrungsmitteln, Futtermitteln oder Fasern diente. Dann kann davon ausgegangen werden, dass andernorts Flächen neu genutzt werden, um die „verdrängte“ vorherige Produktion zu ersetzen (Beispiele: Rodung von Urwald, Umnutzung von Grasland).

Der PAS 2050 schlägt den Einbezug *direkter* Landnutzungsänderungen vor, lehnt aber den Einbezug *indirekter* Landnutzungsänderungen wegen methodischer Probleme und der ungenügenden Datenlage ab (PAS 2050: 2008, p. 9f.). Dies gilt vergleichbar für die Diskussion zur laufenden Methodenentwicklung der Norm ISO 14067.

In einer ausführlichen Stellungnahme des Öko-Instituts wird dagegen der Einbezug auch der indirekten Landnutzungsänderungen empfohlen (Fritsche und Hennenberg 2009). Nach Stand der Wissenschaft können die indirekten Landnutzungsänderungen ein sehr großes

Ausmaß annehmen und die Ökobilanz oder den PCF von Produkten dominieren. Die Entscheidung über die Sinnhaftigkeit des Anbaus von Energiepflanzen wird weitgehend von dem Ausmaß der indirekten Landnutzungsänderungen bestimmt. Der Nicht-Einbezug des iLUC in Ökobilanzen oder den PCF würde bedeuten, dass wesentliche Klimaeffekte nicht abgebildet werden und zudem absehbare gesetzlich vorgeschriebene Bilanzierungen andere Ergebnisse zeigen als bei der vom PAS 2050 empfohlenen Bilanzierung.

Die Bilanzierung des iLUC ist aus methodischer Sicht zwar tatsächlich schwierig, kann aber modelliert werden. Die indirekten Landnutzungsänderungen können grundsätzlich nur abgeschätzt werden. Nach Aufbau von satellitengestützten Überwachungssystemen wird das globale Ausmaß von direkten und indirekten Landnutzungsänderungen künftig erfassbar sein, aber dennoch keine direkte Beziehung zwischen den einzelnen Flächenänderungen nachgewiesen werden können.

Für die Modellierung des iLUC wurden verschiedene Modelle vorgelegt (Searchinger 2009¹⁴; Öko-Institut und IFEU 2009¹⁵). Der deterministische Ansatz von Öko-Institut/IFEU wurde auch vom Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltänderungen (WBGU) in seinem Gutachten des (WBGU) zu Biomasse zugrunde gelegt wurde.¹⁶

Danach wird für die Bilanzierung von indirekten Landnutzungsänderungen ein iLUC-Faktor („minimum risk level“) in Höhe von 5 t CO₂/ha*a vorgeschlagen.

3.4 Erneuerbare Energie (Strom, Wärme, Treibstoffe)

Die Klimaschutzmaßnahmen lassen sich in zwei Kategorien unterteilen: erstens Maßnahmen zur Reduktion des Energiebedarfs und zweitens Einsatz von regenerativer Energie. Bei den Maßnahmen zur Steigerung des Anteils regenerativer Energien (z.B. Strom aus Wasserkraft oder Photovoltaik) gibt es neben den staatlichen Vorgaben auch freiwillige Maßnahmen von Unternehmen oder Verbrauchern (wie etwa Bezug von Ökostrom).

Die Behandlung von regenerativer Energie wirft einige methodische Probleme auf, wie am Beispiel von Ökostrom gezeigt werden kann: Im bestehenden Strommix gibt es schon seit langem Anteile an Strom aus erneuerbaren Energien, z.B. alte Flusswasserkraftwerke. Aller

¹⁴ Searchinger, Timothy 2009: Evaluating Biofuels – The Consequences of Using Land to Make Fuel; Brussels Forum Paper Series of the German Marshall Fund of the United States, Washington DC
http://www.gmfus.org/template/download.cfm?document=/doc/Biofuels_final.pdf

¹⁵ ÖKO (Öko-Institut)/IFEU (Institut für Energie- und Umweltforschung) 2009: Nachhaltige Bioenergie: Stand und Ausblick; Zusammenfassung bisheriger Ergebnisse des Forschungsvorhabens "Entwicklung von Strategien und Nachhaltigkeitsstandards zur Zertifizierung von Biomasse für den internationalen Handel"; i.A. des Umweltbundesamts; Darmstadt/Heidelberg, <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3740.pdf>

¹⁶ WBGU, „Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung“, Berlin 2009; siehe auch: Fritsche, Uwe R./Wiegmann, Kirsten 2008: Treibhausgasbilanzen und kumulierter Primärenergieverbrauch von Bioenergie-Konversionspfaden unter Berücksichtigung möglicher Landnutzungsänderungen; Expertise zum WBGU-Gutachten 2008; Berlin http://www.wbgu.de/wbgu_jg2008_ex04.pdf

Strom aus erneuerbaren Energien, der produziert wird, wird zunächst im Gesamt-Strommix mitbilanziert. Mit staatlichen Maßnahmen wird darauf hingewirkt, dass diese Anteile steigen, beispielsweise mit vorgeschriebenen Einspeisevergütungen. Viele Energieversorger bieten darüber hinaus „Ökostrom“ an, den Stromkunden (meist mit einem Aufpreis) beziehen können. Im Fall der Lieferung aus alten bestehenden Anlagen findet hier allerdings lediglich eine bilanzielle Umverlagerung dieses Ökostroms statt – weg vom durchschnittlichen Stromkunden (der in aller Regel diesen „Verlust“ nicht wahrnimmt) hin zum vermeintlichen Ökostromkunden. Ökologisch ist eine solche Umbilanzierung wirkungslos, da der Anteil des Ökostroms nicht erhöht wird. Der Einbezug von gesondert bezogenem Ökostrom in den PCF ist nur sinnvoll, wenn mit diesem Ökostrom ein **zusätzlicher Umweltnutzen** geschaffen wird. Dafür muss erstens geprüft werden, ob dieser gesondert bezogene Ökostrom wirklich neuer Ökostrom ist (also aus neu gebauten Anlagen stammt und beispielsweise nicht aus alten Flusswasserkraftwerken) und wie die Definition von neuen Anlagen ist. Zweitens muss sichergestellt sein, dass der „neue“ Ökostrom wirklich durch eine zusätzliche private und gesondert bezahlte Maßnahme produziert wird und nicht aufgrund einer staatlichen Vorschrift oder Einspeisevergütung. Drittens besteht im Fall einer gesonderten Erfassung das Problem der Doppelzählung, weil je nach nationaler Regelung auch gesondert gelieferter Ökostrom zusätzlich im nationalen Strommix erfasst wird.

Nach der Vorgabe des PAS 2050 darf aber gesondert gelieferter Ökostrom grundsätzlich nicht erfasst werden (mit oder ohne zusätzlichen Umweltnutzen) (PAS 2050: 2008, p. 20). Dies gilt vergleichbar für die Diskussion zur laufenden Methodenentwicklung der Norm ISO 14067. Die Empfehlung des PAS 2050 steht durchaus in methodischer Tradition mit der LCA, bestraft damit aber ausgerechnet die Akteure, die sich mit dem gesonderten Bezug von ökologisch vorteilhaftem Ökostrom für den Klimaschutz engagieren. Hier muss man sich entscheiden zwischen der „Reinheit der Methode“ oder der „Reinheit der Umwelt“.

Öko-Institut et al. 2009 schlagen in einer ausführlichen Stellungnahme dagegen den Einbezug von Ökostrom unter folgenden Bedingungen vor:

- (1) **Zertifizierter Ökostrom**, der gegenüber dem Status Quo und staatlichen Vorgaben und Unterstützungsprogrammen zu einem **nachweisbaren zusätzlichen Umweltvorteil** führt, wird getrennt bewertet. Für die Abgrenzung von solchem zertifiziertem Ökostrom kann auf die bereits mehrjährige Erfahrung mit Ökostrom-Labeln zurückgegriffen werden.
- (2) Hier wird auch der Einbezug **neuer Anlagen** definiert. Neue Anlagen sind ja spätestens im nächsten Erfassungsjahr schon alte Anlagen – deswegen wurde eine „Abschreibung“ festgelegt. Folgende Vorgehensweise wird vorgeschlagen: Der Ökostrom von Anlagen, die nicht älter als sechs Jahre sind, wird zu 100% mit den spezifischen Emissionen der jeweiligen Erzeugung (inklusive Vorketten) bilanziert. Die Ökostrommenge aus Anlagen, die zwischen 6 und 12 Jahre alt sind, wird zu 50% mit den spezifischen Emissionen der jeweiligen Erzeugung bilanziert und zu 50% mit dem

nationalen Durchschnitts-Mix. Ökostrom von Anlagen älter als 12 Jahre wird im Rahmen des Durchschnitts-Mixes des nationalen Stroms bilanziert. Maßgeblich für die Bilanzierung ist das durch ein Label bzw. eine unabhängige Zertifizierung dokumentierte Anlagenportfolio.

- (3) Durch die getrennte Erfassung von „zertifiziertem neuem Ökostrom mit zusätzlichem Umweltvorteil“ kommt es bislang zu einer Doppelzählung, weil dieser Strom auch im nationalen Strommix erfasst wird. Vorgeschlagen wird, diese Doppelzählung wegen geringer Bedeutung bis 2011 hinzunehmen (weil der so definierte Ökostrom in der Größenordnung von 1% des Gesamtstroms liegt). Parallel dazu sollte eine neue Erfassung des Stroms vorbereitet werden: „Gesamt-Mix ohne zertifizierten Ökostrom“ (Residual-Strommix) und „Zertifizierter Ökostrom mit zusätzlichem Umweltvorteil“, so dass die beiden Stromarten künftig statistisch getrennt erfasst werden können.
- (4) Bei vergleichbaren Situationen anderer regenerativer Energieträger (z.B. Biogas) soll vergleichbar verfahren werden.

3.5 Klimakompensation

Unter dem Begriff „Klimaneutralität“ oder „Klimakompensation“¹⁷ wird die Durchführung von Klimaschutzprojekten verstanden, die die durch eine anthropogene Aktivität entstandenen Treibhausgase (THG) durch Treibhausgas-Reduktions-Projekte an anderer Stelle wieder einsparen. Es handelt sich hierbei also um Ausgleichsprojekte, die die Klimabilanz einer Aktivität neutralisieren. Dieser Begriff bedeutet jedoch nicht, dass die Aktivität selbst ohne Ausstoß von THG erfolgt.

Die Klimakompensation kann sich zum einen auf *einzelne Aktivitäten* beschränken. So gibt es beispielsweise Klimaportale, die sich auf die Kompensation von durch Flugreisen entstandene THG-Emissionen beziehen¹⁸ oder auf den Ausgleich von Emissionen durch Aktivitäten im privaten Bereich (Stromverbrauch, Heizung, Verkehr usw.). Ein weiteres mögliches Anwendungsfeld ist die Kompensation von THG-Emissionen, die mit der Herstellung eines *Produktes* verbunden sind, dem sogenannten *Product Carbon Footprint*.

Das Öko-Institut hat Kriterien für den Einbezug von Kompensationen in einen PCF und die entsprechende Kommunikation in einem Positionspapier beschrieben (Harthan et al. 2010). Zentral ist dabei nicht nur die Qualität der Kompensationsprojekte selbst, sondern auch deren schlüssige und transparente Einbettung in ein umfassendes Klimaschutzkonzept.

Das Öko-Institut schlägt hierfür die nachfolgenden Kriterien vor:

¹⁷ Im Folgenden wird der Begriff Klimakompensation verwendet. Der Begriff macht im Gegensatz zu Begriffen wie „klimaneutral“, „CO₂-neutral“, „klimafreundlich“ o. ä. zumindest deutlich, dass im Kern eine Aktivität durch eine andere kompensiert wird, und suggeriert nicht, dass es keine Treibhausgas-Emissionen mehr gibt.

¹⁸ Beispielsweise <http://www.atmosfair.de>

1. Eine glaubwürdige Kompensation von THG muss in eine umfassende Klimaschutzstrategie eingebettet sein, die auf den folgenden Schritten basiert:
 - a) Minderung von THG-Emissionen der Aktivität durch Energieeffizienz, Verbrauchsreduktion usw.;
 - b) Veränderung der Energieträgerstruktur in Richtung THG-ärmerer Energieträger (greening, z.B. nachhaltiges Biogas oder Erdgas statt Steinkohle; Bezug von Grünstrom oder Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung).
2. Ausgleich der verbleibenden Menge von THG durch anspruchsvolle und zertifizierte Kompensationsprojekte.
 - a) Die Klimaschutzstrategie muss transparent und glaubwürdig durchgeführt und kommuniziert werden
 - b) Die Bilanzierung der THG-Emissionen muss nach anerkannten Standards konservativ und einheitlich erfolgen.
 - i Die Klimaschutzstrategie muss transparent sein in Bezug auf
 - Prozesse, die in die THG-Bilanz eingehen,
 - Maßnahmen, die ergriffen werden, um THG zu reduzieren,
 - Auswahl und Kriterien von Kompensationsprojekten.
 - ii Die Wortwahl der Klimaschutzstrategie muss eindeutig und angemessen sein.
 - Die durchgeführten Schritte der Klimastrategie müssen kommunikativ klar voneinander getrennt sein, d.h. die Emission von THG, deren Minderung und Kompensation dürfen argumentativ nicht miteinander vermischt werden.
 - Insbesondere sollten Begriffe wie „klimaneutral“, „CO₂-neutral“, „Klimaneutralität“, „klimafreundlich“, „Null-Emissionen“ vermieden werden, die suggerieren, dass es keine Treibhausgas-Emissionen mehr gibt.
 - Geeignete Bezeichnungen einer Klimaschutzstrategie sind „klimakompensiert“, „klimagerecht“ oder „klimafair“.
3. Zertifikate aus dem EU-Emissionshandel sind generell für die Kompensation von THG geeignet.
4. Sofern Zertifikate perspektivisch aus anderen Emissionshandelssystemen für die Kompensation genutzt werden sollen, so muss sichergestellt sein, dass diese Systeme ebenfalls über eine eindeutige Registrierung und Stilllegung von Emissionszertifikaten verfügen.
5. Nationale Minderungsprojekte sind prinzipiell als Klimaschutzprojekte im Rahmen einer Klimaschutzstrategie zu begrüßen. Eine quantitative Anrechnung der Minderungsleistung im Rahmen der Klimakompensation soll jedoch nur dann vorgenommen werden, wenn das Projekt im Rahmen von JI registriert wird. Alle anderen Projekttypen sind zur THG-Kompensation nicht geeignet.

6. Grundsätzlich sollen für die Auswahl und Bilanzierung von Klimaschutzprojekten anspruchsvolle Standards gewählt werden, die mindestens international rechtlich verbindlichen Standards entsprechen (wie dem CDM).
7. Sofern von diesen Standards in einzelnen Punkten oder vollständig abgewichen werden soll, muss sichergestellt und kommuniziert werden, dass die gewählten Kriterien einen gleich- oder höherwertigen Klimanutzen aufweisen.
8. Projekte, die den Standards des CDM nicht entsprechen, aber dennoch sinnvolle Umweltnutzen generieren können (beispielsweise Projekte zur vermiedenen Abholzung), können zwar im Rahmen einer Klimaschutzstrategie sinnvoll eingesetzt, sollten jedoch nicht quantitativ auf die THG-Kompensation angerechnet werden.
9. Projekte die auf Methoden beruhen, die nicht im Rahmen des CDM zulässig sind, sollen für die Klimakompensation nicht verwendet werden. Eine selbstständige Entwicklung und Verwendung von Methoden ohne internationale Anerkennung durch den CDM ist abzulehnen.
10. Weitere Kriterien, die für die Entwicklung von Kompensationsprojekten relevant sind, sollen mindestens denen des CDM entsprechen bzw. weitere darüber hinaus gehende Anforderungen berücksichtigen.
11. Sofern ein Projekt nach einem anderen Standard als dem CDM validiert bzw. die erzielten Einsparungen verifiziert werden sollen, so sollen dies nur solche Prüfunternehmen durchführen, die unter dem CDM akkreditiert sind.
12. Klimaschutzprojekte müssen in einem Register geführt werden, dass eine eindeutige Identifikation des Projekts erlaubt.
13. Minderungszertifikate sollen eine eindeutige Seriennummer tragen, die eine Doppelvermarktung ausschließt.
14. Kommunikation zur Klimakompensation ist Bestandteil und Baustein einer Klimagesamtstrategie des Unternehmens.
15. Kommunikationsinstrumente sind produkt- und zielgruppenspezifisch gemäß der jeweiligen Handlungsebene (Erfassung, Reduktion, Kompensation) zu wählen.
16. Kommunikationsinstrumente zur Klimakompensation umfassen mindestens die Nutzung Marke (in der Regel mit Logo) als Qualitätshinweis – möglichst verknüpft mit existierenden Systemen – sowie ein begleitendes Informationsangebot über die spezifische Qualität der erzielten Kompensation (via Website und gedruckter Information), die Gesamtstrategie ist im Geschäftsbericht / Nachhaltigkeits- / Umweltbericht zu dokumentieren.

4 Weiterentwicklung der Methode PROSA und des Konzepts Product Carbon Footprint

4.1 Einleitung

Die ursprüngliche Methodenentwicklung von PROSA (Grießhammer et al. 2007) wurde durch eine Diffusionsanalyse unterstützt. Diffusionsanalysen beschreiben oder begleiten die Verbreitung von Technologien und Produkten, aber auch die von Management-Instrumenten, sowie Verbreitungsmechanismen und Ausbreitungsmuster etwa im Bereich des Umweltschutzes (Umweltzeichen, Ökobilanzen und Umweltmanagementsysteme).

Die Diffusionsanalyse zu PROSA hatte das Ziel, treibende und hemmende Kräfte für die Methodenentwicklung von PROSA zu identifizieren und begleitend zur Methodenentwicklung Ansatzpunkte und Akteursgruppen für eine erfolgreiche Diffusion von PROSA zu identifizieren. Ausgehend von den theoretischen Erkenntnissen und praktischen Belegen zur Diffusion von wurde eine Matrix neu konzipiert, mit deren Hilfe **prozessbegleitend** die Chancen und Hemmnisse der Diffusion einer Innovation abgefragt und diffusionsfördernde Strukturen und Maßnahmen ermittelt werden können. Die Matrix wurde kurz als **MIDI** (Matrix zur Identifizierung von treibenden und hemmenden Faktoren in der Diffusion von Innovationen) bezeichnet (vgl. ausführlich Vogt und Grießhammer 2007).

Maßnahmen, die aufgrund der Diffusionsforschung als wichtig erkannt wurden, wurden bei der Methodenentwicklung von PROSA direkt umgesetzt, zum Beispiel die vertiefte Methodenbeschreibung der Teil-Methode Sozialbilanz und ihre internationale Harmonisierung in UNEP-SETAC oder die Anwendung von PROSA auf ein komplexes Industrie-Produkt mit globaler Wertschöpfungskette (PROSA Notebooks),

Im vorliegenden Projekt wurde die Diffusionsanalyse mit MIDI auf das Konzept des Product Carbon Footprint angewandt, um wesentliche treibende und hemmende Faktoren und Akteurskonstellationen zu identifizieren (vgl. Kap. 4.2). Vergleichbar wurde die Weiterentwicklung der Methode PROSA untersucht (vgl. Kap. 4.3).

4.2 Förderung des Konzepts Product Carbon Footprint

Die hemmenden und treibenden Faktoren für das Konzept Product Carbon Footprint sind in Tabelle 1 dargestellt. Kurioserweise war der Auslöser für das Konzept – die Ankündigung von CO₂-Labeln durch Tesco – gleichzeitig ein wesentliches Hemmnis. Für die weitere Durchsetzung des Konzepts Product Carbon Footprint sind folgende Prozesse wichtig:

- Veröffentlichung der BDI/BMU-Broschüre zum PCF (voraussichtlich September 2009),
- Verabschiedung der Methodennorm ISO 14067 (voraussichtlich 2011),
- Festlegung von Product Category Rules auf Branchen und Produktebene,

- Zunehmende Akzeptanz des Umweltzeichens als adäquates Klima- und Umweltschutz-Label.

Tabelle 1 Hemmnisse und Treiber für das Konzept Product Carbon Footprint

Eigenschaften einer Innovation (allgemein)	Eigenschaften der untersuchten Innovation <u>Konzept Product Carbon Footprint</u>
Einfachheit/Komplexizität	Keine klare Beschreibung vorliegend, gefährliche Verkürzung auf CO ₂ -Label
Einsparpotenziale bzw. Beitrag zum Kerngeschäft ökonomische Vorteile oder wenigstens Imagegewinn im normativer Wettbewerb	Mit dem PCF können auch ökonomische Einspar-Potentiale beim Unternehmen und den Kunden identifiziert werden – aus heutiger Sicht und bei einer Verschärfung der Klimapolitik. Die Durchführung eines PCF bietet auch einen Imagegewinn.
Adaptierbarkeit der Innovation muss möglich sein	Der PCF kann ohne Weiteres unternehmens- und kontextspezifisch adaptiert werden – Anschluss an die traditionelle Ökobilanz und Produktentwicklung
Anschlussfähigkeit an bestehende Strukturen und Tools oder Normen	Grundsätzlich schließt sich der PCF an die Ökobilanz-Norm 14040 an. Allerdings ist diese für routinemäßige Erfassungen des PCF zu flexibel konzipiert. Entsprechend wird die ISO-Norm 14067 vorbereitet (Veröffentlichung voraussichtlich erst 2011). Zur weiteren Konkretisierung müssen auf Branchenebene und für Produktgruppen „Product Category rules“ festgelegt werden. Für die Bilanzierung in der Übergangsphase bis 2011 liegen Empfehlungen im PCF-Memorandum von BMU/UBA/Öko-Institut vor (BMU et al. 2009)
Methoden mit Bezug auf Produktqualität (z.B. Ökobilanz) sind besser als nur Prozess-Standard (z.B. EMAS)	Der PCF bezieht sich auf Produkte und ihren Nutzen
Internationale Methoden sind besser als nur nationale Methoden (ISO 14001 statt EMAS)	Die Methode zur Analyse des Product Carbon Footprint wird derzeit international vorangetrieben (ISO 14067)
Quick&Easy-Modelle für KMU	Der PCF ist bereits eine Art vereinfachte Ökobilanz. Durch einheitliche Vorgaben für die Bilanzierung nach ISO 14067 und Product Category Rules ist eine weitere Vereinfachung zu erwarten

Unterstützende Rahmenbedingungen (allgemein)	Unterstützende Rahmenbedingungen (PROSA)
Äußere Ereignisse, Problemwahrnehmung, Notwendigkeit einer Lösung	Zunehmendes Klima-Problem, Veröffentlichung des IPCC, Stern-Report (wesentlich für die Akzeptanz in der Wirtschaft), Klimaschutzprogramme EU und Bundesregierung, Erwartungen von Verbrauchern
Internationale Vereinbarungen oder Großereignisse	Kyoto-Konferenz, Kopenhagen-Konferenz, perspektivisch Rio-Nachfolgekonferenz 2012
Aufnahme/Befassung bei Behörden & Ministerien	Top-Thema bei Bundesregierung, Umweltministerium und Umweltbundesamt
Parlamente & Gesetze	Kein expliziter Bezug auf PCF, aber Grundlage für die Ökodesign-Richtlinie der EU und verschiedene Verordnungen und Kennzeichnungspflichten, in einigen EU-Ländern sogar angekündigte Kopplung an die Besteuerung
Parallelentwicklungen von Methoden mit ähnlicher Stossrichtung	Klimabilanzen von Unternehmen/Corporate Carbon Footprint (CCF); Weiterentwicklung der Greenhouse Gas Protocol mit der Product/Supply Chain Initiative des WRI/WBCSD
Konkurrenz-Methoden/ Positionierung gegen Wettbewerber	<p>Innerhalb der <u>Methodenentwicklung</u> stellen der britische PAS 2050 und das französische Konzept eine Konkurrenzmethode zur geplanten ISO 14067 dar. Sobald diese verabschiedet ist, dürfte sie sich als internationale Norm schnell durchsetzen</p> <p>Bei den <u>Labeln</u> gefährden kurioserweise die CO₂-Label das Konzept des Product Carbon Footprint, weil sie viel mehr versprechen als sie in der Praxis einhalten können. Im PCF-Memorandum (s.o.) wurden daher CO₂-Label als untauglich herausgestellt</p>
Prägende Veröffentlichungen, Kongresse, Websites	Ankündigung von Tesco (2007) PAS 2050 von British Standard/Carbon Fund (2008) PCF-Pilot-Projekt (2009) BMU/UBA/Öko-Instituts-Konferenz zum PCF (2009) PCF-Memorandum (2009)
Erste Standards – Aufschwungphase, Normierung – Reifephase	PAS 2050, zunehmende Durchführung von Fallbeispielen, geplante ISO 14067, erwartete Vorschrift zur Durchführung von PCF in einigen EU-Mitgliedsstaaten
Window of opportunity	Ankündigung des britischen Handelskonzerns Tesco, PCF für alle seine 70.000 Produkte zu erstellen; löste eine weltweite Reaktion und viele Initiativen aus

Charakteristika der Adoptoren (allgemein)	Charakteristika der Adoptoren (PROSA)
Kapazität der Adoptoren	Hohe Kapazität bei Unternehmen, geringere Kapazität bei KMU
Haupt-Adoptoren: Unternehmen	siehe oben
Erster Adoptor/externe Schlüssel-Institutionen (Unternehmen; gut wenn Meinungsführer), externe Quellen gerade am Anfang sehr wichtig	Tesco, Carbon Fund, in Deutschland später BMU, UBA und die zehn Unternehmen des PCF-Pilot-Projekts

4.3 Weiterentwicklung der Methode PROSA

Die bereits vorliegende Diffusionsanalyse mit MIDI (Grießhammer et al. 2007) wurde im vorliegenden Projekt fortgeschrieben (vgl. Tabelle 2). Für die weitere Durchsetzung des Methode sind folgende Prozesse wichtig:

- Weitere Durchführung und gezielte Kommunikation von quick&easy-Fallbeispielen,
- Positionierung als geeignete Methode für produktbezogene Klimaschutzstrategien,
- Positionierung als mögliche Methode zur Durchführung der Soziökonomischen Analyse nach REACH und anderen Integrated Assessment-Prozessen der EU,
- Nutzung der Rio-Nachfolgekonzferenz 2012 zur Kommunikation
- Stärkere Hervorhebung der Teilmethoden Benefit-Analyse, Sozialbilanz und Lebenszykluskostenrechnung (ilm vorliegenden Projekt konnte die Stärke der Benefit-Analyse und die Geeignetheit als Methode zur Bestimmung der sozioökonomischen Analyse (SEA) nach REACH vor allem am Beispiel der Ciba-UV-Stabilisatoren im Automobilbereich gezeigt werden, vgl. Kap. 5)
- Aktualisierung der Website www.PROSA.org

Bei der Aktualisierung der Website www.PROSA.org werden folgende Aspekte hervorgehoben:

- Referenz von durchgeführten quick&easy-Fallbeispielen,
- Positionierung als geeignete Methode für produktbezogene Klimaschutzstrategien,
- Wiedergabe der Strategie-Empfehlungen zum produktbezogenen Klimaschutz (Kap. 2.2)
- Hinweise auf die bevorstehende Rio-Nachfolgekonzferenz 2012
- Positionierung als mögliche Methode zur Durchführung der Soziökonomischen Analyse nach REACH und anderen Integrated Assessment-Prozessen der EU,
- Stärkere Hervorhebung der Teilmethoden Benefit-Analyse und Sozialbilanz.

Tabelle 2 Hemmnisse und Treiber für die Positionierung und die Weiterentwicklung von PROSA

Eigenschaften einer Innovation (allgemein)	Eigenschaften der untersuchten Innovation PROSA
Einfachheit/Komplexizität	PROSA gilt nach wie vor als zu komplex; quick&easy-Fallbeispiele sind wichtig, z.B. die PROSA-Analysen bei TOP 100 Umweltzeichen (Grießhammer et al. 2009)
Einsparpotenziale bzw. Beitrag zum Kerngeschäft ökonomische Vorteile oder wenigstens Imagegewinn im normativer Wettbewerb	Umweltschutz und Umweltmanagement allein greifen zu kurz; der Innovations- und Strategiecharakter von PROSA und die Benefit-Analyse sollten noch stärker hervorgehoben werden („Nachhaltigkeits-Chancen“)
Adaptierbarkeit der Innovation muss möglich sein	PROSA kann unternehmens- und kontextspezifisch angepasst werden
Anschlussfähigkeit an bestehende Strukturen und Tools oder Normen	PROSA beinhaltet Standard-Kern-Tools wie die Ökobilanz oder Konsumforschung, neue Kern-Tools wie die Sozialbilanz wurden international harmonisiert und für eine spätere Normierung vorbereitet (s.u.)
Methoden mit Bezug auf Produktqualität (z.B. Ökobilanz) sind besser als nur Prozessstandards (z.B. EMAS)	PROSA bezieht sich auf Produkte.
Internationale Methoden sind besser als nur nationale Methoden (ISO 14001 statt EMAS)	PROSA wurde soweit möglich international harmonisiert (Social Life Cycle Assessment; Life Cycle Costing)
Quick&Easy-Modelle für KMU	Die vereinfachte Methode s-PROSA sollte besser kommuniziert werden
Unterstützende Rahmenbedingungen (allgemein)	Unterstützende Rahmenbedingungen PROSA
Äußere Ereignisse, Problemwahrnehmung, Notwendigkeit einer Lösung	Zunehmende Probleme/Skandale mit sozialen Bedingungen bei der Herstellung von Produkten in Entwicklungs- und Schwellenländern (T-Shirts, Fußbälle, Spielzeug, Computer, i-Pod, Handys...); zunehmende Nachfrage nach Nutzen-Analysen
Internationale Vereinbarungen oder Großereignisse	Rio-Nachfolge-Konferenz (20+) in 2012
Aufnahme/Befassung bei Behörden & Ministerien	PLA Waschmittel UBA, BMBF-Förderprogramm FONA, sozioökonomische Nutzenanalyse REACH, TOP 100-Analyse beim Umweltzeichen
Parlamente & Gesetze	REACH EU Integrated Assessment Rules
Parallelentwicklungen von Methoden mit ähnlicher Stossrichtung	GRI, Finanzrating, Responsible Care, EMAS II, SA 8000, Ilo-Tripartite-Declaration, Global Compact
Konkurrenz-Methoden/ Positionierung gegen Wettbewerber	Ursprünglich Ökobilanzen, in den letzten Jahren die Ökoeffizienzanalyse und SEEBalance

Prägende Veröffentlichungen, Kongresse, Websites	Buch <i>Produktlinienanalyse, PLA Waschmittel</i> UBA, Buch <i>Sustainable Hoechst Nachhaltig</i> , PLA-Kongresse der 90er Jahre, IMD-Kongress Lausanne 2005, PTOSA Notebooks, Website www.PROSA.org , PROSA-Broschüre in deutsch und englisch
Erste Standards - Aufschwungphase, Normierung – Reifephase	PLA-Buch, Hoechst Nachhaltig, Methodenbeschreibung 2007, zunehmende Fallbeispiele ab 2008
Window of opportunity	Projekt mit Hoechst International 1996/1997 mit Relaunch der PLA als PROSA möglicherweise Rio-Nachfolgekonferenz (Rio 20+) in 2012
Charakteristika der Adoptoren (allgemein)	Charakteristika der Adoptoren PROSA
Kapazität der Adoptoren	Nachhaltigkeitsdebatte immer noch Fokus auf Umwelt, Umweltaspekte und Sozialaspekte werden getrennt behandelt, auch Umwelt- und Sozialsiegel sind getrennt
Haupt-Adoptoren: Unternehmen	Wichtig: Ausrichtung auf strategische Portfolioanalyse und Innovationen, Benefit-Analyse hervorheben
Erster Adoptor/externe Schlüssel-Institutionen (Unternehmen; gut wenn Meinungsführer), externe Quellen gerade am Anfang sehr wichtig	Hoechst International, IMD Lausanne, Stiftung Warentest und IRCT – International Consumer Research and Testing Organisation; jeweils mit erweiterten Produkttests, zunehmende Ankündigung von Unternehmen, die Produkt-Nachhaltigkeit zu bilanzieren

5 Public Value von Licht-Stabilisatoren im Automobilbereich

5.1 Einleitung

In der vorliegenden Teilstudie wird der Public Value von Licht-Stabilisatoren des Unternehmens Ciba Specialty Chemicals, Basel (nachstehend kurz: Ciba) untersucht. Als Anwendungsbeispiele dienen Anwendungen im Automobil-Bereich (Stabilisierung von Kunststoffen und Lacken) – dem mengenmäßig bedeutendsten Bereich.

Chemikalien haben in der Regel Vor- und Nachteile – einerseits die gewünschten technischen Eigenschaften, andererseits teilweise unerwünschte (öko-)toxikologische Eigenschaften. Oft sind diese komplementär verknüpft. Wenn beispielsweise Lacke eine hohe UV-Stabilität haben sollen, sind deren Bestandteile in der Regel dementsprechend schlechter abbaubar. Über den technischen Effekt hinaus (Erhöhung der Lebensdauer von hochwertigen Gütern des täglichen Lebens) können sie auch einen weiteren Wert für die Gesellschaft („Public Value“) haben. Der Public Value¹⁹ ist umso größer, je mehr dazu beigetragen wird, dass zentrale gesellschaftliche Ziele erreicht werden, wie etwa Klimaschutz, Friedenssicherung, Armutsbekämpfung (Millenium-Goals der UN) oder Sicherheit der Energieversorgung.

Licht-Stabilisatoren schützen Materialien gegen Schädigungen durch Licht, insbesondere durch energiereiches UV-Licht. Im hier untersuchten Automobilbereich werden die Kunststoffe direkt in der Masse mit Licht-Stabilisatoren ausgerüstet oder die Kunststoffe und andere Materialien (wie Eisen/Stahl) werden durch Lacke geschützt, die wiederum Licht-Stabilisatoren enthalten. Sowohl durch Bewitterungsversuche wie auch durch langjährige Erfahrungen in der Praxis ist nachgewiesen, dass durch den Einsatz der Licht-Stabilisatoren die Lebensdauer und Funktionsfähigkeit der geschützten hochwertigen Materialien um ein Mehrfaches steigt.

Zur Ermittlung des Public Value musste als erstes die dafür geeignete Methode bestimmt werden: Während es zur Ermittlung von Risiken und negativen Umweltauswirkungen seit langem Routine-Methoden gibt (Ökotoxikologisches Risk Assessment, Ökobilanzen u.a.), sind Methoden zur Beschreibung des Nutzens und der Risiko-Nutzen-Abwägung wenig erprobt und ausgereift. Seit 2007 gibt es aber hier zwei neuere Entwicklungen. Zum einen ist die EU-Chemikalien-Richtlinie REACH in Kraft getreten, bei der für bestimmte Fälle die Durchführung einer **Sozioökonomischen Analyse / Socio-Economic Analysis (SEA)** gefordert wird. Zum anderen gibt es mit der vom Öko-Institut vorgelegten Methode **PROSA – Product Sustainability Analysis** eine integrierte Methode zur Ermittlung und Bewertung des Nutzens und der Risiken von Produkten. In der Studie werden die Anforderungen von

¹⁹ Bei der Methode PROSA wird der Begriff 'Gesellschaftlicher Nutzen' (englisch: Societal Benefit) verwendet, bei der Chemikalienrichtlinie REACH der Begriff 'Sozioökonomischer Nutzen', Ciba verwendet den Begriff 'Public Value'.

REACH/SEA für Chemikalien beschrieben und gezeigt, dass die Analyse eines Public Value und die sozioökonomische Analyse sehr gut mit der Methode PROSA durchgeführt werden können.

Die Public Value Analyse der Lichtstabilisatoren wurde daher mit der Methode PROSA analysiert. Dabei wurde – neben dem klassischen (Öko-)Toxikologischen Risk Assessment eine orientierende Ökobilanz und eine Nutzenanalyse durchgeführt.

Im Rahmen des Projekts war geplant, die Public Value Analyse wie eine Sozioökonomische Analyse nach REACH durchzuführen. Da die SEA zu Projektbeginn methodisch noch nicht ausreichend beschrieben war und andererseits davon ausgegangen werden konnte, dass mit der vom Öko-Institut entwickelten Methode PROSA eine SEA durchgeführt werden konnte, wurden im Projekt zwei Arbeitsschritte durchgeführt:

- Vergleich der Methodik von SEA und PROSA. Es konnte gezeigt werden, dass die Methode PROSA gut geeignet ist, eine Sozioökonomische Analyse nach REACH durchzuführen. (siehe unten),
- Durchführung von SEA für die Licht-Stabilisatoren.

In Abstimmung mit Ciba wurde im Projektverlauf beschlossen, keine komplette SEA durchzuführen, weil die untersuchten Licht-Stabilisatoren gemäß §57a-f REACH nicht als problematisch klassifiziert werden würden. Von daher würde es wenig Sinn machen, einzelne Arbeitsschritte nach SEA wie etwa eine ausführliche Analyse von Alternativen oder Entwicklung eines Substitutionsplans zu bearbeiten.

5.2 Beschreibung von SEA²⁰

Nach REACH müssen Altstoffe zur Registrierung angemeldet werden. Dabei ist u.a. ein Stoffsicherheitsbericht vorzulegen, der ein Risk Assessment beinhaltet und die Exposition beschreibt. Bei Gefahrstoffen und Produktionsmengen über 10 t sind Expositionsszenarien vorzulegen. Wenn Stoffe als problematisch klassifiziert worden (§57a-f) sind, muss nachgewiesen werden, dass die Expositionskontrolle zur Einhaltung von Schwellenwerten ausreichend ist. Ist dies nicht möglich, muss nachgewiesen werden, dass der sozioökonomische Nutzen die Risiken überwiegt und es keine geeigneten Alternativstoffe oder -technologien gibt. Zur Entscheidung müssen folgende Unterlagen vorgelegt werden:

- Risiko-Beurteilung und Risikomanagement-Maßnahmen,
- Sozioökonomische Analyse (SEA),
- Analyse der Alternativen oder ein Substitutionsplan,
- Verfügbare Informationen über die Risiken der Alternativen.

²⁰ Nachfolgend wird der Methoden-Stand von SEA im Jahr 2008 wiedergegeben. Dies ist für das Verständnis des Vorgehens bei Ciba wichtig, weil Ciba proaktiv das SEA-Konzept erproben wollte, die Methodenbeschreibung von SEA zum Zeitpunkt der Bearbeitung aber nicht ausreichend detailliert war.

Aus methodischer Sicht wird hier insbesondere bei der sozioökonomischen Studie Neuland betreten und es bestehen bislang kaum praktische Erfahrungen in der Erstellung entsprechender Studien. In diesem Zusammenhang besteht die Notwendigkeit, bei der methodischen Entwicklung im Rahmen von SEA auf einen möglichst breiten Erfahrungsschatz aus ähnlich gelagerten Methoden und Vorgehensweisen zurückzugreifen.

Im folgenden Kapitel werden aus diesem Grund die methodischen Ansätze in SEA und PROSA²¹ in ihren Kernaspekten dargestellt und hinsichtlich ihrer Gemeinsamkeiten und den spezifischen Stärken und Schwächen untersucht. Im Besonderen wird auch untersucht, ob PROSA als Methode zur sozio-ökonomischen Analyse eingesetzt werden kann.

Problematisch gestalten sich bei SEA und anderen sozioökonomischen Analysen insbesondere die teilweise stark eingeschränkte Datenlage, die Frage nach den jeweiligen Rahmenbedingungen und Grenzen der Betrachtung, die Auswahl der Indikatoren und die Quantifizierung und Objektivierung der Datenerfassung. Vor allem bei sozialen Aspekten besteht oft das prinzipielle Problem, dass der Grad der Auswirkungen in vielen Fällen Gegenstand kontrovers geführter gesellschaftlicher Diskussion ist und die Bewertung zwangsläufig subjektiv ist.

5.2.1 Methodische Entwicklung von SEA

Die methodische Entwicklung von SEA wird innerhalb des REACH Implementation Process (RIP) 3.9 vorangetrieben. Als richtungweisendes Ergebnis wurde im Mai 2008 eine „Guidance on Socio-Economic Analysis Restrictions“ (ECHA 2008) veröffentlicht. Dieses Dokument skizziert die wesentlichen Grundzüge von SEA und gibt praktische und formale Anleitung für die Durchführung und Dokumentation von sozioökonomischen Analysen im Zusammenhang von „restriction proposals“, also den Anträgen zum Verbot bestimmter Substanzen. Ein weiteres Dokument zur Autorisierung von Stoffen („Technical Guidance Document for SEA – Authorisation Process“) war 2008 noch in Arbeit und nur in einer Vorversion erhältlich (ECHA 2007). Die folgende Analyse basiert im Wesentlichen auf der Auswertung dieser beiden Dokumente.

Grundzüge von SEA

Die Durchführung einer sozioökonomischen Analyse für die Verwendung in einem REACH Zulassungs- oder Verbotsantrages beinhaltet fünf Schritte:

- Schritt 1: Darstellung des Ziels der Analyse;
- Schritt 2: Abgrenzung des Anwendungsbereichs (scope) der Studie / Definition des Baseline Szenarios und der Vergleichsszenarien;

²¹ PROSA stellt ein umfassendes Set an Einzelmethode dar, das in seiner fragespezifischen Kombination umfassende Auskunft über die Nachhaltigkeit eines Produktes oder einer Dienstleistung gibt. Im Folgenden werden dabei nur diejenigen Analyseschritte untersucht, die den inhaltlichen Rahmen von SEA abdecken.

- Schritt 3: Identifizierung und Abschätzung der sozioökonomischen Auswirkungen in den jeweiligen Szenarien;
- Schritt 4: Interpretation der Daten und Schlussfolgerungen;
- Schritt 5: Darstellung der Ergebnisse.

Dabei wird allerdings betont, dass die Analyse einem iterativen Prozess unterliegt und somit diese Abfolge für den Arbeitsprozess lediglich orientierenden Charakter besitzt.

Bei einer sozioökonomischen Analyse in REACH muss stets der gesamte Produktlebenszyklus – von der Gewinnung der Rohstoffe über die verschiedenen Herstellungsprozesse bis zum Vertrieb, der Nutzung und der Entsorgung – betrachtet werden. Für all diese Lebenszyklusabschnitten sollen, aufbauend auf den in Arbeitsschritt 2 formulierten Szenarien, die wesentlichen Auswirkungen identifiziert und so weit möglich quantifiziert bzw. monetarisiert werden (Arbeitsschritt 3). Die dabei identifizierten Unterschiede zwischen dem Baseline Szenario und den Vergleichsszenarien formen die Grundlage für die Interpretation und die Schlussfolgerungen (Arbeitsschritt 4).

Es wird deutlich, dass insbesondere die Auswahl und die Beschreibung der verschiedenen Szenarien großen Einfluss auf das Ergebnis haben kann, was dazu führt, dass dem Arbeitsschritt 2 eine besonders hohe Bedeutung zukommt: Als Baseline Szenario wird in der Regel der Status quo unter Berücksichtigung vorliegender Trends in die Zukunft fortgeschrieben. Soll ein Stoff verboten werden (restriction process), wird beim Baseline Szenario von keinem Verbot und keiner anderen, bisher noch nicht existenten Management-Option ausgegangen. Soll ein Stoff zugelassen werden (authorisation process), so wird im Baseline Szenario von einer Nichtzulassung ausgegangen. In ein oder mehreren Vergleichsszenarien wird dann beschrieben, welche möglichen Einflüsse ein Verbot / eine Zulassung auf die beteiligten Akteure in den verschiedenen Abschnitten des Lebenszyklus haben kann. Dabei soll bei einem Verbotsantrag insbesondere berücksichtigt werden, welche Substitute nach einem Verbot wahrscheinlich verwendet werden würden und welche Auswirkungen dies auf die Organisation und die geographische Verteilung der Wertschöpfungskette hätte. Zudem sollen in dieser Szenarienanalyse auch alternative Optionen des Risikomanagements berücksichtigt werden. Ziel ist es herauszuarbeiten, ob ein Verbot / eine Zulassung tatsächlich die beste Management-Option darstellt.

Prozessuale Anforderungen

In den Anleitungen zur Durchführung von SEA sind noch einige weitere Aspekte hervorgehoben, die für den vorliegenden Vergleich von Bedeutung sind:

(1) Beteiligung von Akteuren bei der Beschreibung der Szenarien und der Identifizierung und Abschätzung der Auswirkungen:

Bei der Erstellung einer sozioökonomischen Analyse im Rahmen von REACH sollten für die Arbeitsschritte 2 und 3 potenziell betroffene Akteure mit einbezogen werden. Während es für

die Formulierung der Szenarien in SEA von hoher Bedeutung ist, die Einschätzung von Fachexperten aus der Zulieferkette zu möglichen Substitutionen sowie den erforderlichen bzw. wahrscheinlichen betrieblichen und organisatorischen Umstellungen zu erhalten, wird auch im Rahmen der Identifizierung von Auswirkungen auf die Möglichkeit einer Stakeholder-Konsultation hingewiesen.

(2) Kombination von quantitativen und qualitativen Daten

Im Zusammenhang mit der Abschätzung der sozioökonomischen Auswirkungen (Arbeitsschritt 3) wird klar darauf hingewiesen, dass dies in vielen Fällen nur mit einer Kombination aus quantitativen und qualitativen Daten erreicht werden kann. Zwar sollten möglichst viele Auswirkungen quantitativ hinterlegt werden, in vielen Fällen ist hier aber entweder die Datelage zu lückenhaft, oder die Auswirkungen lassen sich nur mit sehr hohem zeitlichen und finanziellen Aufwand quantitativ erheben. Zudem weist die Handreichung zu Stoffverbotsanträgen (ECHA 2008) auch deutlich darauf hin, dass in vielen Fällen qualitative Informationen durchaus ausreichend sein können. Dies ist unter anderem dann der Fall, wenn die identifizierten Auswirkungen so gravierend sind, dass sie auch ohne Quantifizierung für klare Schlussfolgerungen verwendet werden können. Insgesamt soll hier eine gewisse Verhältnismäßigkeit zwischen analytischem und methodischem Aufwand zur Quantifizierung und der gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichen Bedeutung des jeweiligen Antrags gewahrt bleiben.

(3) Berücksichtigung von Unsicherheiten

Die Berücksichtigung von Unsicherheiten spielt bei SEA eine bedeutende Rolle. Dies ist vor allem der Tatsache geschuldet, dass sowohl die Formulierung der Szenarien, als auch die Identifizierung und Beschreibung von sozioökonomischen Auswirkungen stets mit großen Unsicherheiten behaftet sein werden. Sozioökonomische Sachverhalte sind in der Regel in komplexe gesellschaftliche und wirtschaftliche Zusammenhänge eingebettet, so dass bei einer entsprechenden Analyse nie ohne Vereinfachungen und Annahmen gearbeitet werden kann. Um dennoch belastbare Ergebnisse zu erhalten ist es daher unumgänglich, klar auf die jeweiligen Unsicherheiten hinzuweisen und deren möglichen Einfluss auf das Gesamtergebnis darzustellen (Sensitivitätsanalyse).

(4) Transparente Darstellung der Ergebnisse

Sozioökonomische Analysen im Rahmen von REACH müssen prinzipiell vollständig dokumentiert und für externe Akteure nachvollziehbar sein. Zudem muss eine maximal 10-seitige Zusammenfassung der Analyse vorgelegt werden.

Analyse der verwendeten Indikatoren

Die Handreichungen zur Durchführung sozioökonomischer Analyse im Rahmen von REACH (ECHA 2007 & 2008) beinhalten keine vordefinierten Indikatorenlisten. Es werden lediglich vier Kategorien vorgegeben, die in der Analyse berücksichtigt werden müssen:

- Menschliche Gesundheit und Umweltauswirkungen;
- Ökonomische Auswirkungen;
- Soziale Auswirkungen;
- Handel, Wettbewerb und wirtschaftliche Entwicklung.

Dabei wird in den Handreichungen darauf hingewiesen, dass die ersten beiden Rubriken in gewissem Maß höhere Priorität genießen als die letzten beiden. Dies wird unter anderem damit begründet, dass sich soziale Auswirkungen und Auswirkungen auf Handel, Wettbewerb und wirtschaftlicher Entwicklung in aller Regel aus den Daten der ersten beiden Rubriken ableiten lassen. In den weiterführenden Texten und Anhängen werden verschiedenen Aspekte genauer diskutiert. Teilweise beinhalten die Handreichungen auch Checklisten mit möglichen Themen und Indikatoren, dabei handelt es sich aber um keine verpflichtenden Vorgaben, sondern nur um Optionen bzw. Hilfestellungen für die Anwendung.

Im Folgenden wird ein grober Überblick über die erwarteten Inhalte sowie die Abgrenzungen zwischen den einzelnen Rubriken gegeben:

(1) Menschliche Gesundheit und Umweltauswirkungen:

Bei diesen Auswirkungen soll vorwiegend auf die Daten der Risikoanalyse zu Emissionen, Expositionen, menschlicher Gesundheit und Umweltrisiken zurückgegriffen werden. Hier kann allerdings auch die Notwendigkeit bestehen, im Rahmen der definierten Szenarien zusätzliche Daten zu erheben. Diese Informationen können mit zusätzlichen Angaben, beispielsweise zur Größe der betroffenen Bevölkerung, ergänzt werden.

(2) Ökonomische Auswirkungen:

Die ökonomischen Auswirkungen werden als Nettokosten oder Nettoersparnisse aller am Lebenszyklus beteiligter Parteien (Hersteller, Importeure, Konsumenten etc.) bezeichnet. Ökonomische Auswirkungen für die Gesellschaft wie beispielsweise erhöhte medizinische Kosten aufgrund negativer Gesundheitsauswirkungen werden an dieser Stelle explizit nicht berücksichtigt, sondern werden der Rubrik „menschliche Gesundheit und Umweltauswirkungen“ zugeordnet.

(3) Soziale Auswirkungen:

Unter sozialen Auswirkungen werden alle relevanten Auswirkungen verstanden, die in irgendeiner Form Arbeitnehmer, Konsumenten oder die Gesellschaft betreffen und nicht durch die Rubriken „menschliche Gesundheit und Umweltauswirkungen“ und „ökonomische Auswirkungen“ abgedeckt sind. Als Beispiele werden unter anderem die Anzahl an Arbeits-

plätzen sowie Arbeitsbedingungen, Arbeitszufriedenheit, Weiterbildung von Arbeitnehmern und soziale Sicherheit genannt. Zudem beinhaltet diese Rubrik auch Aspekte der Konsumentenseite.

Aufbauend auf weiteren Ausführungen wird deutlich, dass in SEA vor allem die Anzahl der Arbeitsplätze als Indikator eine besonders wichtige Rolle einnimmt.

(4) Handel, Wettbewerb und wirtschaftliche Entwicklung:

Diese Rubrik umfasst alle Auswirkungen, die der makroökonomischen Ebene zuzuordnen sind. Hierzu zählen Auswirkungen auf das Wirtschaftswachstum, auf die Inflationsrate und das Steueraufkommen. Im Allgemeinen sollen diese makroökonomischen Aspekte argumentativ von der Rubrik „ökonomische Auswirkungen“ und teilweise auch von der Rubrik „menschliche Gesundheit und Umweltauswirkungen“ abgeleitet werden. So kann argumentiert werden, dass höhere Produktionskosten Einfluss auf das Wettbewerbsgeschehen haben, was für einen Standort / eine Region wiederum eine Abschwächung des Wirtschaftswachstums bedeuten kann.

Allgemeiner Hinweis auf die Methodik der Monetarisierung

Zwar wird in den Handreichungen wiederholt darauf hingewiesen, dass eine soziökonomische Analyse in der Regel auf eine Kombination aus qualitativen und quantitativen Daten aufbaut, die Dokumente beinhalten aber zahlreiche methodische Verweise auf die Monetarisierung aller wesentlichen Auswirkungen. U.a beinhaltet der Annex B der Handreichungen für Verbotsanträge (ECHA 2008) umfassende Tabellen mit Referenzwerten zu den externen Kosten der Emission bestimmter Chemikalien und dem ökonomischen Wert menschlichen Lebens. Zwar sind die Anwender von SEA nicht verpflichtet, eine solche Monetarisierung vorzunehmen, die Fülle der Hinweise und die Genauigkeit der Darstellung von Werten und Verrechnungsfaktoren lässt aber den Schluss zu, dass eine weitgehende Monetarisierung der Auswirkungen aller vier Rubriken doch erwünscht ist. Ethische Einwände zur Monetarisierung menschlichen Lebens werden nicht erwähnt und die Werte (1.052.000 Euro für ein „statistisches Lebens“ und 55.800 Euro pro gesundes Lebensjahr) unkommentiert dargestellt.

5.2.2 Vergleich PROSA mit SEA

Die Methode PROSA ist detailliert beschrieben, inklusive der Indikatorenlisten, eine Wiedergabe erübrigt sich an dieser Stelle (Grießhammer et al. 2007; www.PROSA.org).

Der Vergleich von SEA mit PROSA zeigt, dass das grundsätzliche Vorgehen übereinstimmt. Dies ist besonders in der Untergliederung der prinzipiellen Arbeitsschritte, der Verwendung von quantitativen und qualitativen Daten, der Berücksichtigung von Unsicherheiten und der transparenten Dokumentation der Fall. Auch beim Einbezug von Stakeholdern ergeben sich große Überschneidungen. Dennoch besteht der Eindruck, dass die Rolle von Stakeholdern

bei SEA stärker auf das Bereitstellen von Daten und Informationen beschränkt ist, während PROSA zudem Wert auf eine Rückkopplung mit den aktuellen gesellschaftlichen Diskursen legt.

Insgesamt ist PROSA klarer strukturiert, trennt im Gegensatz von SEA Analyse und Bewertung klar voneinander ab und stellt ein spezielles Tool zur Nutzen-Analyse bereit.

Die Tatsache, dass SEA stets mit Szenarien arbeitet und PROSA dies von der Fragestellung abhängig macht, wird nicht als nennenswerter Unterschied gewertet: Während SEA ausschließlich dafür verwendet wird, die zukünftigen Auswirkungen von Entscheidungen zu untersuchen, kann die PROSA Sozialbilanz für verschiedene Fragestellungen angewendet werden. Somit ist es mit PROSA durchaus möglich, einen ähnlichen Szenarienansatz wie in SEA durchzuführen.

Beide Methoden legen Wert auf eine Objektivierung der Daten: Während PROSA hier stärker berücksichtigt, dass insbesondere bei sozialen Themen die subjektiven Weltansichten der beteiligten Akteure Einfluss auf die Daten haben kann, setzt SEA stärker auf eine Objektivierung durch Quantifizierung und Monetarisierung.²² Während der Ansatz von PROSA stets davon ausgeht, dass im Bereich der sozialen Auswirkungen alle Informationen subjektiv gefärbt sein können, geht SEA eher davon aus, dass eine möglichst genaue quantitative Erhebung Unsicherheiten weitgehend ausschließt. Als anschauliches Beispiel für den Ansatz von PROSA sei das scheinbar einfache Thema der Arbeitszeiten diskutiert: Arbeitszeiten lassen sich gut quantitativ mit der durchschnittlichen wöchentlichen Arbeitszeit ausdrücken. Dennoch schützt diese Quantifizierung alleine nicht unbedingt vor Subjektivität: Da die Autoren von sozioökonomischen Studien in der Regel nur beschränkten Zugang zu firmeninternen Daten haben, sind sie oftmals auf Angaben aus den Reihen der Stakeholder abhängig. Dabei können aber Arbeitnehmervertreter das Interesse haben, besonders intensive Überstundenphasen herauszustellen und zu diesem Zweck die Durchschnitte für genau solche Perioden angeben. Arbeitgeber können wiederum andere Perioden wählen oder die Berechnung für einen anderen Teil der Belegschaft durchführen. Zudem können in manchen Branchen starke auftragsbedingte Unter- und Überauslastungen auftreten, was wiederum die Aussagekraft von Branchendurchschnittsdaten stark beeinträchtigen kann. Dennoch kann auch hier von keinem fundamentalen Unterschied zwischen SEA und PROSA gesprochen werden, da beide Methoden bezüglich der Verwendung von quantitativen und qualitativen Daten und der Art der Aggregation ausreichend flexibel gestaltet sind.

Bezüglich der Indikatoren ist festzustellen, dass neben zahlreichen Überschneidungen SEA den Fokus eher auf ökonomische Aspekte als auf soziale Aspekte legt, während PROSA

²² Hier muss allerdings angemerkt werden, dass SEA keine rein quantifizierte oder monetarisierte Darstellung erfordert. Lediglich aus der Fülle an methodischen Hinweisen und vorgeschlagenen Berechnungsgrundlagen kann geschlossen werden, dass eine solche Quantifizierung erwünscht ist.

durch den Einsatz der beiden Teil-Methoden Sozialbilanz und Lebenszykluskostenrechnung beide Themenbereiche vergleichbar adressiert.

Ein genauerer Vergleich der Indikatoren wird allerdings dadurch erschwert, dass SEA keine kohärenten Indikatorenlisten vorgibt, sondern die Auswahl der Themen und Indikatoren zum großen Teil dem iterativen Arbeitsprozess überlässt. Aus Sicht von PROSA besteht bei einem solchen Vorgehen allerdings die Gefahr, dass aufgrund der Vielschichtigkeit der Thematik einzelne Aspekte übersehen werden. Zudem hat die Erfahrung gezeigt, dass die Erarbeitung von kohärenten Indikatorenlisten einen sehr arbeitsintensiven Prozess darstellt, der kaum im Rahmen einer einzelnen Untersuchung bewerkstelligt werden kann. Anwender von sozioökonomischen Analysen im Rahmen von REACH sollten deshalb bereits über entsprechende Vorerfahrungen verfügen.

Grundsätzlich zeigt der Vergleich, dass sich PROSA sehr gut dazu eignet, eine Sozioökonomische Analyse (SEA) nach REACH durchzuführen. Insgesamt ist PROSA klarer strukturiert und detaillierter beschrieben als SEA.

5.2.3 Methodik zur Ermittlung des Public Value von Lichtstabilisatoren

Der Public Value wird in der vorliegenden Studie dementsprechend nach PROSA durchgeführt. Gemäß den Anforderungen von SEA sollen dabei die in Tabelle 3, Spalte 1 genannten Aspekte berücksichtigt werden. Die dafür eingesetzten Subtools von PROSA sind in der zweiten Spalte aufgeführt. Kontextspezifisch wird bei jeder Durchführung im Hinblick auf Untersuchungsziel, Datenlage und zur Verfügung stehender Bearbeitungszeit entschieden, auf welche Aspekte Priorität gelegt wird und umgekehrt, welche Aspekte nicht oder nicht vertieft behandelt werden (vgl. Spalte 3 in Tabelle 3).

Tabelle 3 Ermittlung des Public Value von Lichtstabilisatoren

Anforderungen SEA	PROSA Sub-Tool	Detailgrad bei Anwendung auf Lichtstabilisatoren
Risiko-Beurteilung Gesundheit des Menschen	Tox. Risk-Assessment	Screening des vorliegenden Tox. Risk Assessment
Risiko-Beurteilung Umwelt	Ökotox. Risk-Assessment	(1) Screening des vorliegenden Tox. Risk Assessment (2) Orientierende Ökobilanz
Ökonomische Auswirkungen	Life Cycle Costing	Vergleich mit Nicht-Stabilisierung ist nicht praxisrelevant
Soziale Auswirkungen	Sozialbilanz	nur qualitativ wegen eindeutiger Ergebnisse
Gesellschaftliche Auswirkungen	Benefit-Analyse	Benefit-Analyse
Schlussfolgerungen für Risiko-Management	Schlussfolgerungen	Schlussfolgerungen

Bei den Licht-Stabilisatoren wurde kein Kostenvergleich zwischen Licht-Stabilisierung von Kunststoffen und Lacken und Nicht-Stabilisierung von Kunststoffen und Lacken vorgenom-

men, da die letztgenannte Variante nicht praxisrelevant ist. Würden der Auto-Lack und die Kunststoffteile nicht mit Licht-Stabilisatoren ersetzt, müssten sie während der Lebenszeit der Automobile mehrmals ersetzt werden bzw. müssten die Automobile mehrmals neu lackiert werden. Die Kosten hierfür wären exorbitant hoch.

5.3 Toxikologische und ökotoxikologische Bewertung

Die vorliegende Abschätzung und Bewertung der toxikologischen und ökotoxikologischen Wirkungen der vier untersuchten Licht-Stabilisatoren erfolgte auf Basis von Unterlagen, die von Ciba zur Verfügung gestellt wurden. Dabei handelte es sich um die Sicherheitsdatenblätter der Substanzen sowie von Ciba erarbeitete „Statements of Toxicity and Ecotoxicity“. Über das Screening der Unterlagen hinaus wurden keine darüber hinaus gehende Literaturrecherche sowie keine weitergehende Auswertung der Originalstudien durchgeführt.

5.3.1 Einschätzung zur Toxikologie und zum Arbeitsschutz

Die „Statements of Toxicity and Ecotoxicity“ zeigen, dass sich die vier untersuchten UV-Stabilisatoren in ihren toxikologischen und ökotoxikologischen Eigenschaften unterscheiden.

Tabelle 4 Klassifizierung und R-Sätze der UV-Stabilisatoren

Produkt	Klassifizierung	R-Sätze	Bedeutung	Wirkfaktor
TINUVIN 292	Xi Reizend N Umweltgefährlich	R43, R50/53	R 43: Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich R 50/53: Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben	500 0,5
TINUVIN 360	R53	R53	R53: Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben	0,5
TINUVIN 770	Xi Reizend N Umweltgefährlich	R36, R51/53	R 36: Reizt die Augen R51/53: Giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben	5 0,5
TINUVIN 928	Keine Einstufung als Gefahrstoff		entfällt	0

Dies gilt entsprechend auch für die Angaben in den Sicherheitsdatenblättern zu Gefahrenhinweisen und die zugehörigen Wirkfaktoren (gemäß Technischer Regel Gefahrstoffe 440), vgl. Tabelle 4.

Zusammenfassende Einschätzung

- Unter der Voraussetzung, dass sich durch in Zukunft durchgeführte zusätzliche toxikologische Untersuchungen die Einstufungen der UV-Stabilisatoren nicht ändern, weist TINUVIN 292 das höchste Gefahrenpotenzial am Arbeitsplatz auf, wenn man von vergleichbaren Einsatzbedingungen und Einsatzmengen der UV-Stabilisatoren ausgeht. Bei TINUVIN 770 liegt ein geringeres Schädigungspotenzial vor. Bei TINUVIN 360 besteht keine humantoxikologisch begründete Kennzeichnung. TINUVIN 928 ist aufgrund der Ergebnisse der toxikologischen Tests nicht als Gefahrstoff einzustufen.
- Hierdurch ergeben sich auch deutlich verringerte Aufgaben im Falle einer Registrierung gemäß REACH Verordnung (EG) Nr. 1907/2006. Im Falle einer Registrierung ist zwar ein Stoffsicherheitsbericht gemäß Artikel 14 vorzulegen. Da TINUVIN 928 aber kein Gefahrstoff ist, muss weder eine Expositionsbeurteilung noch eine Risikobeschreibung vorgenommen werden. Dies bedeutet, dass auch keine Expositionsszenarien erstellt werden müssen (Artikel 14 Abschnitt 4). Bei dieser Einschätzung wird davon ausgegangen, dass es sich bei TINUVIN 928 nicht um einen Stoff handelt, der persistent, bioakkumulativ und toxisch bzw. nicht sehr persistent und sehr bioakkumulativ ist (d.h., er erfüllt nicht die Kriterien des Anhang XIII REACH).
- Unter Arbeitsschutzgesichtspunkten sind die Produkte TINUVIN 360, 770 und 928 aufgrund ihrer stoff-intrinsischen Eigenschaften deutlich zu bevorzugen. Die vier untersuchten Produkte haben allerdings jeweils unterschiedliche anwendungstechnische Effekte und sind nicht einfach austauschbar.

5.3.2 Einschätzung zum Verbraucherschutz

Von den vier UV-Stabilisatoren zeigt lediglich TINUVIN 292 ein Sensibilisierungspotenzial bei Hautkontakt. Allerdings sind die hier untersuchten Licht-Stabilisatoren bei der Anwendung in den Lacken bzw. Kunststoffen in einer stabilen Matrix eingeschlossen, so dass es hier bei normaler Nutzung zu keiner relevanten Exposition von Verbrauchern kommen sollte.

5.3.3 Schlussfolgerungen hinsichtlich der Datenlage

Die Datenlage für die UV-Stabilisatoren TINUVIN 292, 360, 770 und 928 ist unterschiedlich. Die Angaben für alle vier Stoffe entsprechen auf jeden Fall den Anforderungen, wie sie nach REACH für Stoffe mit einer Jahresproduktion/Importmenge von 1 bis 10 Tonnen gefordert werden:

- Angaben zur Haut- und Augenreizung,
- Angaben zur Hautsensibilisierung,
- In vitro Genmutationsversuche in Bakterien,
- Angaben zur akuten oralen Toxizität.

Für TINUVIN 770 und TINUVIN 928 liegen darüber hinaus weitere Tests vor, zum Beispiel zu subakuten und subchronischen Wirkungen. Für TINUVIN 360 liegen noch umfassendere Untersuchungen vor, die auch den Anforderungen für Stoffe mit einer Jahresproduktion von 10 bis 100 Tonnen entsprechen. Bei TINUVIN 360 wurden auch alle notwendigen Prüfungen für Stoffe, die in Kosmetika verwendet werden sollen, durchgeführt. Die Testergebnisse lieferten keinen Verdacht auf weitere toxische Wirkungen, die eine tiefer gehende Testung notwendig erscheinen lassen.

5.3.4 Einschätzung zur Ökotoxikologie

Hinsichtlich ihrer ökotoxischen Eigenschaften unterscheiden sich die vier untersuchten UV-Stabilisatoren deutlich. Sie ähneln sich dagegen in ihrem Abbauverhalten und in ihrem niedrigen Bioakkumulationspotenzial.

Tabelle 5 Übersicht der verfügbaren Daten zur Ökotoxizität und zum Verhalten in der Umwelt

Produkt	R-Sätze und Bedeutung	Biologische Abbaubarkeit	Bioakkumulierbarkeit	Zielkompartiment, Mobilität
TINUVIN 292	R 50/53: Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben	Teilweise, aber nicht leicht biologisch abbaubar	Nicht bioakkumulierend, BCF 7-31	Wasser, mobil in Boden und Sediment
TINUVIN 360	R53: Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben	Nicht leicht biologisch abbaubar	Nicht bioakkumulierend, BCF < 1,5	Boden und Sediment, nicht mobil
TINUVIN 770	R51/53: Giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben	Nicht leicht biologisch abbaubar	Vermutlich nicht bioakkumulierend (logPow: 0.35)	Boden, nicht mobil
TINUVIN 928	Keine Einstufung als Gefahrstoff	Nicht leicht biologisch abbaubar	Nicht bioakkumulierend, BCF < 27	Boden, nicht mobil

Tabelle 5 zeigt in einer Übersicht die verfügbaren Daten zur Ökotoxizität und zum Verhalten in der Umwelt. Grundlage sind die Angaben in den Sicherheitsdatenblättern und den Statements of Ecotoxicity.

Zusammenfassende Einschätzung

Auch hier gilt unter der Voraussetzung, dass sich durch in Zukunft durchgeführte zusätzliche Studien an der Einschätzung der Stoffcharakteristika keine Änderungen ergeben werden, dass TINUVIN 928 unter den betrachteten vier Kandidaten die günstigsten umweltbezogenen Eigenschaften aufweist. Bei TINUVIN 292, 360 und 770 liegt eine Kennzeichnung als umweltgefährlich vor. Während bei TINUVIN 292, 360 und 770 durchaus auch direkte Schadwirkungen auf aquatische Ökosysteme bei hohem Umwelteintrag vereinzelt stattfinden könnten, ist dies bei TINUVIN 928 nicht der Fall. Daher sind bei der Produktion und bei der

industriellen Verwendung von TINUVIN 292, 360 und 770 wesentlich höhere Anforderungen an die Risikomanagement-Maßnahmen zu stellen, um einen Umwelteintrag zu verhindern.

5.3.5 Hinweise zum Risiko-Management

Bei jeder Chemikalie sollte im Rahmen eines Risiko-Managements geprüft werden,

- ob es aus (öko-)toxikologischer Sicht bessere Alternativen gibt;
- wie die Exposition verringert werden kann.

Oben wurde bereits gezeigt, dass die (Öko-)Toxizität der untersuchten Licht-Stabilisatoren unterschiedlich ist.

Beim Einsatz von Licht-Stabilisatoren im Auto dürfte die Exposition von Mensch und Umwelt bei ordnungsgemäßer Entsorgung der Alautos minimal sein. Geringe Expositionen könnte es bei Reparaturen geben (z.B. Schleifen von Lack). Die wesentlichen Maßnahme zur Expositionsminderung sind damit eine geordnete Alauto-Entsorgung sowie ein Product Stewardship Programm mit Einbezug der Anwender.²³ Ein entsprechendes Programm wird von Ciba für Lichtstabilisatoren durchgeführt.

Alternativen-Prüfung

Durch eine Analyse der auf dem Markt verfügbaren Licht-Stabilisatoren sollte geklärt werden, ob die bei den vier betrachteten Kandidaten durchgängig vorhandene schlechte biologische Abbaubarkeit mit der gewünschten Funktionalität als Licht-Stabilisator strukturell verknüpft ist oder ob es Alternativsubstanzen gibt, die besser abbaubar sind. So ist beispielsweise TINUVIN 928 risikoärmer einzustufen als TINUVIN 292

Geprüft werden sollte, ob funktional gleichwertige Alternativen verfügbar sind, die noch günstiger als TINUVIN 928 sind, die beispielsweise bei sonst gleichen Eigenschaften besser abbaubar sind. Die vier Produkte haben jeweils unterschiedliche anwendungstechnische Effekte (siehe oben) und sind nicht einfach austauschbar.

5.3.6 Fazit

Die vorliegenden Daten der vier Licht-Stabilisatoren TINUVIN 292, 360, 770 und 928 wurden in einem Screening überprüft. Danach kann davon ausgegangen werden, dass die vier untersuchten Licht-Stabilisatoren nicht als problematische Stoffe nach REACH (§57a-f) eingestuft werden würden. Gleichwohl haben sie aus (öko-)toxikologischer Sicht unerwünschte Eigenschaften, im Besonderen eine schlechte Abbaubarkeit.

Unabhängig vom Ausgang der vergleichenden Risiko-Nutzen-Abwägung ist ein gezieltes Risiko-Management sinnvoll. Dies beinhaltet zum einen die Bevorzugung von Licht-

²³ vgl. etwa das Product Stewardship-Programm VECAP der Hersteller von bromierten Flammschutzmitteln.

Stabilisatoren, die ein günstigeres Risiko-Profil aufweisen als andere Licht-Stabilisatoren, soweit dies anwendungstechnisch möglich ist.

Nicht eingesetzt werden sollten Licht-Stabilisatoren, die bioakkumulativ sind (Ciba hat dies bereits vor Längerem beschlossen). Zum anderen sollte die Exposition von Mensch und Umwelt so gering wie möglich gehalten werden. Dies beinhaltet neben der Beachtung von adäquaten Arbeitsschutz-Maßnahmen bei Herstellung und Verarbeitung (siehe Datensicherheitsblätter etc.) vor allem die Minimierung der Exposition der Umwelt. Durch die in Europa gesetzlich vorgeschriebene Rückgabe und Verwertung von Altfahrzeugen (Richtlinie 2000/53/EG des Europäischen Parlaments und des Rates) ist dies prinzipiell geplant (die Exposition der Umwelt durch Abrieb bzw. Freisetzung von Licht-Stabilisatoren während der Nutzungs-Phase, durch Unfälle und Reparaturarbeiten dürfte gering sein). Allerdings wird die europäische Altfahrzeug-Richtlinie durch sehr hohe Exportzahlen systematisch unterlaufen. Hier stehen die EU und die Importländer in der Pflicht.

Mit der technischen Eigenschaft der Licht-Stabilisatoren – eben der langfristigen Stabilisierung von Kunststoffteilen und Lacken gegenüber Sonneneinstrahlung – ist zwangsläufig eine schlechte Abbaubarkeit verbunden. Die Exposition von Mensch und Umwelt kann aber durch geeignete Maßnahmen gering gehalten werden. Bei einem qualitativen Vergleich von Nutzen und Risiken wird der Nutzen der Licht-Stabilisatoren höher bewertet.

5.4 Orientierende Ökobilanz zu Licht-Stabilisatoren

Zielstellung der orientierenden Ökobilanzen war es, die Umweltentlastungseffekte von Licht-Stabilisatoren anhand von verschiedenen möglichen Anwendungsfeldern zu ermitteln. Dabei sollten insbesondere auch die unterschiedliche Lebensdauer zwischen einem stabilisierten Produkt und der unstabilisierten Alternativen sowie Systemeffekte berücksichtigt werden. Im Folgenden wird die verwendete Untersuchungsmethode skizziert, die verwendeten Daten und Annahmen dokumentiert sowie die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst.

5.4.1 Untersuchungsmethode

Für die ausgewählten Produkte wurden die Umweltentlastungseffekte mittels orientierender Ökobilanzen („screening-LCA“) ermittelt, wobei die UV-stabilisierten Produkte den jeweiligen klassischen Alternativen gegenübergestellt wurden. Ausgangspunkt der Analyse bildete bei allen Fallbeispielen zunächst eine Betrachtung des gesamten Lebenswegs „von der Wiege bis zur Bahre“, d. h. von der Rohstoffgewinnung, über die Herstellung, Vertrieb und Anwendung bis zur Entsorgung. Die methodische Vorgehensweise erfolgt in Anlehnung an die gültigen internationale Normen DIN EN ISO 14040:2006 und DIN EN ISO 14044:2006.

Entsprechend der allgemeinen Vorgehensweise bei Ökobilanzen gemäß ISO 14040ff. umfasste die Untersuchung die Bestandteile:

- Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens,
- Sachbilanz,
- Wirkungsabschätzung sowie
- Auswertung.

Die einzelnen Bestandteile werden im Folgenden näher beschrieben.

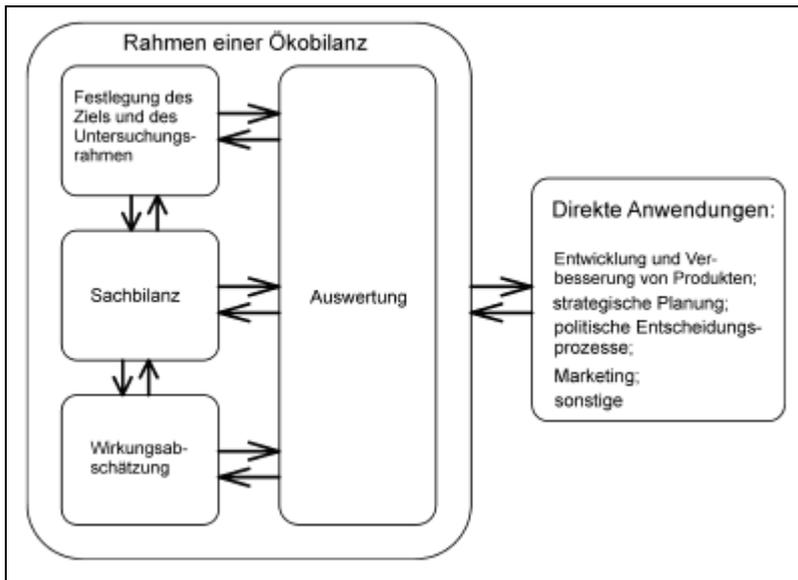


Abbildung 1 Bestandteile einer Ökobilanz [ISO 14040:2006]

Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens

Bei einer Ökobilanz-Studie müssen zunächst Ziel und Untersuchungsrahmen eindeutig festgelegt werden und auf die beabsichtigte Anwendung abgestimmt sein.

Hierbei kommt v.a. der Wahl der *Systemgrenzen* eine besondere Bedeutung zu. Hierdurch wird im Einzelnen bestimmt, welche Produktsysteme Bestandteil der Untersuchung sind und ferner welche (Einzel-)Prozesse (engl. *unit process*) in die ökobilanzielle Betrachtung aufgenommen werden müssen. Prozesse wiederum stellen diejenigen Teile der untersuchten Systeme dar, für die zur Erstellung der Sachbilanz Daten gesammelt werden. Folglich wird die Auswahl der Produktsysteme auch von der Datenverfügbarkeit für die zu untersuchenden Prozesse beeinflusst. Zusätzlich wird die Wahl der Systemgrenzen auch von folgenden Annahmen bzw. Grundsätzen geleitet:

- Das so genannte "*Capital Equipment*" (z.B. die Herstellung oder Entsorgung von verfahrenstechnischen Anlagen) wird aus Signifikanzgründen generell nicht erfasst; dies entspricht der gängigen Praxis in vielen bislang durchgeführten Ökobilanzen.

- Bestandteile der Systeme, die bezogen auf die Referenzflüsse der Produktsysteme (z.B. gesamter Primärenergiebedarf) mengenmäßig einen bestimmten Anteil unterschreiten, werden im Hinblick auf die stofflichen und energetischen Vorketten nicht weiter bilanziell verfolgt. Da es sich bei der hier vorliegenden Analyse um eine orientierende ökobilanzielle Untersuchung handelt, wurde ein *Abschneidekriterium* von 5% (bezogen auf das Treibhauspotenzial) gewählt.

Im Rahmen der Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen wird auch die *funktionelle Einheit* der untersuchten Produktsysteme definiert. Dabei handelt es sich um den quantifizierten Nutzen der Produktsysteme, auf den sich alle im Rahmen der Sachbilanz zu ermittelnden Daten sowie die Ergebnisse der Ökobilanzstudie beziehen.

Weitere wichtige Festlegungen in Hinblick auf den Untersuchungsrahmen betreffen die *Anforderungen an die Datenqualität*. Dadurch werden in allgemeiner Form Merkmale für die Daten festgelegt, die für die Durchführung der Studie benötigt werden. Eine zentral wichtige Anforderung an die Datenqualität stellt die Repräsentativität der verwendeten Daten dar, wobei in eine zeitbezogene, geographische und technologische Komponente unterschieden wird. So wurden im Rahmen dieser Untersuchung ausschließlich Daten verwendet, deren Alter zwölf Jahre nicht überschreitet, deren geographischer Bezugsrahmen Deutschland ist und die den gegenwärtig gültigen Stand der Technik reflektieren.

Sachbilanz

Dieser Bestandteil einer Ökobilanz umfasst allgemein die *Datensammlung*, die *Modellierung* der Daten und die Berechnungsverfahren zur *Quantifizierung der umweltrelevanten Input- und Outputflüsse* (so genannte „Elementarflüsse“) der untersuchten Produktsysteme. Hierzu werden nur Daten verwendet, die den zuvor definierten Anforderungen (s.o.) genügen.

Grundsätzlich kann bei Datengrundlagen einer Ökobilanz zwischen allgemeinen und spezifisch ermittelten Daten unterschieden werden: Unter allgemeinen Daten werden Mittelwerte zum Energie- und Rohstoffverbrauch und zu Emissionen verstanden, die den mittleren Stand der Technik eines bestimmten Produktionsprozesses repräsentieren. Spezifisch ermittelte Daten beschreiben hingegen die Verhältnisse an einem bestimmten Produktionsstandort oder für ein bestimmtes Produkt. Je nach dem realisierten Stand der Technik (Effizienz von Schadstoffabscheidung oder ähnliches) können spezifisch ermittelte Daten erheblich (nach oben und unten) von allgemeinen Daten abweichen.

Bei den hier erstellten Sachbilanzen wurden sowohl allgemeine als auch spezifisch ermittelte Daten zugrunde gelegt. So wurden für Einsatzmengen der Licht-Stabilisatoren stets spezifische Daten zu Grunde gelegt, die sich auf konkrete Produkte bzw. Dienstleistungen (z.B. Stoßfänger, Schiebedächer) beziehen. Ergänzt wurden die spezifischen Daten durch allgemeine Daten. Diese kamen immer dann zum Einsatz, wenn wie im Fall der Herstellung der Stoßfänger und Schiebedächer generische Mittelwerte für einen bestimmten Prozess benötigt wurden.

Wirkungsabschätzung

Die Wirkungsabschätzung dient dazu, die Sachbilanzergebnisse hinsichtlich ihrer Wirkungen auf die Umwelt zu quantifizieren. Verbindliche Bestandteile sind die Auswahl von *Wirkungskategorien* und den zugehörigen Charakterisierungsmodellen, die Zuordnung der Sachbilanzergebnisse zu den ausgewählten Wirkungskategorien (*Klassifizierung*) und die Berechnung der Wirkungsindikatorwerte (*Charakterisierung*).

Aufgrund des Screening-Charakters der Studie wurde im Rahmen der Wirkungsabschätzung lediglich die Wirkungskategorie des Treibhauspotenzials (Global Warming Potential, GWP) ermittelt. Für die Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Lackanwendungen wurde zusätzlich dazu auch der Verbrauch energetischer Ressourcen (Kumulierter Energie-Aufwand, KEA) berechnet.

Bezug zum Product Carbon Footprint

Durch die Beschränkung auf die Wirkungskategorie Treibhausgaspotenzial wurde praktisch nur der Product Carbon Footprint erhoben. Unter diesem Stichwort gibt es seit 2007 vielfältige Aktivitäten und auch einen Methodenvorschlag von British Standard. Die hier beschriebene Bilanzierung wurde nach ISO 14040 ff. durchgeführt, ist aber auch mit dem 2008 diskutierten Stand der Carbon-Footprint-Methodik kompatibel – konkret mit dem PAS 2050 (second draft) des British Standard.²⁴

Auswertung

Innerhalb dieser Phase werden die Ergebnisse der Sachbilanz und der Wirkungsabschätzung unter Berücksichtigung des Ziels und Untersuchungsrahmens zusammengefasst. Wichtige Schwerpunkte sind dabei die Identifizierung der signifikanten Parameter und die Beurteilung auf der Grundlage einer Vollständigkeits-, Sensitivitäts- und Konsistenzprüfung.

5.4.2 Daten und Annahmen

Im Folgenden Abschnitt werden die Daten und Annahmen bei der Modellierung der verschiedenen Anwendungen von Licht-Stabilisatoren beschrieben.

Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Stossfängern

Funktionelle Einheit für die Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Stossfängern ist eine zehnjährige Nutzung des Pkw mit einer jährlichen Laufleistung von 15.000 km; daraus ergibt sich eine Gesamtleistung von 150.000 km. Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurde auch mit einer Gesamtleistung von 200.000 km gerechnet.

²⁴ (PAS 2050 – Specification for the measurement of the embodied greenhouse gas emissions in products and services; Draft 2, V.3.1_18_02_2008).

Ein heute von der Automobil-Industrie verwendeter Kunststoff-Stoßfänger besitzt die Masse von 6 kg. Dieses Gewicht bezieht sich auf einen Stossfänger für einen Mittelklasse-Pkw (z.B. BMW 3er Serie). Für einen Pkw werden zwei Stoßfänger benötigt; es wurde vereinfachend angenommen, dass sowohl der vordere als auch der hintere Stoßfänger die gleiche Masse haben. Zur UV-Stabilisierung der Stoßfänger kommt Tinuvin 770 (HALS) zum Einsatz. Für die Modellierung wird von unlackierten Stoßfängern ausgegangen, die in der Kunststoffmasse stabilisiert werden, wobei bezogen auf die Kunststoffmasse 0,3% HALS zum Einsatz kommen. Dies entspricht 18 g pro Stoßfänger. Dabei ist jedoch zu beachten, dass mittlerweile 80% aller Stoßfänger lackiert werden. In diesem Fall befindet sich der UV-Stabilisator im Lack und es kann ggf. sogar von einem geringeren spezifischen HALS-Verbrauch ausgegangen werden. Insofern handelt es sich bei der Modellierung eines unlackierten Stoßfängers um eine konservative Annahme.

Bezüglich der Herstellung der Kunststoff-Stoßfänger wurde davon ausgegangen, dass diese auf Polypropylen (PP) basieren.²⁵ Als konventionelle Variante wurde bei den Stoßfängern ein Bauteil aus feuerverzinktem Stahlblech angenommen. Diese Referenzvariante hat eine zwei bis drei Mal so große Masse wie der Kunststoff-Stoßfänger.²⁶ Auch hier wurde im Zuge einer konservativen Modellierung von der für das UV-stabilisierte System ungünstigeren Annahme ausgegangen und bei der Referenzvariante nur mit der doppelten Masse (12 kg pro Stoßfänger) gerechnet. Recherchen ergaben, dass rund ein Drittel der Automobile in Europa jedoch bereits mit Stoßfängersystemen aus Aluminium ausgestattet sind. Aluminium ermöglicht zwar eine Gewichtseinsparung um 40% im Vergleich zur Referenzvariante, ist aber folglich mit 7,2 kg pro Stoßfänger immer noch 20% schwerer als Kunststoff.²⁷ Aufgrund ihrer größeren Masse verursachen Aluminium- und Stahlblech-Stoßdämpfer während der Nutzenphase des Pkws einen zusätzlichen Kraftstoffverbrauch. In diesem Zusammenhang wurde angenommen, dass pro 100 kg zusätzliches Gewicht ein spezifischer Mehrverbrauch von 0,35 l / 100 km entsteht.²⁸ Andere Literaturwerte²⁹ liegen ebenfalls in dieser Größenordnung und bestätigen diese Annahme. Die Herstellung von Tinuvin 770 wird vereinfachend als optischer Aufheller bilanziert.

In Tabelle 6 werden die Datengrundlagen für alle relevanten Prozesse zusammengefasst.

²⁵ Vgl. hierzu <http://www.vke.de/download/pdf/autolang.pdf>.

²⁶ Vgl. hierzu www.wissens-center.de.

²⁷ Vgl. http://www.eaa.net/eea/downloads/MovingUp_de.pdf und <http://www.eaa.net/eea/downloads/SafetyDE.pdf>.

²⁸ Vgl. http://corporate.basf.com/basfcorp/img/innovationen/felder/mobilitaet/d/PI_HrScherzer.pdf.

²⁹ Vgl. <http://autolook.de/index.php?id=314> (0,2-0,4 l / 100 km) und www.wissens-center.de (0,5 l / 100 km).

Tabelle 6 Datengrundlagen der Sachbilanzen für die Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Stoßfängern

Prozess	Datenbankmodul	Quelle	Bemerkungen
Herstellung des Kunststoff-Stoßfängers	Formteil (PP)	Umberto 5.5 2007	Produktion von PP-Formteilen nach dem Spritzgussverfahren
Herstellung Tinuvin 770 (HALS)	Approximierung durch die Herstellung eines optischen Aufhellers	Grießhammer et al. 1996	Ökobilanz eines optischen Aufhellers (aufwendige Produktion)
Herstellung des Stahlblech-Stoßfängers	Feinblech, feuerverzinkt	Umberto 5.5 2007	Herstellung von feuerverzinktem Feinblech aus Oxygenstahl
Herstellung des Aluminium-Stoßfängers	Aluminiumtuben	Umberto 5.5 2007	Herstellung von Aluminiumtuben aus Aluminiumronden
zusätzlicher Kraftstoffverbrauch bei der Nutzung der Metall-Stoßfänger	Benzin	Umberto 5.5 2007	
zusätzliche Emissionen bei der Nutzung der Metall-Stoßfänger	Pkw, Otto-Motor	BUWAL 1999	Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Vol. 1.2
Recycling des Kunststoff-Stoßfängers	Regranulierung	Würdinger et al. 2001	Regranulierung der Kunststoff-Stoßfänger in einem Extruder
Recycling des Stahlblech-Stoßfängers	Elektrostahlherstellung	EU COM 2001a	Einschmelzen des Stahlblech-Stoßfängers in einem Elektrostahlwerk
Recycling des Aluminium-Stoßfängers	Induktionsofen	EU COM 2001b	Einschmelzen des Aluminium-Stoßfängers im Induktionsofen
Energiebereitstellung für den Recyclingprozess	Stromnetz BRD	Umberto 5.5 2007	Durchschnittsdaten zur Strombereitstellung in Deutschland

Anwendung von Lichtstabilisatoren in Schiebedächern

Für die Anwendung von Lichtstabilisatoren in Schiebedächern wurde analog zu den Stoßfängern ebenfalls eine zehnjährige Nutzung des Pkw mit einer jährlichen Laufleistung von 15.000 km angenommen; daraus ergibt wieder sich eine Gesamtleistung von 150.000 km. Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurde auch hier mit einer Gesamtleistung von 200.000 km gerechnet.

Tabelle 7 Datengrundlagen der Sachbilanzen für die Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Schiebedächern

Prozess	Datenbankmodul	Quelle	Bemerkungen
Herstellung des Kunststoff-Schiebedachs	Polycarbonat	Umberto 5.5 2007	Spritzguss des Schiebedachs
Herstellung Tinuvin 360	Approximierung durch die Herstellung eines optischen Aufhellers	Grießhammer et al. 1996	Ökobilanz eines optischen Aufhellers (aufwendige Produktion)
Herstellung des Glas-Schiebedachs	Flachglas, beschichtet	Ecolnvent 1.3 2006	

Prozess	Datenbankmodul	Quelle	Bemerkungen
zusätzlicher Kraftstoffverbrauch bei der Nutzung des Glas-Schiebedachs	Benzin	Umberto 5.5 2007	
zusätzliche Emissionen bei der Nutzung des Glas-Schiebedachs	Pkw, Otto-Motor	BUWAL 1999	Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Vol. 1.2
Recycling des Kunststoff-Stoßfängers	Regranulierung	Würdinger et al. 2001	Regranulierung der Kunststoff-Stoßfänger in einem Extruder
Recycling des Glas-Schiebedachs	Einschmelzen	EU COM 2001c	Einschmelzen des Glas-Schiebedachs in einem erdgasbetriebenen Ofen
Energiebereitstellung für Recyclingprozess (Kunststoff)	Stromnetz BRD	Umberto 5.5 2007	Durchschnittsdaten zur Strombereitstellung in Deutschland
Energiebereitstellung für Recyclingprozess (Glas)	Erdgas, frei KW/IN	Umberto 5.5 2007	Förderung und Aufbereitung von Erdgas für industrielle Abnehmer

UV-stabilisierte Kunststoff-Schiebedächer haben eine Masse von 4 kg und bestehen aus Polycarbonat (PC). Als UV-stabilisierendes Agens kommt Tinuvin 360 (Benzotriazol) zum Einsatz. Es werden 5 g Tinuvin 360 pro Schiebedach benötigt.

Die Referenzvariante wird als ein herkömmliches Glas-Schiebedach modelliert. Aufgrund der doppelten Dichte von Glas ($2,5 \text{ g/cm}^3$ im Vergleich zu $1,19$ bis $1,24 \text{ g/cm}^3$ bei PC) wird beim Glasdach von einer doppelten Masse (8 kg) ausgegangen. Dies beruht auf der Annahme, dass PC- und Glas-Schiebedach die gleiche Dicke aufweisen. Dies kann durch mehrere Quellen³⁰ bestätigt werden.

Die Datengrundlagen für die Modellierung des Einsatzes von Licht-Stabilisatoren in Schiebedächern sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Die eingesetzten Licht-Stabilisatoren wurden nicht im Detail bilanziert, weil ein Screening zeigt, dass ihr Anteil an der Gesamtbilanz deutlich unter 1% liegt (bei einigen Anwendungen eher in Richtung 0,1%). Um trotzdem konservativ vorzugehen, wurden die vorliegenden Werte für eine andere Feinchemikalie von Ciba eingesetzt – die eines optischen Aufhellers, dessen Produktionsaufwand in der gleichen Größenordnung wie der für die optischen Aufheller liegen dürfte.

³⁰ Vgl.

<http://www.faz.net/s/Rub1DABC609A05048D997A5F315BF55A001/Doc~EFF98163416BB42F9BABAF245EF2CAE3D~ATpl~Ecommon~Scontent.html>, <http://autolook.de/index.php?id=170> und http://www.modplas.com/inc/mparticle.php?section=notables&thefilename=notables05012005_01.

Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Topcoats

Auch bei der Anwendung von Licht-Stabilisatoren im Autolack (Topcoat) wurde von einer zehnjährigen Nutzung des Pkws ausgegangen. Als Licht-Stabilisatoren kommen folgende zwei Produkte in Frage:

- Tinuvin 292 (HALS): Einsatzmenge im Lack 1% Tinuvin 292 bezogen auf den Feststoffgehalt (50%Feststoff),
- Tinuvin 928 (Benzotriazol): Einsatzmenge im Lack 2% Tinuvin 928 bezogen auf den Feststoffgehalt (50% Feststoff).

Beide Produkte werden zusammen in der Lackformulierung verwendet. Der Topcoat wiegt bezogen auf Feststoffgehalt zwei bis drei kg pro Pkw; für die Modellierung wurde mit 2,5 kg der Mittelwert angenommen. Bezüglich der Haltbarkeit des Lacks auf dem Pkw besteht ein signifikanter Unterschied zwischen UV-stabilisierten und unstabilisierten Produkten: Während eine unstabilisierte Lackschicht nach spätestens 24 Monaten aufgeplatzt und damit zerstört ist, sind bei stabilisierten Lacken auch nach 10 Jahren noch keinerlei Abnutzungserscheinungen erkennbar. Auf der Grundlage dieser Informationen wurde bei unstabilisierten Systemen für die funktionelle Einheit ein fünffacher Topcoat-Verbrauch modelliert.

In Tabelle 8 sind die Datengrundlagen für alle relevanten Prozesse zusammengefasst.

Tabelle 8 Datengrundlagen der Sachbilanzen für die Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Topcoats

Prozess	Datenbankmodul	Quelle	Bemerkungen
Herstellung des Topcoats	Acryllack	Ecolnvent 1.3 2006	Spritzguss des Schiebedachs
Herstellung Tinuvin 292 (HALS)	Approximierung durch die Herstellung eines optischen Aufhellers	Grießhammer et al. 1996	Ökobilanz eines optischen Aufhellers (aufwendige Produktion)
Herstellung Tinuvin 928 (Benzotriazol)	Approximierung durch die Herstellung eines optischen Aufhellers	Grießhammer et al. 1996	Ökobilanz eines optischen Aufhellers (aufwendige Produktion)

5.4.3 Ergebnisse

Der folgende Abschnitt fasst die wichtigsten Ergebnisse der orientierenden Ökobilanzen für die verschiedenen Anwendungen von Licht-Stabilisatoren zusammen.

(1) Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Stoßfängern

Tabelle 9 Ergebnisse der orientierenden Ökobilanzen für die Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Stoßfängern [funktionelle Einheit: Fahrleistung von 150.000 km; mit Recycling]

	Stoßfänger Stahlblech	Stoßfänger Aluminium	Stoßfänger Kunststoff	Kommentar
Treibhausgase – Global Warming Potential (GWP) [kg CO₂-Äq.]	250	90	51	Nettoergebnis (inkl. Gutschrift)
Einsparung [kg CO ₂ -Äq.]	–	–	199	im Vergleich zu Stahlblech
Anteil Materialherstellung [kg CO ₂ -Äq.]	78	210	56	
Anteil zus. Gewicht [kg CO ₂ -Äq.]	194	39	–	
Anteil UV-Stabilisator [kg CO ₂ -Äq.]	–	–	0,43	
Anteil Recycling [kg CO ₂ -Äq.]	-22	-159	-5,6	
Hebelwirkung (Faktor)	–	–	464	CO ₂ -Einsparung im Verhältnis zur Herstellung des UV-Stabilisators

Wie Tabelle 9 und Abbildung 2 entnommen werden kann, ist die Herstellung des UV-Stabilisators im Vergleich zu den Gesamtergebnissen vernachlässigbar. Die ökologische Hebelwirkung, d.h. der Quotient aus CO₂-Einsparung und Herstellung des UV-Stabilisators fällt mit dem Faktor 464 entsprechend hoch aus. Die Werte zeigen auch, dass die Herstellung des Aluminium-Stoßfängers zwar aufwendig ist, aber eine entsprechend hohe Gutschrift beim Recycling anfällt. Insgesamt schneidet der Aluminium-Stoßfänger zwar deutlich besser als der Stahlblech-Stoßfänger ab, verursacht im Vergleich zu dem Kunststoff-Stoßfänger fast die doppelten CO₂-Emissionen.

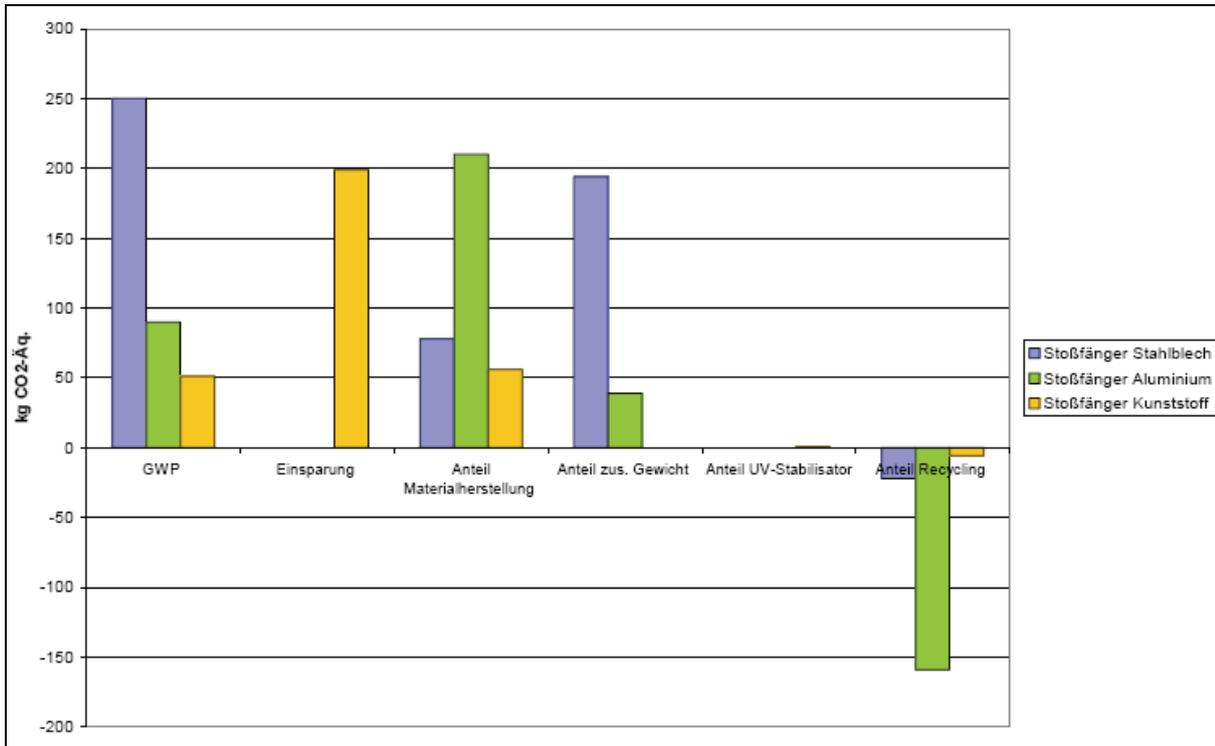


Abbildung 2 Ergebnisse der orientierenden Ökobilanzen für die Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Stoßfängern [funktionelle Einheit: Fahrleistung von 150.000 km; mit Recycling]

Betrachtet man die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse, so wird ersichtlich, dass das Materialrecycling die Gesamtergebnisse deutlich stärker beeinflusst als die Höhe der Gesamtfahrleistung (siehe Tabelle 10 und Abbildung 3).

Tabelle 10 Orientierende Ökobilanzen für die Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Stoßfängern [funktionelle Einheit: Fahrleistung von 200.000 km; ohne Recycling]

	Stoßfänger Stahlblech	Stoßfänger Aluminium	Stoßfänger Kunststoff	Kommentar
Treibhausgase – Global Warming Potential (GWP) [kg CO₂-Äq.]	337	261	56	
Einsparung [kg CO ₂ -Äq.]	–	–	281	im Vergleich zu Stahlblech
Anteil Materialherstellung [kg CO ₂ -Äq.]	78	210	56	
Anteil zus. Gewicht [kg CO ₂ -Äq.]	259	51	–	
Anteil UV-Stabilisator [kg CO ₂ -Äq.]	–	–	0,43	
Anteil Recycling [kg CO ₂ -Äq.]	–	–	–	

	Stoßfänger Stahlblech	Stoßfänger Aluminium	Stoßfänger Kunststoff	Kommentar
Hebelwirkung (Faktor)	–	–	653	CO ₂ -Einsparung im Verhältnis zur Herstellung des UV-Stabilisators

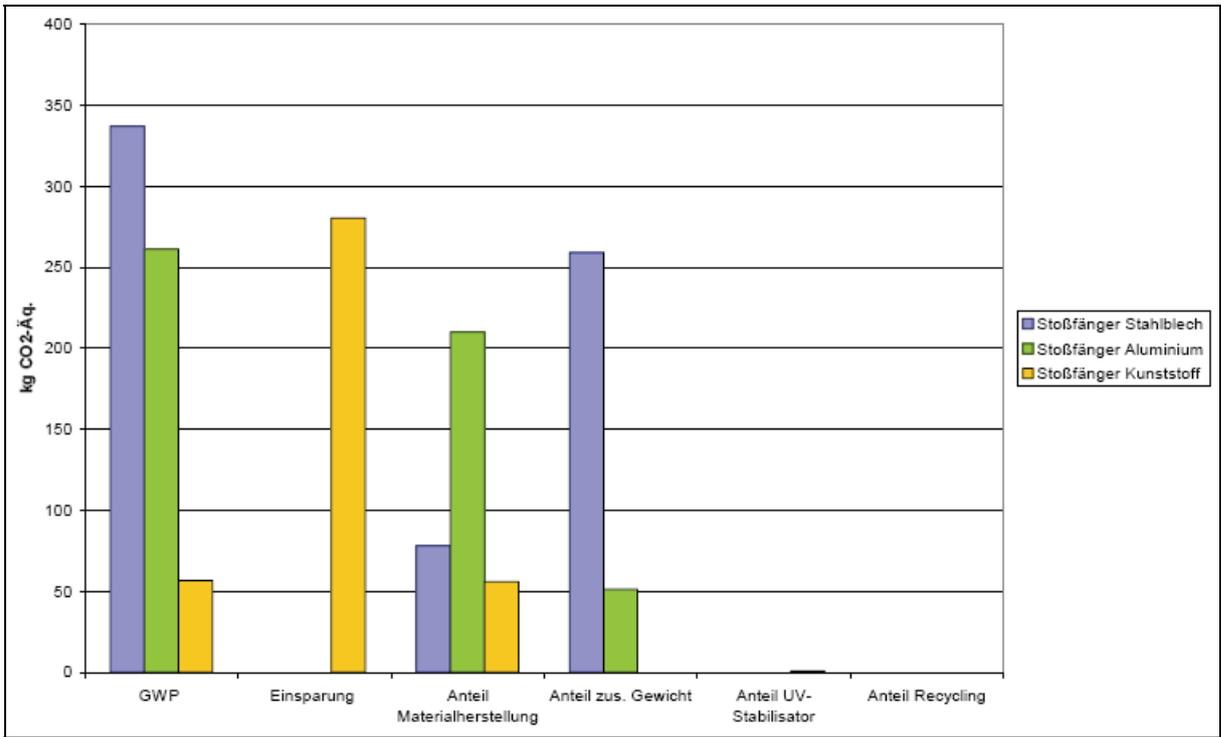


Abbildung 3 Ökobilanzen für die Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Stoßfängern [funktionelle Einheit: Fahrleistung von 200.000 km; ohne Recycling]

(2) Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Schiebedächern

Tabelle 11 Ergebnisse der orientierenden Ökobilanzen für die Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Schiebedächern [funktionelle Einheit: Fahrleistung von 150.000 km; mit Recycling]

	Schiebedach Glas	Schiebedach Polycarbonat	Kommentar
Treibhausgase – Global Warming Potential (GWP) [kg CO₂-Äq.]	71	16	Nettoergebnis (inkl. Gutschrift)
Einsparung [kg CO ₂ -Äq.]	–	55	
Anteil Materialherstellung [kg CO ₂ -Äq.]	9	24,6	
Anteil zus. Gewicht [kg CO ₂ -Äq.]	64	–	
Anteil UV-Stabilisator [kg CO ₂ -Äq.]	–	0,06	
Anteil Recycling [kg CO ₂ -Äq.]	-2,0	-8,7	
Hebelwirkung (Faktor)	–	924	CO ₂ -Einsparung im Verhältnis zur Herstellung des UV-Stabilisators

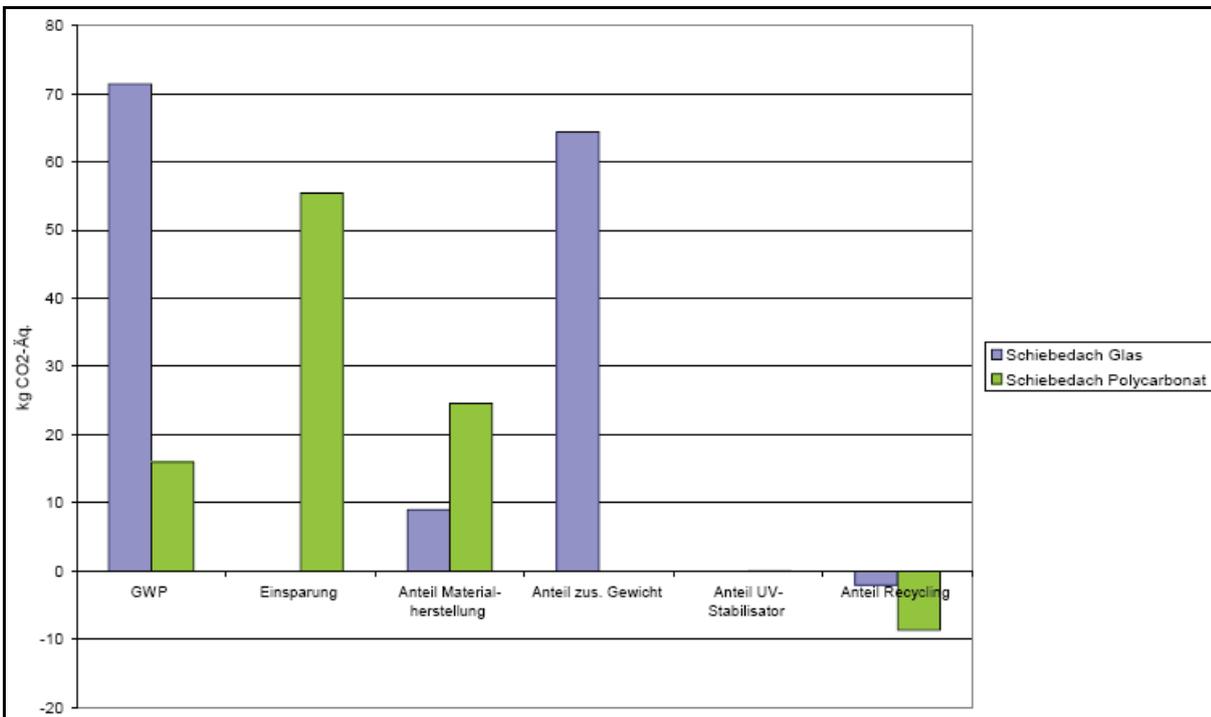


Abbildung 4 Ergebnisse der orientierenden Ökobilanzen für die Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Schiebedächern [funktionelle Einheit: Fahrleistung von 150.000 km; mit Recycling]

Auch bei den Schiebedächern kommt die orientierende ökologische Analyse zu dem Ergebnis, dass die Herstellung des UV-Stabilisators im Vergleich zu den Gesamtergebnissen ver-

nachlässigbar ist. Die ökologische Hebelwirkung (CO₂-Einsparung im Verhältnis zur Herstellung des UV-Stabilisators) fällt hier mit dem Faktor 924 sogar rund doppelt so groß aus wie bei den Stoßfängern (vgl. Tabelle 11 und Abbildung 4).

Die Gutschrift durch das Recycling bei Glas fällt vergleichsweise gering aus und ist bei Polycarbonat deutlich höher.

Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse zeigt sich ein deutlicher Einfluss der Fahrleistung, vor allem bei Glas, weil das Glasrecycling weniger bedeutend ist (s. Tabelle 12 und Abbildung 5).

Tabelle 12 Ergebnisse der orientierenden Ökobilanzen für die Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Schiebedächern [funktionelle Einheit: Fahrleistung von 200.000 km; ohne Recycling]

	Schiebedach Glas	Schiebedach Polycarbonat	Kommentar
Treibhausgase – Global Warming Potential (GWP) [kg CO₂-Äq.]	95	25	
Einsparung [kg CO ₂ -Äq.]	–	71	
Anteil Materialherstellung [kg CO ₂ -Äq.]	9	25	
Anteil zus. Gewicht [kg CO ₂ -Äq.]	86	–	
Anteil UV-Stabilisator [kg CO ₂ - Äq.]	–	0,06	
Anteil Recycling [kg CO ₂ -Äq.]	–	–	
Hebelwirkung (Faktor)	–	1179	CO ₂ -Einsparung im Verhältnis zur Herstellung des UV-Stabilisators

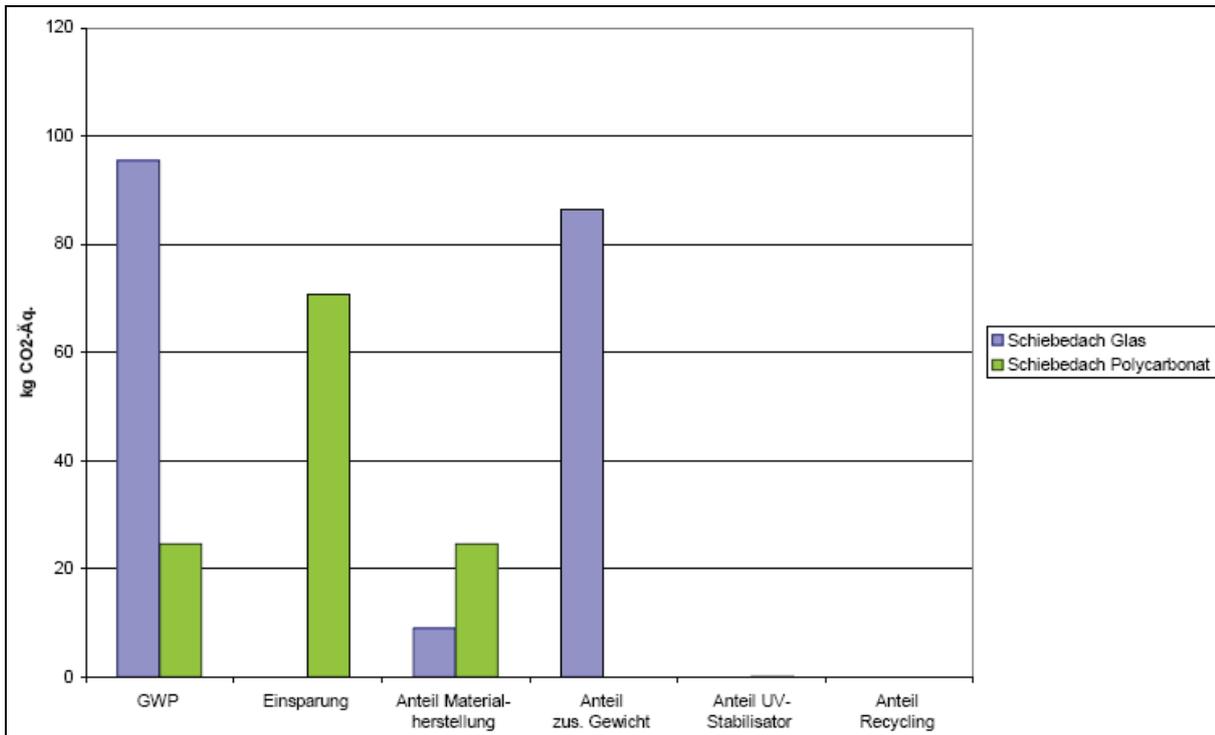


Abbildung 5 Ergebnisse der orientierenden Ökobilanzen für die Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Schiebedächern [funktionelle Einheit: Fahrleistung von 200.000 km; ohne Recycling]

(3) Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Topcoats

Die Ergebnisse zu Topcoats sind in Tabelle 13, Abbildung 6 (KEA) sowie Abbildung 7 (GWP) wiedergegeben.

Tabelle 13 Ergebnisse der orientierenden Ökobilanzen für die Anwendung von Licht-Stabilisatoren in Topcoats [funktionelle Einheit: Nutzung über 10 Jahre]

	Topcoat unstab.	Topcoat HALS	Topcoat Benzotriazol	Kommentar
Kumulierter Energie-Aufwand KEA [MJ]	688	144	150	
Einsparung [MJ]	-	544	538	
Anteil Materialherstellung [MJ]	688	138	138	Acryllack
Anteil zus. Gewicht [MJ]	-	-	-	
Anteil UV-Stabilisator [MJ]	-	6,2	12	
Hebelwirkung (Faktor)	-	88	45	CO ₂ -Einsparung im Verhältnis zur Herstellung des UV-Stabilisators

	Topcoat unstab.	Topcoat HALS	Topcoat Benzotriazol	Kommentar
Treibhausgase – Global Warming Potenzial, GWP [kg CO₂-Äq.]	26	5,4	5,7	
Einsparung [kg CO ₂ -Äq.]	-	20,6	20,3	
Anteil Materialherstellung [kg CO ₂ -Äq.]	26	5,1	5,1	Acryllack
Anteil zus. Gewicht [kg CO ₂ -Äq.]	-	-	-	
Anteil UV-Stabilisator [kg CO ₂ -Äq.]	-	0,3	0,6	
Hebelwirkung (Faktor)	-	69	34	CO ₂ -Einsparung im Verhältnis zur Herstellung des UV-Stabilisators

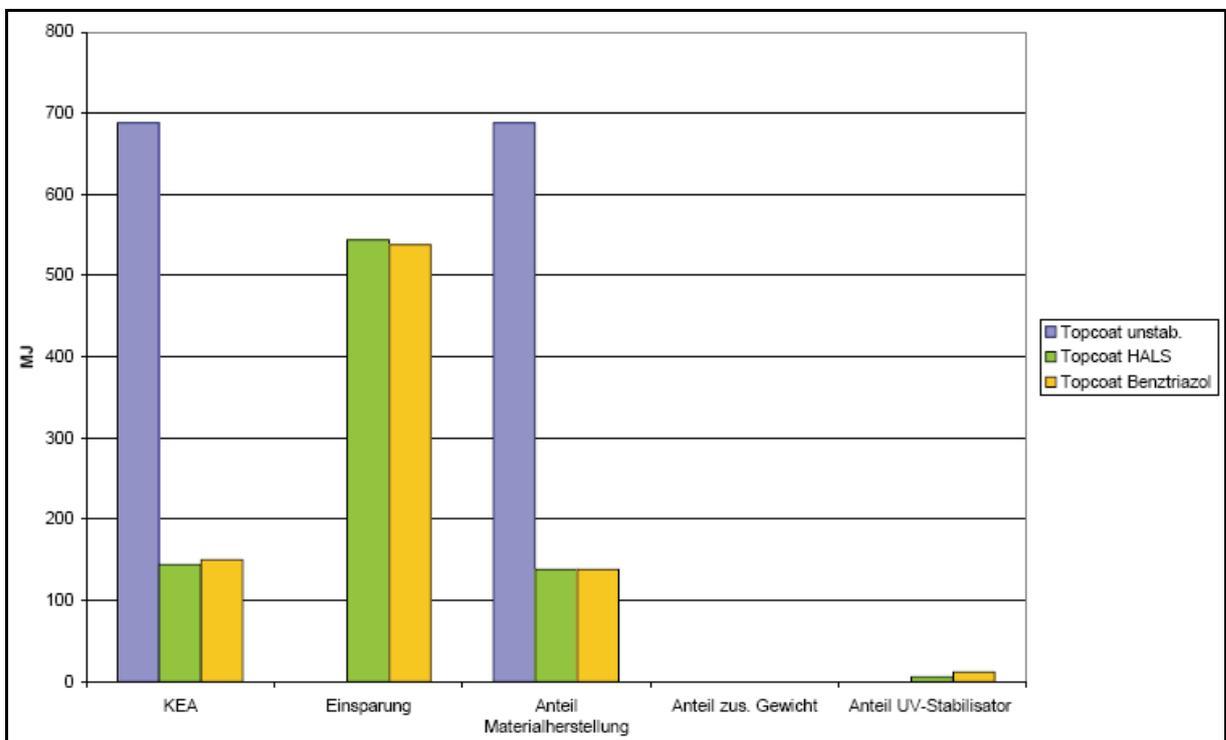


Abbildung 6 Autolacke unstabilisiert und stabilisiert – KEA

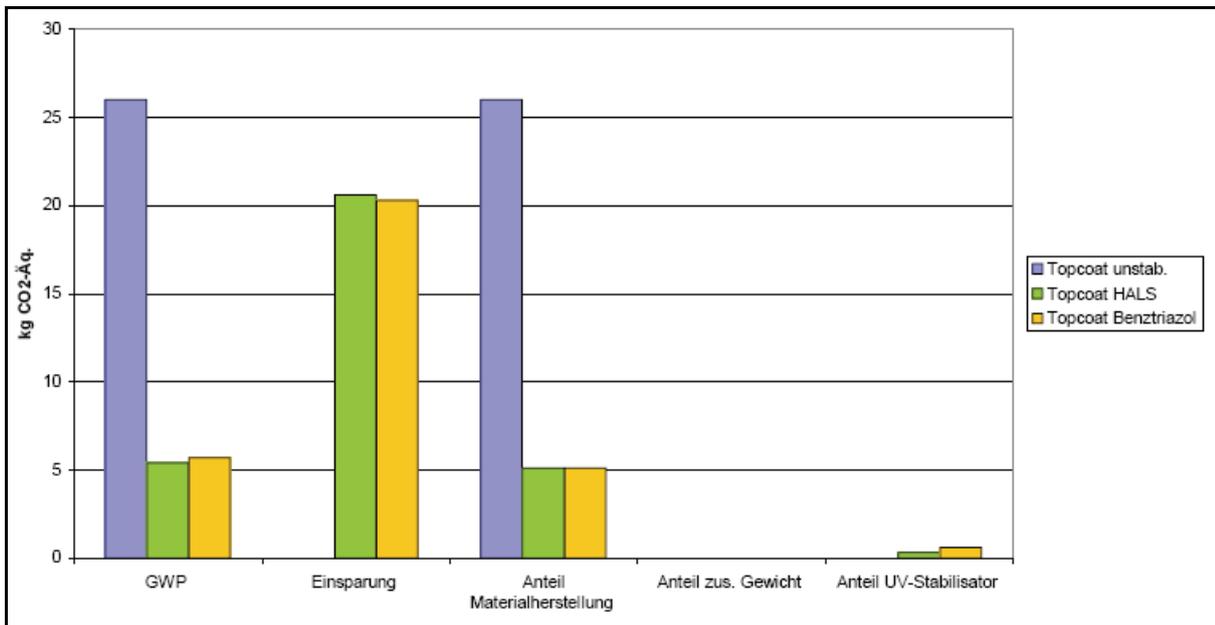


Abbildung 7 Autolacke unstabilisiert und stabilisiert – GWP

5.4.4 Ergebnisse und Hochrechnung

Kunststoffe im Automobil-Bereich

Der Kunststoffanteil verteilt sich im Auto wie folgt:³¹

- 47% auf Innenteile,
- 22% Außenanteile,
- 11% Elektrik/Kabel,
- 20% Motorraum.

Im Jahr 1999 lag bei einem Mittelklasse-Pkw der Teil an Kunststoffen, der zu Gewichtsreduzierungen führt, bei etwa 40% des Gesamtkunststoffanteils.³² Der verbleibende größere Teil findet sich in Anwendungen, die nur mit Kunststoffen realisiert werden können, zum Beispiel Elektrokabel oder Airbag. Typische Anwendungen von Kunststoffen, mit denen schwerere Metalle oder Glas ersetzt werden, sind Stossfänger, Kühlergrill, Kotflügel, Leuchten, Spiegelgehäuse, Radblenden, Radhausschalen.

Durch neuere Entwicklungen wie etwa Seitenscheiben aus Polycarbonat statt aus Glas/Verbundglas dürfte der Anteil (bei Neuwagen) mittlerweile auf rund 50% gestiegen sein.

³¹ VKE, Kunststoff im Automobil, Frankfurt, o. J.

³² M. Heyde und T. Nürrenbach, Kunststoffeinsatz im Automobilbau, Freising 1999.

Hochrechnungen

Die Untersuchungen zu den drei Anwendungsfällen Stossfänger, Schiebedach und Autolacke zeigen, dass in allen Fällen der Einsatz von lichtstabilisierten Kunststoffen ökologisch vorteilhaft ist.

In zwei Hochrechnungen wurde ermittelt, welchen Einfluss alle Kunststoffteile in einem durchschnittlichen Automobil auf den Kraftstoffverbrauch haben und welche Auswirkungen sich dadurch weltweit ergeben.

Der Kunststoffanteil eines durchschnittlichen Automobils wurde auf 15% bzw. 200 kg/Auto abgeschätzt. Weiter wurde konservativ angenommen, dass nur 50% dieses Kunststoffs auch wirklich gewichtsparend eingesetzt wurde, also vorherige schwere Materialien verdrängt hat. Für die 100 kg gewichtsrelevanten Kunststoffanteile wurde eine Materialzusammensetzung und Material-Substitution von 80% Kunststoff statt Stahl (wie bei Stossfänger) und 20% Kunststoff statt Glas (wie bei Schiebedach) angenommen. Die durchschnittliche Menge an Licht-Stabilisatoren wurde auf 100 Gramm/Automobil geschätzt.

Pro Automobil ergeben sich über die ganze Lebensdauer dadurch Einsparungen von ca. 1,6 bis 2,2 t CO₂-Äquivalente (gerechnet für 150.000 km/Recycling und 200.000 km/kein Recycling). Hochgerechnet auf eine globale Automobil-Jahresproduktion ergeben sich dadurch Einsparungen von ca. 140–190 Mio. t CO₂-Äquivalente.

5.5 Benefit-Analyse Licht-Stabilisatoren

5.5.1 Die Benefit-Analyse bei PROSA

Mit der Benefit-Analyse wird bei PROSA der Nutzen von Produkten und Dienstleistungen analysiert und bewertet – aus Sicht der Nutzer oder – bei Bedarf – aus Sicht der Produktpolitik. Die Nutzer sind vor allem die privaten Haushalte bzw. Konsumenten, können aber auch gewerbliche Nutzer, die öffentliche Verwaltung oder Großorganisationen wie etwa die Kirchen sein.

Während bei der Ökobilanz der Nutzen eher knapp über die funktionelle Einheit bzw. die funktionelle Äquivalenz erfasst und definiert wird, wird bei PROSA der Nutzen intensiver analysiert, weil er letztlich über Kauf- und Gebrauchsentscheidungen der Konsumenten entscheidet und weil eine Bewertung bei höheren sozialen oder ökologischen Risiken auch bei der Gesetzgebung produktpolitisch begründet und verantwortet werden muss (vgl. auch die sozioökonomische Nutzenanalyse bei REACH oder der Öko-Design-Richtlinie der EU).

Mit der Benefit-Analyse werden je nach Fragestellung drei Nutzenaspekte analysiert (vgl. Tabelle 14): der Gebrauchsnutzen, der symbolische Nutzen, sowie der gesellschaftliche Nutzen.

Tabelle 14 Nutzentypen und Nutzen der Ergebnisse

Nutzen-Typ	Die Nutzer der Nutzer-Analyse und ihre Gründe
Gebrauchsnutzen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unternehmen: Portfolio-Strategie, Chancen-Analyse; Optimierung der Produktentwicklung und -vermarktung ▪ Test- und Konsumenten-Organisationen: Grundlage für Kauf-Empfehlungen ▪ Nutzer: Grundlage für Kauf und Nutzungs-Verhalten ▪ Produktpolitik: Grundlage für Risiko-Nutzen-Bewertung bei Gesetzen und Förderprogrammen
Symbolischer Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unternehmen: Optimierung der Produktvermarktung
Gesellschaftlicher Nutzen („Public Value“)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unternehmen: Portfolio-Strategie, Chancen-Analyse; Optimierung der Produktvermarktung ▪ Nutzer: Ethische Grundlage für Kauf ▪ Produktpolitik: Grundlage für Risiko-Nutzen-Bewertung bei Gesetzen und Förderprogrammen

Die Ergebnisse werden in verschiedenen Ländern und Zielgruppen deutlich anders ausfallen und bewertet werden. Dies muss beim Untersuchungsrahmen berücksichtigt werden.

Für den **Gebrauchsnutzen** gibt es unterschiedliche Begriffe und Umschreibungen: funktioneller Nutzen, technischer Nutzen, Hauptnutzen, (nur) Nutzen, Kern-Performance, Qualität (vgl. Abbildung 8). Ein Beispiel für den Gebrauchsnutzen ist das hygienische und optische Waschergebnis beim Wäschewaschen. Die wesentlichen Elemente des Gebrauchsnutzens sind messbar (Leistung, Haltbarkeit, etc.) und können in vergleichenden Warentests, Qualitätssicherungssystemen oder ISO-Normen erfasst werden. Gleichwohl können einzelne Elemente des Gebrauchsnutzens für den einzelnen unterschiedlich ausfallen (zum Beispiel Zeitgewinn).

Checkliste Gebrauchsnutzen

- Leistung (Kernanforderungen)
- Zusatzleistungen
- bedarfsgerecht
- Haltbarkeit
- Zuverlässigkeit in der Funktion
- Sicherheit/Versorgungssicherheit
- Service/Reparierbarkeit/Ersatzteile
- Convenience/Zeit
- gute Verbraucherinformation
- Verfügbarkeit

Abbildung 8 Checkliste Gebrauchsnutzen

Der **symbolische Nutzen** wird auch psychologischer Nutzen oder Zusatznutzen genannt. Er wird über das Produkt und seine Vermarktung transportiert und löst Gefühle oder Stimmungen aus wie Prestige, Identitätsstiftung oder Gruppenzugehörigkeit. Ein Beispiel ist die Metallic-Lackierung bei einem Pkw (vgl. Abbildung 9).

Die Unterschiede zwischen Gebrauchsnutzen und symbolischem Nutzen sind zum Teil fließend bzw. können individuell unterschiedlich interpretiert oder erlebt werden. Früher konnte man davon ausgehen, dass der Gebrauchsnutzen gleichzeitig den Hauptnutzen für den Konsumenten und der symbolische Nutzen nur einen Zusatznutzen darstellt. In Wohlstandsgesellschaften und reifen Märkten mit hoher Produktqualität kann sich die Nutzenwahrnehmung bei manchen Produktgruppen verschieben, so dass der Gebrauchsnutzen als selbstverständlich und quasi als Einstiegsqualität wahrgenommen wird und stattdessen der symbolische Nutzen überwiegt (beispielsweise wird bei manchen Textilien mehr Geld für die „Marke“ ausgegeben als für die eigentliche Produktqualität).

Checkliste Symbolischer Nutzen

- Äußere Erscheinung /Design/ Geschmack/ Haptik/Akkustik o.ä.
- Prestige/Status
- Identität/Autonomie/Entfaltung
- Kompetenz
- Sicherheit/Vorsorge/Sorge für Andere
- Privatheit
- Sozialer Kontakt/Gemeinschaftspflege
- Genuss/Vergnügen/Freude/Erlebnis
- Kompensation/Belohnung
- Konsonanz mit gesellschaftlichen, religiösen oder ethischen Meta-Präferenzen

Abbildung 9 Checkliste Symbolischer Nutzen

Gesellschaftlicher Nutzen („Public Value“)

Die Checkliste für den Gesellschaftlichen Nutzen ist in Abbildung 10 wiedergegeben.

Checkliste Gesellschaftlicher Nutzen

- Armutsbekämpfung
- Grundbedürfnis Ernährung
- Grundbedürfnis Wohnen
- Grundbedürfnis Gesundheit
- Information und Bildung
- Friedenssicherung
- Klimaschutz
- Biodiversität
- Qualifizierte Arbeitsplätze
- Gesellschaftliche Stabilität

Abbildung 10 Checkliste Gesellschaftlicher Nutzen

In einer Sozialen Marktwirtschaft geht man davon aus, dass die Konsumenten über den Nutzen von Produkten über die Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen entscheiden. Der Staat soll aber dann eingreifen, wenn Produkte zu hohe ökologische oder soziale Belastungen für die Allgemeinheit haben. Ebenso wird erwartet, dass der Staat für die nachhaltige Entwicklung der Gesellschaft vielversprechende Technologien und Zukunftsprodukte fördert. Entsprechende Förderprogramme, Steuerermäßigungen und Gesetze sollten aber nur auf Grundlage einer klaren Analyse und begründeten Bewertung zustande kommen. Im Sinne einer Risiko-Nutzen-Abwägung müssen die Risiken und der Nutzen klar analysiert und bewertet werden. Dies wird auch zunehmend Standard in der EU-Gesetzgebung.

PROSA zielt vor allem auf Produkte, die einen hohen gesellschaftlichen Nutzen haben und für die Unternehmen „Nachhaltigkeitschancen“ bieten. Die Produkte sollten **wesentlich** zu zentralen nationalen und internationalen Zielen beitragen, wie etwa der internationalen Armutsbekämpfung (festgelegt in den Millennium-Zielen), der Friedenssicherung, dem Grundziel der Rio-Deklaration (wirtschaftliche Entwicklung und Deckung der Grundbedürfnisse), dem Klimaschutz (Klimarahmen-Konvention), dem Erhalt der Biodiversität (Biodiversitäts-Konvention), sowie Arbeitsplätzen und Gesellschaftliche Stabilität.

Als *Mindestvoraussetzung* kann dabei gelten, dass die Produkte einen hohen Gebrauchsnutzen und keine gegengerichtete Wirkungen innerhalb der Gesellschaft haben.

Die Einschätzung des gesellschaftlichen Nutzen hängt wesentlich vom Status der Gesellschaft ab. Beispielsweise wird die Deckung des Grundbedürfnisses Ernährung in einem reichen Land als selbstverständlich vorausgesetzt.

5.5.2 Die Benefit-Analyse von Licht-Stabilisatoren

Bei der Nutzenanalyse des Einsatzes der Licht-Stabilisatoren im Automobilbereich wurden die drei Nutzenarten anhand der Checklisten analysiert und ausgefüllt. Hierbei wurde zum Teil qualitativ-argumentativ gearbeitet, zum Teil auf die quantitativen Ergebnisse aus der vorliegenden Studie oder auf statistische Vergleichszahlen Bezug genommen.

Die besonders zutreffenden Aspekte sind in den nachfolgenden Tabellen gelb markiert. Nicht farbig markierte Aspekte bedeuten, dass sich diese nicht wesentlich von denen anderer Produkte unterscheiden. Rot markierte Aspekte würden bedeuten, dass diese Aspekte definitiv nicht zutreffen oder verletzt werden (letzteres war aber in keinem Fall zutreffend).

Gebrauchsnutzen

Durch die Verwendung von Licht-Stabilisatoren behalten die in Automobilen eingesetzten Kunststoffteile ihre Funktionalität nach längerer Lebensdauer bei. Speziell beim Ersatz von Glas durch lichtstabilisiertes Polycarbonat gibt es darüber hinaus eine Erhöhung der Sicherheit (Scheinwerfer) und eine geringere Verletzungsgefahr (Seitenscheiben).

Gebrauchsnutzen Lichtstabilisatoren

- ⇒ **Leistung (Kernanforderungen)**
Zusatzleistungen
- ⇒ **bedarfsgerecht**
- ⇒ **Haltbarkeit – Z.B. Radhauskasten**
- ⇒ **Zuverlässigkeit in der Funktion**
- ⇒ **Sicherheit/Versorgungssicherheit z.B. Scheinwerfer, Seitenscheiben**
- ⇒ **Service/Reparierbarkeit/Ersatzteile**
Convenience/Zeit
gute Verbraucherinformation
- ⇒ **Verfügbarkeit**

Symbolischer Nutzen

Hier spielen vor allem – bei den Autolacken – das Design und Prestige/Status eine Rolle.

Symbolischer Nutzen Lichtstabilisatoren

- ⇒ **Äußere Erscheinung/Design/Geschmack/Haptik/Akkustik o.ä.**
- ⇒ **Prestige/Status**
Identität/Autonomie/Entfaltung
Kompetenz
- ⇒ **Sicherheit/Vorsorge/Sorge für Andere**
Privatheit
Sozialer Kontakt/Gemeinschaftspflege
Genuss/Vergnügen/Freude/Erlebnis
Kompensation/Belohnung
Konsonanz mit gesellschaftlichen, religiösen oder ethischen Meta-Präferenzen

Gesellschaftlicher Nutzen

Beim gesellschaftlichen Nutzen kommt den Aspekten Klimaschutz und Ressourcenschutz eine hohe Rolle zu.

Gesellschaftlicher Nutzen Lichtstabilisatoren

- Bekämpfung von Armut, Hunger und Fehlernährung
- Förderung von Gesundheit
- Förderung von Bildung und Information
- Förderung qualifizierter Arbeitsplätze
- Beachtung Generationengerechtigkeit und Demographischer Wandel
- ⇒ **Klimaschutz**
- ⇒ **Ressourcenschutz**
Schutz der Biodiversität
Förderung der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Stabilität
Sicherung von Frieden und Gewaltfreiheit

Der hohe Beitrag zum Klimaschutz wurde durch die Ökobilanz und die Hochrechnung der eingesparten CO₂-Äquivalente quantitativ dargestellt. Auf die hohe Bedeutung von Klimaschutz muss an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.

Die hohe Bedeutung des Ressourcenschutzes ist erst in den letzten Jahren deutlich geworden. Die globale Nachfrage nach natürlichen Ressourcen wie Energieträger, Metallerze, Wasser und Nahrungsmitteln steigt. Zusätzlich zu den etablierten Industrienationen verstärken Schwellenländer wie Indien, China, Brasilien oder Südafrika die Nachfrage nach Ressourcen. Bedeutsam sind hierbei physisch bedingte Verknappungen (Beispiel Erdöl oder

Edelmetalle), politisch bedingte bzw. drohende Verknappungen bei Abhängigkeit von wenigen Förderländern (Beispiele Niob, Wolfram, Platin oder Gas), Verteuerungen der Rohstoffe durch die steigende Nachfrage, aber auch hohe Umweltbelastungen bei der Gewinnung und Verarbeitung der Rohstoffe.³³

Bei Licht-Stabilisatoren im Automobilbereich ergibt sich der hohe Beitrag zum Ressourcenschutz vor allem durch die Reduktion des Energie- bzw. Treibstoffverbrauchs und durch die Vermeidung von Korrosion und Materialverlusten beim Stahl und Gusseisen (vgl. etwa die Beispiele Radkasten oder Unterbodenschutz) – sei es durch Material-Substitution (z.B. Radkasten aus Kunststoff) oder durch Materialschutz (Autolacke).

Im Jahr 2005 lagen die durchschnittlichen Anteile Stahl und Gusseisen liegen bei rund 50% und 10%³⁴ und damit bei 0,8 t Stahl/Gusseisen pro Auto. Der Fahrzeugbestand dürfte im Jahr 2000 weltweit bei über 600 Millionen Pkw und über 115 Mio. Nutzfahrzeugen gelegen haben. Damit dürfte etwa soviel Stahl und Gusseisen im Fahrzeugbestand vorhanden sein wie weltweit jährlich an Eisen neu produziert wird (572 Mio. t im Jahr 2000).

5.6 Zusammenfassung der Teilstudie: Public Value der Licht-Stabilisatoren von Ciba im Automobilbereich

Im Rahmen einer Studie zur Bedeutung und Bilanzierung von Klimaschutz-Optionen im Produkt-Bereich untersuchte das Öko-Institut e.V. in einer chemikalien-bezogenen Fallstudie die Bedeutung von Licht-Stabilisatoren für Kunststoffe und Lacke am Beispiel von Anwendungen im Automobil-Bereich.

Die vorliegenden Daten der vier Licht-Stabilisatoren wurden in einem **öko-toxikologischen Screening** überprüft. Danach kann davon ausgegangen werden, dass die vier untersuchten Licht-Stabilisatoren von Ciba nicht als problematische Stoffe nach REACH (§57a-f) eingestuft werden würden. Gleichwohl haben sie aus (öko-)toxikologischer Sicht unerwünschte Eigenschaften, im Besonderen eine schlechte Abbaubarkeit. Durch die Einbindung der Licht-Stabilisatoren in eine stabile Matrix (Kunststoffe oder Lacke) ist die Exposition der Umwelt als gering anzunehmen, im Besonderen bei der ordnungsgemäßen Altfahrzeug-Entsorgung.

Zur Abschätzung der Umweltauswirkungen mit und ohne Einsatz von Licht-Stabilisatoren im Automobilbereich wurden **orientierende Ökobilanzen** (Herstellung, Nutzung und Entsorgung/Recycling) durchgeführt und das Treibhausgas-Beitrag verschiedener Optionen ermittelt („Product Carbon Footprint“). Folgende Anwendungsbereiche wurden untersucht:

- Stoßfänger aus Stahl, Aluminium und Kunststoff (mit Licht-Stabilisatoren),

³³ Vgl. ausführlich: Öko-Institut, „Ressourcenfieber – Mit kühlem Kopf zu nachhaltigen Lösungen“; Freiburg, Darmstadt, Berlin 2007.

³⁴ Deutsche Industriebank, Automobilindustrie – Neue Chancen, zunehmender Investitions- und Finanzierungsbedarf, Düsseldorf 2003.

- Schiebedächer aus Glas und aus Polycarbonat (mit Licht-Stabilisatoren),
- Autolacke ohne und mit Licht-Stabilisatoren.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Auto-Teile aus Kunststoff deutlich besser abschneiden, als die materialmäßig schwereren Teile, weil durch das entsprechend leichtere Fahrzeuggewicht Benzin eingespart wird. Der Aufwand zur Herstellung der Licht-Stabilisatoren liegt jeweils deutlich unter 1%.

In einer **Hochrechnung** wurde ermittelt, dass sich durch den Einsatz von lichtstabilisierten Kunststoffteilen bei der globalen Automobil-Jahresproduktion Einsparungen von ca. 140–190 Mio. t CO₂-Äquivalente ergeben.

Mit der **Benefit-Analyse** nach PROSA wurden die drei Nutzen-Arten analysiert: der *Gebrauchsnutzen* wird als sehr hoch eingestuft, der *symbolische Nutzen* als mittel und der *gesellschaftliche Nutzen* als hoch (letzterer wegen Klimaschutz und Ressourcenschutz).

Insgesamt zeigt die Nutzenanalyse, dass die vier untersuchten Licht-Stabilisatoren von Ciba bei ihrer Anwendung in Auto-Teilen einen **hohen Nutzen haben**. Diesem Nutzen stehen die beschriebenen **überschaubaren Risiken** entgegen: Mit der technischen Eigenschaft der Licht-Stabilisatoren – eben der langfristigen Stabilisierung von Kunststoffteilen und Lacken gegenüber Sonneneinstrahlung – ist zwangsläufig eine schlechte Abbaubarkeit verbunden. Die Exposition von Mensch und Umwelt kann aber durch geeignete Maßnahmen gering gehalten werden.

Bei einem qualitativen Vergleich von Nutzen und Risiken wird der Nutzen der Licht-Stabilisatoren höher bewertet. Die untersuchten Licht-Stabilisatoren haben damit einen positiven Public Value.

Die im Projekt durchgeführten Arbeiten zu den Lichtstabilisatoren sind auch gesondert in einer Studie dargestellt.³⁵

³⁵ Rainer Grießhammer, Rita Groß und Martin Möller, „Public Value von Lichtstabilisatoren im Automobilbereich“, Freiburg 2009.

6 Product Carbon Footprint von Kaschierklebstoffen für flexible Verpackungen

6.1 Einleitung und Ziel der Studie

Das Öko-Institut hat im Rahmen des Projekts PROSA ProKlima eine CO₂-Fußabdruck-Analyse (Product Carbon Footprint – PCF) von Kaschierklebstoffen (Liofol-Klebstoffe) der Henkel AG & Co. KGaA durchgeführt. Grundlage der Untersuchung ist die Ökobilanz-Methodik nach DIN/ISO 14040/14044. Der hier vorliegende Text stellt die deutsche Kurzfassung der in Englisch verfassten Studie dar.³⁶

Ziel der Studie ist es, den CO₂-Fußabdruck von drei verschiedenen Kaschierklebstoffen der Firma Henkel AG & Co. KGaA zu berechnen und Maßnahmen zur Optimierung abzuleiten. Kaschierklebstoffe kommen bei der Herstellung von mehrlagigen Verpackungsfolien zum Einsatz und verbinden die einzelnen Lagen der Kunststofffolien. Drei Haupttypen von Kaschierklebstoffen werden unterschieden:

- lösungsmittelhaltig,
- lösungsmittelfrei,
- wasserbasierend.

Generell zeichnen sich lösungsmittelhaltige Kaschierstoffe durch eine sehr gute Bindefähigkeit und Stärke aus. Gleichzeitig bestehen jedoch Bedenken von Seiten der Anwender bezüglich der möglichen Lösemittelausgasungen bei lösungsmittelhaltigen Klebstoffen, weshalb lösungsmittelfreie und wasserbasierende Klebstoffe eine wichtige Alternative darstellen.

Die Ergebnisse der Studie lassen sich in mehrfacher Weise nutzen: zum einen tragen sie der allgemeinen Methodenentwicklung für PCF-Analysen bei, zum anderen helfen sie der Henkel AG & Co. KGaA ein besseres Verständnis der Umweltaspekte entlang der produktbezogenen Wertschöpfungskette zu entwickeln. Außerdem erlauben die Ergebnisse der Henkel AG & Co. KGaA, gegenüber Geschäftskunden die Treibhausgaswirkungen ihrer Produkte zu kommunizieren und so gemeinsam nach Verbesserungsmöglichkeiten zu suchen.

6.2 Methodischer Ansatz

Im Gegensatz zu klassischen Life Cycle Assessment (LCA) Studien, liegt der Fokus von PCF-Studien auf der Bilanzierung von Klimaeffekten. Neben Kohlendioxid (CO₂) werden auch Methan (CH₄), Distickstoffmonoxid (N₂O) und andere Treibhausgase berücksichtigt. Das gesamte Treibhausgaspotenzial wird in CO₂-Äquivalenten (CO₂-Äq) ausgedrückt.

³⁶ Stefan Seum und Daniel Bleher, „Product Carbon Footprint of Liofol Systems by Henkel AG – Comparing different adhesives for composite food packaging“, Berlin 2009.

Entsprechend ISO 14040/14044 wird als *funktionelle Einheit* eine mit Liofol Kaschierklebstoffen verbundene zweilagige Folienfläche von 100m² festgelegt. Bei mehr Lagen vervielfältigen sich die Klebstoffmenge und die Umwelteffekte entsprechend. Technisch bedingt variiert die Menge der bei der Verarbeitung verwendeten Klebstoffmenge zwischen den unterschiedlichen Klebstofftypen (vgl. Abbildung 11).

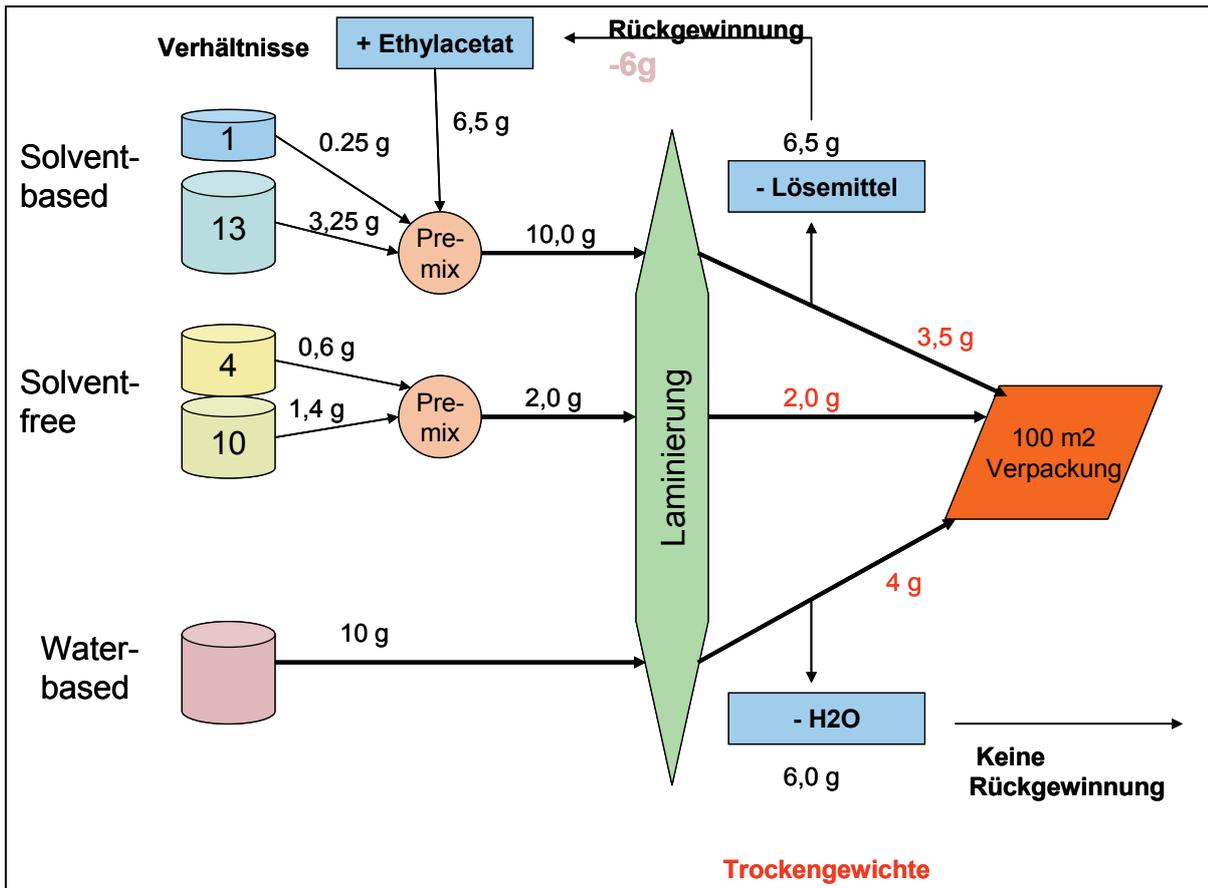


Abbildung 11 Mischungsverhältnis und Verarbeitungsschritte der verschiedenen Kaschierklebstoffe.

Da es sich bei Kaschierklebstoffen um ein klassisches Business-to-business Produkt (B2B) handelt, wurde die Systemgrenze von der Rohstoffgewinnung bis zur Herstellung einer verarbeiteten Folienfläche bei 100m² festgesetzt („cradle-to-gate“). Ebenfalls berücksichtigt wurden unterschiedliche Verpackungssysteme sowie der Transport von unverarbeiteten Liofolien zum Geschäftskunden. Der letzte der betrachteten Prozessschritte beinhaltet die Verarbeitung der Liofole, die Kaschierung der Verbundfolien.

Da sich die weiteren Verwendungen der laminierten Verpackungsfolien je nach Anwendung deutlich unterscheiden, wurde bewusst auf die Einbeziehung der Nutzungsphase verzichtet.

Die Berechnung der Liofol-Herstellung basiert auf einer detaillierten Auflistung der von Henkel verwendeten Rohmaterialien. Diese werden nahezu alle von Zulieferern bezogen.

Primärdaten wurden aufgrund von Geheimhaltungsbedenken der Zulieferer meist nicht zur Verfügung gestellt. Lediglich für den Inhaltsstoff Adipinsäure war es möglich, den chemischen Herstellungsprozess anhand von Primärdaten abzubilden. Für alle anderen Inhaltsstoffe wurde auf Datensätze der anerkannten LCA Datenbanken Ecoinvent v.2.1, GEMIS v.4.4 und Umberto v.5.5 zurückgegriffen und mit Henkel abgestimmt. Grundsätzlich bestand der Anspruch, die verwendeten Rohmaterialien durch einen exakt identischen LCA Datensatz abzubilden. Sofern dies nicht möglich war, wurden „stellvertretend“ ähnliche Chemikalien bilanziert, diese aber mit einem Unsicherheitszuschlag belegt. Die Höhe des Zuschlags wurde dabei in Abstimmung mit Henkel festgelegt.

Für die Berechnung der Energieverbräuche der Liofol-Herstellung und der späteren Kaschierung konnte auf repräsentative Angaben von Henkel zurückgegriffen werden. Transportbedingte Emissionen sowohl der Rohstoffe wie auch der Klebstoffe zum Geschäftskunden wurden anhand von europäischen Daten für LKW (EC 2007); EcoTransIT für bahngebundenen Gütertransport (IFEU 2008) und von Buhaug für Seeschiffe (Buhaug et al. 2008) abgebildet.

Allokationen wurden, wo nötig, auf Massensbasis durchgeführt. Dies war der Fall bei Chemieprozessen mit Koppelproduktion, Transporten und der Abfallbehandlung. Bei Prozessen, die durch LCA Datensätze abgebildet werden, entfällt eine zusätzliche Allokation, da eine Allokation bereits der Erstellung des Datensatzes zugrunde liegt.

6.3 Darstellung der Ergebnisse und der Bewertungen

Das folgende Kapitel stellt die wesentlichen Ergebnisse entsprechend der englischsprachigen Vollstudie dar. Abbildung 12 zeigt das Treibhausgaspotenzial für die drei untersuchten Liofol-Klebstoffe in kg CO₂-Äq pro 100m² laminiertes Folie.

Wie aus der Abbildung hervor geht, weist die mit lösungsmittelfreiem Klebstoff verarbeitete funktionale Einheit laminiertes Folie mit 0,93 kg CO₂-Äq das geringste Treibhausgaspotenzial aller Varianten auf. Wesentlicher Grund hierfür ist, dass nach der Laminierung mit lösungsmittelfreiem Klebstoff keine zusätzlichen Trocknungszeiten und damit verbundene Energieaufwendungen aufgewendet werden müssen. Die Energieaufwendung beim Kaschieren – im Wesentlichen für die Trocknung und Lösemittelrückgewinnung – ist eine der größten Quellen von Treibhausgasemissionen der lösemittel- und wasserhaltigen Klebstoffe.

Eine weitere wichtige Einflussgröße auf die Treibhausgasemissionen aller Klebstofftypen sind die Vorketten und Herstellung der Grundmaterialien des Binders. Beim lösungsmittelfreien System entfallen hierauf 56% der Gesamtemissionen (Lösungsmittelhaltig: 47%, wasserbasiert: 50%). Der Einfluss des Härterers auf die Gesamtbilanz zeigt große Unterschiede zwischen dem lösungsmittelhaltigen (3,2%) und lösungsmittelfreien System (24%). Der wasserbasierte Klebstoff kommt ohne die Härterkomponente aus.

Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass die in Abbildung 12 dargestellten Ergebnisse im Wesentlichen auf Sekundärdaten aus LCA-Datenbanken basieren. Lediglich für den Grundstoff Adipinsäure³⁷ konnte auf Primärdaten des Herstellers zurückgegriffen werden.

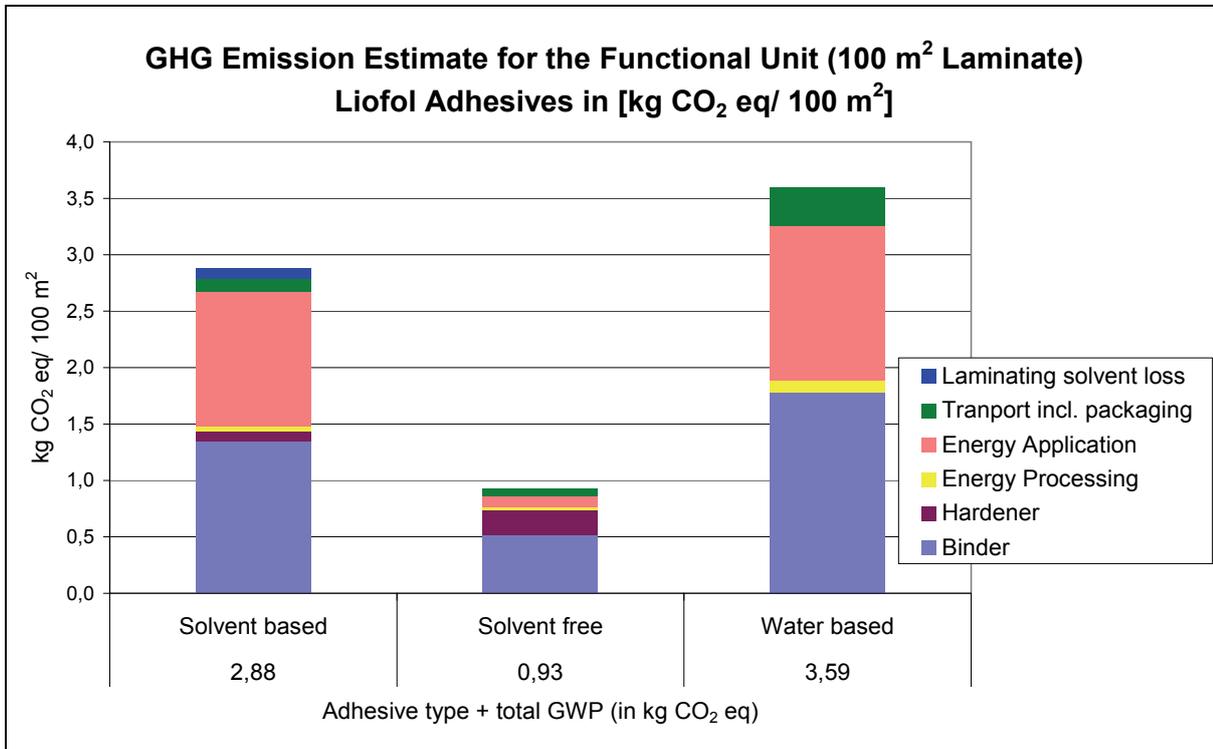


Abbildung 12 Gesamtergebnis Treibhausgasemissionen verschiedener Kaschierklebstoffe

Der Vergleich zwischen Primär- und Sekundärdaten und der resultierende Einfluss auf die Gesamtbilanz wird in Abbildung 13 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Berechnung auf Basis von Adipinsäure-Sekundärdaten zu deutlich höheren Treibhausgasemissionen führt als es bei der Verwendung von Primärdaten – aus nachweislich optimierten Prozessen – der Fall ist. Für das lösungsmittelhaltige System bedeutet die Verwendung von Sekundärdaten und die Berücksichtigung der daraus resultierenden Unsicherheiten eine um 33,7% höhere THG-Gesamtbilanz (lösungsmittelfrei: +28,5%; wasserbasiert: +6,6%).

³⁷ Adipinsäure ist eine organische Verbindung mit der chemischen Formel C₆H₁₀O₄ und wird durch Oxidation von Cyclohexan oder Cyclohexanol mit Kaliumpermanganat oder Salpetersäure gewonnen.

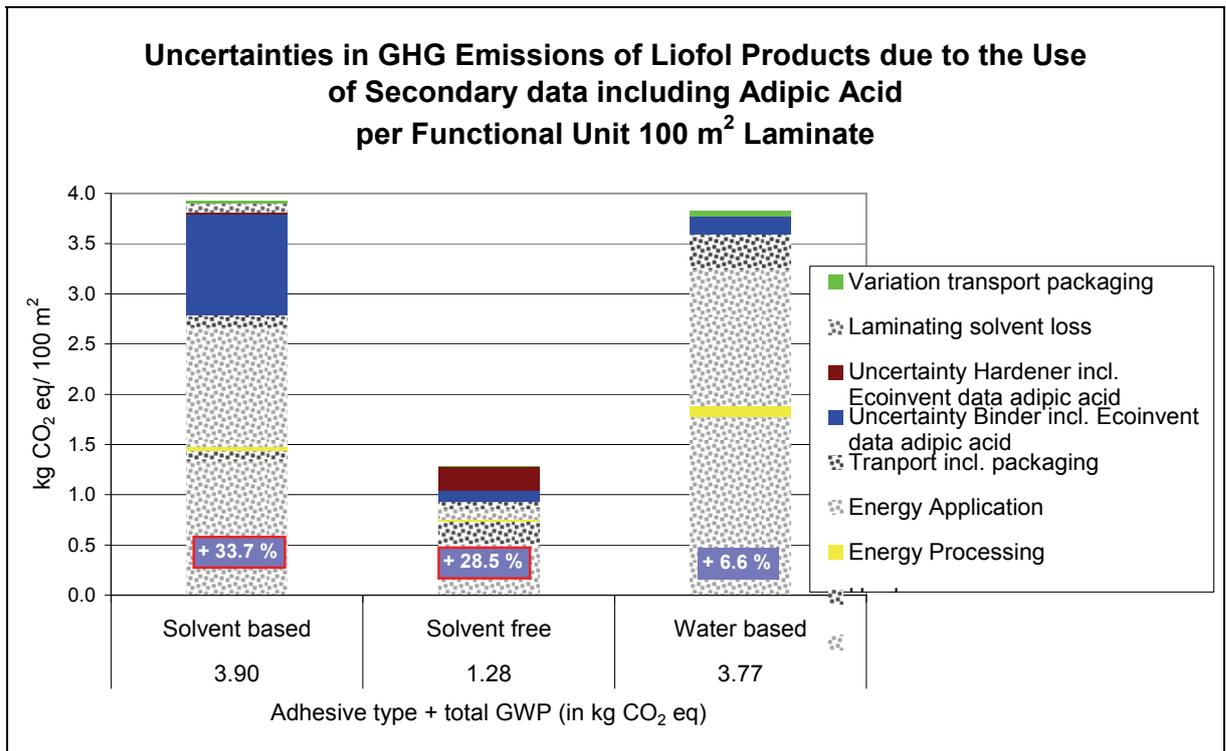


Abbildung 13 Unsicherheiten der Treibhausgasbilanz durch Sekundärdaten (inkl. Daten für Adipinsäure)

Des Weiteren kann es auch durch die Effizienz der Lösemittelrückgewinnung zu deutlichen Schwankungen in den Treibhausgasemissionen kommen. Gelingt es nicht, die Lösemittel, die mit dem Binder und Härter eingetragen werden, zurückzugewinnen, dann würden die THG-Emissionen des lösemittelhaltigen Systems um ca. weitere 10% steigen (vgl. Abbildung 14).

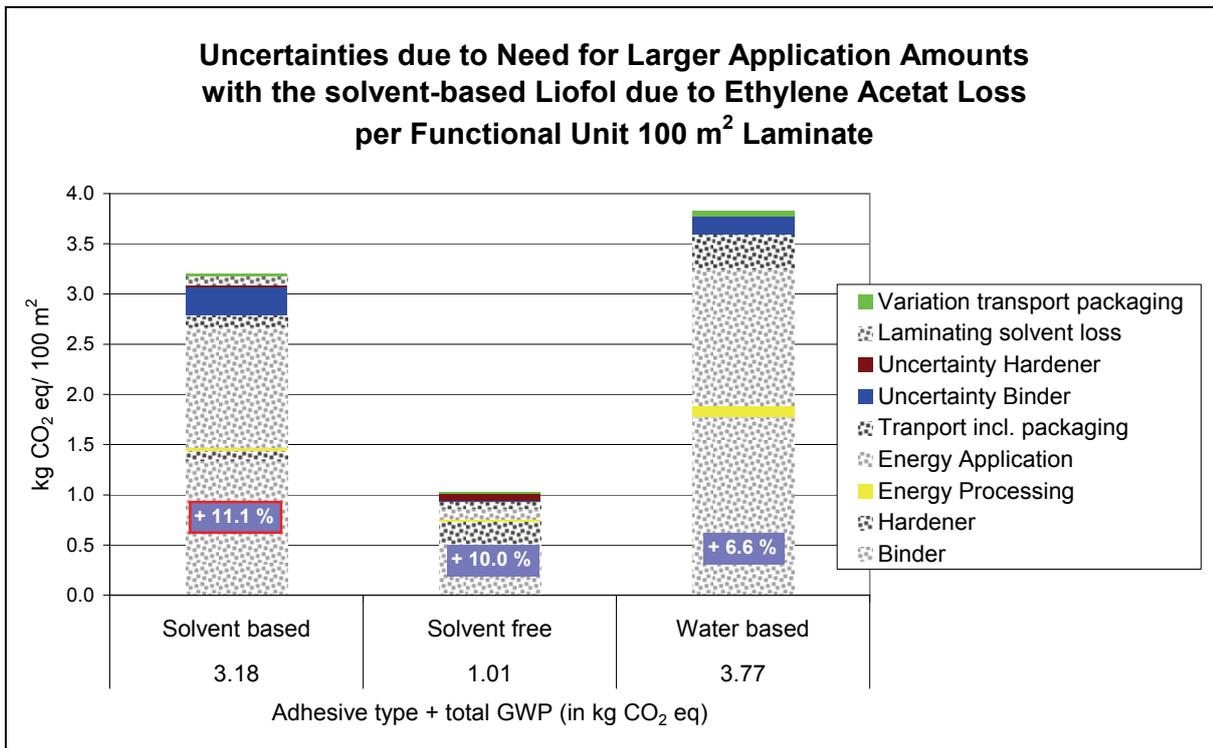


Abbildung 14 Unsicherheiten aufgrund der Effizienz der Lösemittelrückgewinnung bei lösemittelhaltigen Klebstoffen.

Ein weiterer Unsicherheitsfaktor bezieht sich auf den Inhaltsstoff Acryl-Copolymer. Dieser Grundstoff bildet den Hauptbestandteil des wasserbasierten Liofoltyps. Die LCA-Datenbank Ecoinvent listet zwei verschiedene Datensätze für Acryl-Verbindungen mit unterschiedlichen Verhältnissen von Feststoff- zu Wasseranteilen auf. Da beide Ecoinvent Datensätze aus Prozessen der Farb- und Lackherstellung entwickelt wurden, muss festgehalten werden, dass beide Datensätze nicht unmittelbar geeignet sind, um Klebstoffverbindungen abzubilden. Da die Erhebung von Primärdaten nicht möglich war, wurden beide Datensätze in getrennten Szenarien verwendet und die unterschiedlichen Ergebnisse miteinander verglichen. Bei der Verwendung von verschiedenen LCA-Datensätzen resultierten beispielsweise 10,4% höhere THG-Emissionen. Bei Zugrundelegen von optimierten Herstellungsprozessen für Acryl-Copolymere sind jedoch auch deutlich geringere Emissionen möglich, die jedoch nicht quantifiziert werden konnten (vgl. Abbildung 15).

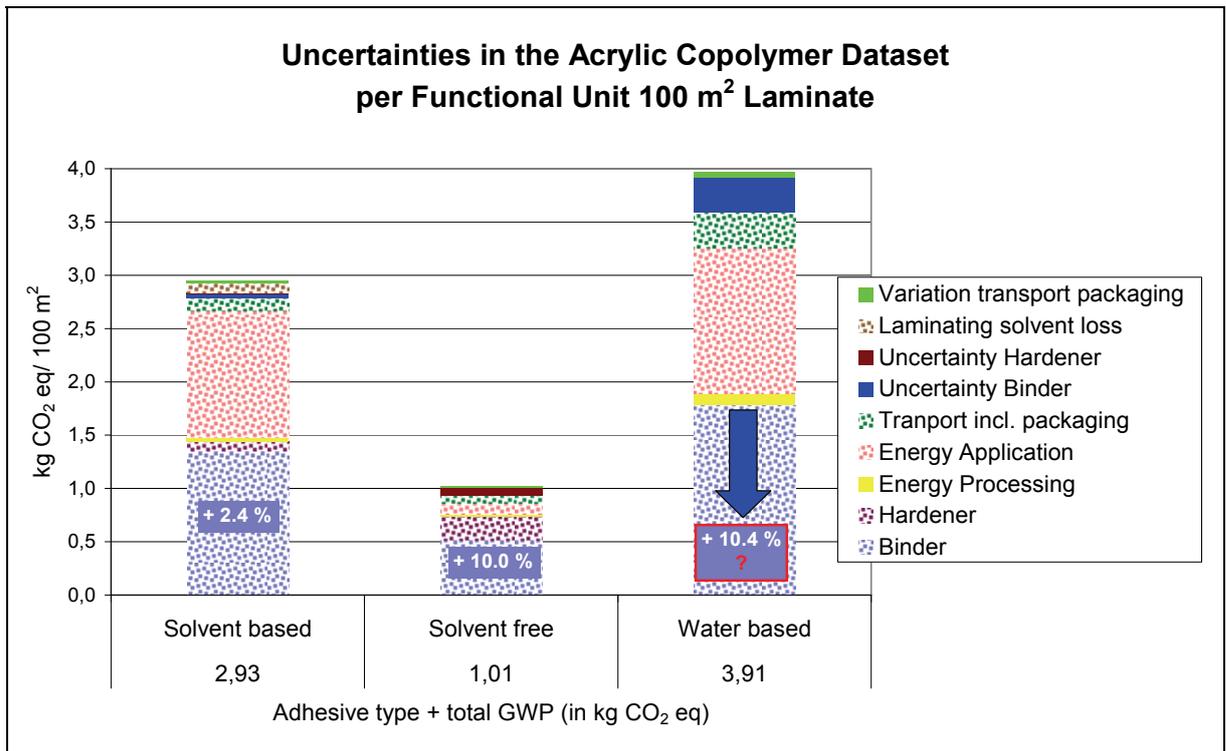


Abbildung 15 Unsicherheitsbetrachtung für Ecoinvent Datensätze mit unterschiedlichen Dispersions-Mischungsverhältnissen für Acryl-Binder. Der Pfeil illustriert die potenziell bessere Bilanz bei optimierten Prozessschritten.

Neben Treibhausgasemissionen wurden auch die Umwelteffekte Versauerung, Eutrophierung, bodennahe Ozonbildung und gesundheitliche Belastung durch Feinstaub grob betrachtet. Hierbei stellte sich heraus, dass die Beiträge zur Versauerung und zur Feinstaubbelastung deutlich über den Klimaeffekten liegen. Zur Bewertung wurden die Emissionen von 100 m² Kaschierfolie auf die Pro-Kopf-Emissionen in Deutschland normiert. Während die Treibhausgasemissionen zwischen 0,007% und 0,026% der Pro-Kopf-Emissionen ausmachen, liegen die Versauerungspotenziale der Klebstoffe zwischen 0,32% und 1,09% bezogen auf die Emissionen Pro-Kopf-Emissionen in Deutschland, und damit um ein Vielfaches über den Treibhausgasemissionen (vgl. Abbildung 16).

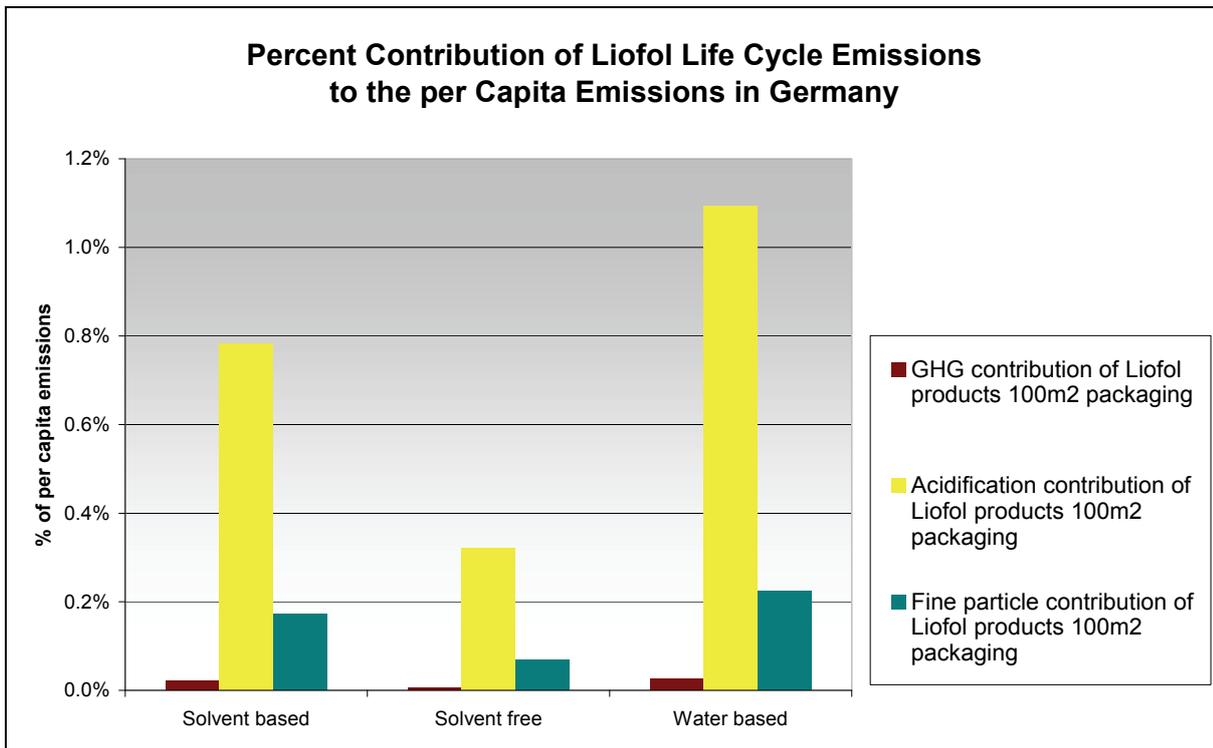


Abbildung 16 Darstellung anderer Umweltwirkungen, normiert auf die Pro-Kopf-Emissionen in Deutschland.

6.4 Rückschlüsse für mögliche Maßnahmen von Henkel

Die Ergebnisse zeigen, dass das lösemittelfreie Produkt am besten abschneidet. Da Henkel alle drei Produkttypen herstellt, wird vorgeschlagen, dass Henkel dieses Produkt bevorzugt bewirbt.

Die Anwender bzw. Industriekunden sollten in diese Richtung beraten werden, wobei im Besonderen der Hinweis auf die Aufwendungen zum Trocknen bei lösemittelhaltigen und wasserhaltigen Klebern hingewiesen werden sollte.

Die Zulieferer der Chemikalien sollten veranlasst werden, PCF der von ihnen gelieferten Chemikalien zu erstellen und bereitzustellen. Anders als bei den Chemikalien und Materialien für Fensterfugen setzt sich der PCF bei Klebstoffen ausschließlich aus den verwendeten Chemikalien zusammen und kann nicht durch übergroße Einsparungen in der Nutzungsphase kompensiert werden.

6.5 Zusammenfassung der Teilstudie „Kaschierklebstoffe für flexible Verpackungen“

Die vergleichende Treibhausgas-Analyse der drei Liofol-Kaschierklebstoffe der Firma Henkel zeigt, dass das lösungsmittelfreie Produkt die vergleichsweise geringsten Emissionen von Treibhausgasen verursacht. Im Wesentlichen ist die geringere Gesamtbelastung auf den

produktspezifischen Umstand zurückzuführen, dass das lösungsmittelfreie System nach der Laminierung ohne zusätzlichen Trocknungsbedarf auskommt und bei Raumlufttemperatur verarbeitet werden kann. Das Verhältnis an THG-Emissionen bleibt auch bei Sensitivitätsbetrachtungen, die die Datenunsicherheiten mit einschließen, bestehen. Der ebenfalls ohne Lösungsmittel auskommende wasserbasierte Kaschierklebstoff zeigte, bezogen auf die funktionelle Einheit, keine signifikant niedrigeren Treibhausgasemissionen gegenüber lösemittelhaltigen Systemen. Auch bei der Berücksichtigung der großen Datenunsicherheiten bei den für den wasserbasierten Klebstoff verwendeten Inhaltsstoffen, bleiben die gesamten Treibhausgasemissionen dieses Klebstofftyps in fast allen Betrachtungen über denen der anderen Systeme. Dies kann vorrangig durch die relativ hohe Auftragsmenge beim Laminierprozess, die notwendige Trocknung und die höheren Transportaufkommen erklärt werden. Da neben Datenunsicherheiten auch die Klebeeigenschaften des wasserbasierten Systems schlechter sind als beim lösungsmittelhaltigen und -freien System, muss die Umweltperformance dieses Klebstoffs als kritisch angesehen werden.

Die Studie bestätigt, dass produktbezogene CO₂-Bilanzen ein wichtiges Instrument zum Vergleich unterschiedlicher Produktionsprozesse und Produkttypen hinsichtlich ihrer Klimawirksamkeit darstellen. Mittels Sensitivitäten lassen sich sogenannte Hot-Spots oder Treiber von CO₂-Emissionen identifizieren. Sensitivitätsbetrachtungen stellen wichtige Informationen zur Verfügung, um Produktionsabläufe zu optimieren oder gezielt nach Alternativen für klimafreundlichere Ersatzstoffe zu suchen.

Die Studie verdeutlicht ebenfalls die zum Teil erheblichen Datenunsicherheiten, die bei der Verwendung von Sekundärdaten aus Prozessen der chemischen Industrie resultieren. Die unterschiedlichen Einflüsse auf das Gesamtergebnis können beträchtlich sein. Hier sind nicht nur die Betreiber von LCA-Datenbank gefordert, aktualisierte und differenzierte Datensätze bereit zu halten. Auch die Adressaten der Studie sind gehalten, die Ergebnisse der Studie mit Vorsicht zu interpretieren.

Der Einfluss von Datenunsicherheiten und die Betrachtung anderer Wirkparameter zeigen andererseits, dass eine produktbezogene CO₂-Bilanz unter Umständen nicht ausreicht, um relevante Umweltwirkungen hinreichend abzubilden. Diese Ergebnisse stützen auch Meinungen, die ein CO₂-Label für nicht belastbar halten.

7 Product Carbon Footprint von Fensterfugen-Dichtmassen

7.1 Einleitung, Ziel und Untersuchungsrahmen der Teilstudie

Das Öko-Institut hat im Rahmen des Projekts PROSA ProKlima eine CO₂-Fußabdruck-Analyse (Product Carbon Footprint, PCF) von drei unterschiedlichen Fensterfugen-Dichtungssystemen der Henkel AG & Co. KGaA durchgeführt. Der hier vorliegende Text stellt eine deutsche Kurzfassung der in Englisch verfassten Studie dar.³⁸

Ziel der Teilstudie ist es, den CO₂-Fußabdruck und die Klimawirkungen von drei verschiedenen Fensterfugen-Dichtungssystemen der Fa. Henkel AG & Co. KGaA zu berechnen und mögliche Maßnahmen für Hersteller, Kunden (Hausbesitzer) und Nutzer (Hausbesitzer, Mieter) von Fenstern abzuleiten. Des Weiteren ist es das Ziel der Pilot-Untersuchungen, im Rahmen von PROSA ProKlima eventuelle methodische Schwächen von PCF-Untersuchungen zu identifizieren.

Die drei Fensterfugen-Dichtmassen basieren auf extrudierbaren plastischen Kunststoffen. Ein Fensterfugen-Dichtungssystem besteht aus einer Außenisolierung, einem Kern und einer Innenisolierung. Für den Kern wird in allen Fällen ein Polyurethan-Schaum (PU Foam), mit der Bezeichnung M 537, genommen. Für die Innen- und Außenisolierung werden in Kombination die Produkte F 121 (Polyurethan Dichtmasse), FT 101 (Flextec® Dichtmasse, basierend auf Silan-modifizierten Polymeren) und 10 B (Silikon Dichtmasse) untersucht. Die drei Isoliermassen zeichnen sich durch unterschiedliche Zusammensetzungen, Herstellungsorte und Lebenserwartungen aus.

7.2 Methodisches Vorgehen

Der Bilanzierungsansatz richtet sich nach dem Ökobilanz-Standard ISO 14040/14044, allerdings mit der Einschränkung auf im Wesentlichen eine Wirkungskategorie: Treibhausgas-Potenzial (Global Warming Potential, GWP). Die Wirkungskategorien Versauerung, Eutrophierung, Gesundheitsbeeinträchtigung durch Schwebstaub und bodennahe Ozonbildung werden oberflächlich ebenfalls betrachtet. Diese Einschränkung ist gemäß der Product Category Rule (PCR) für Fenster (Swedish Environmental Management Council, SEMCo 2008) zulässig, die beschränkt auf Fensterfugen-Dichtungssysteme anwendbar ist.

Als funktionelle Einheit wird ein beheizter Modellraum von 24 m² Fläche, mit einem 1,25 m x 1,5 m großen Fenster, in einer Außenwand mit den Abmaßen 4 m x 2,5 m, angenommen. Damit ergeben sich eine Außenwandfläche von 8,1 m² und eine Fensterfläche von 1,9 m². Die Länge der Fensterfuge ist 5,5 m. Es wird angenommen, dass alle Fugen-

³⁸ Stefan Seum und Daniel Bleher, „Product Carbon Footprint of Window Sealing Systems by Henkel AG“, Berlin 2009.

Dichtungssysteme sachgemäß eingebaut sind und zu Beginn die gesetzlichen Anforderungen an Fugendichtungen – außen wasserfest, innen luftdicht – erfüllen.

Die PCF-Untersuchung ist eine ‚cradle-to-grave‘ Analyse, d. h. Wirkungen von der Rohstoffentnahme bis zur Nutzung des Produkts werden erfasst. Es war das Ziel, möglichst viele Originaldaten von Zulieferern zu erhalten, was sich als äußerst schwierig herausstellte. Als Konsequenz stützt sich die Untersuchung meist auf Daten aus Öko-Bilanz-Datenbanken, insbesondere Ecoinvent v2.1, Umberto v5.5, GEMIS v4.4 und Daten der Plastics Europe.

Da in den gängigen Datenbanken oft Chemikalien nicht in der notwendigen Detailtiefe dargestellt sind, mussten viele Einsatzstoffe aus Elementen überschlägig berechnet werden. Zur Abdeckung von Unsicherheiten wurden „Unsicherheitszuschläge“ festgelegt und die Ergebnisse einzelner Komponenten entsprechend multipliziert. Die Unsicherheitszuschläge wurden mit Experten und dem Auftraggeber abgestimmt und liegen zwischen +10% und +50%. Für einen wesentlichen Inhaltsstoff – Phenol-Ester (Mesamoll) – wurden vom Zulieferer Originaldaten zur Verfügung gestellt. Diese konnten mit Datenbankdaten verglichen werden und stützten die Anwendung und die Höhe der Unsicherheitszuschläge.

Transportbedingte Emissionen wurden anhand von europäischen Daten für LKW (EC 2007); EcoTransIT-Daten für bahngelagerten Gütertransport (IFEU 2008) und Buhaug et al. (2008) für Seeschiffe berechnet.

Allokationen wurden, wo nötig, auf Massensbasis durchgeführt. Dies war der Fall bei Chemieprozessen mit Koppelproduktion, Transporten und Abfallbehandlung. Bei Prozessen, die durch LCA-Datensätze abgebildet werden, entfällt eine zusätzliche Allokation, da eine Allokation bereits für die Erstellung des Datensatzes zugrunde liegt. Die Belastungen beziehungsweise Gutschriften aus der Abfallentsorgung wurden zu 50% den Produkten und zu 50% der Entsorgungswirtschaft zugeschrieben.

7.3 Darstellung der Ergebnisse und der Bewertungen

7.3.1 Gesamtergebnis der Untersuchung

Bei Betrachtung der gleichen Masse der Produkte weisen die drei Fensterfugen-Dichtmassen und das Kernmaterial Treibhausgas-Emissionen zwischen knapp 3 Kilogramm CO₂-Äquivalenten [CO₂-Äq] (FT 101 und 10 B) und über 4 Kilogramm CO₂-Äq auf (F 121 und M 537). In allen Fällen trägt der Bereich der Produktherstellung am stärksten zu den Klimawirkungen bei, gefolgt von Transporten und Verpackungen (vgl. Tabelle 15).

Tabelle 15 Prozentuale Verteilung der Treibhausgasbelastungen der Fensterfugen-Dichtmassen cradle-to-gate (ohne Nutzungsphase).

	F 121	FT 101	10 B	M 537
Einsatzstoffe und Herstellung	80,6%	68,6%	75,0%	82,0%
Transport der Einsatzstoffe	0,8%	1,1%	1,3%	3,5%
Transport der Produkte	3,2%	5,3%	3,7%	7,5%
Verpackung	11,8%	19,1%	14,9%	11,0%
Abfallentsorgung	3,7%	5,9%	5,1%	-3,9%

Bei Bezug auf die funktionelle Einheit, ein Fenster in einem Modellraum, bleiben die Vorteile der Silan- und Silikon-Dichtmassen (FT 101 und 10 B) gegenüber der Polyurethan-Dichtmasse (F 121) erhalten. Die Belastungen aus dem Polyurethan-Kernmaterial verringern sich deutlich und liegen bei ca. 0,42 kg CO₂-Äq. Dies liegt an der vergleichsweise geringen Masse des Produktes, die für den Standardholraum angenommen wurde (vgl. Abbildung 17).

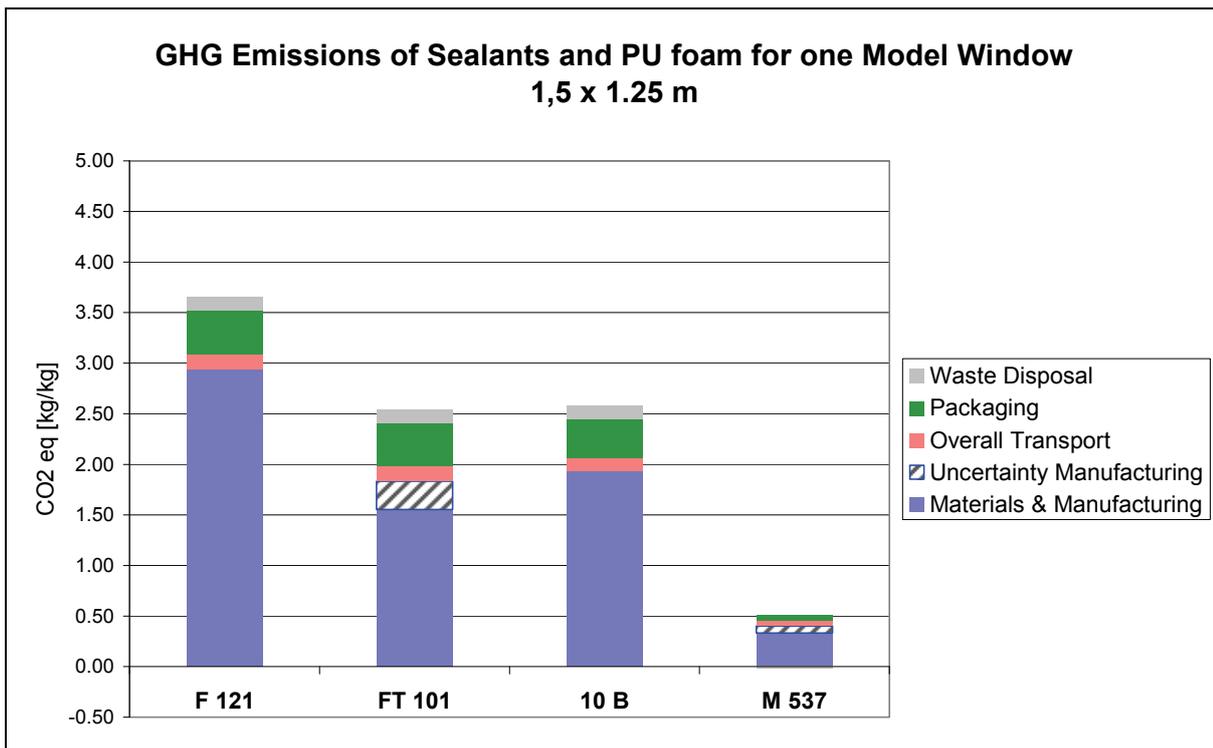


Abbildung 17 THG-Emissionen dreier Fensterfugen-Dichtmassen und des PU-Kerns bezogen auf ein Modellfenster und eine Anwendung.

Die Ergebnisse differenzieren sich weiter, legt man die Lebenserwartungen der drei Fensterfugen-Dichtmassen zugrunde. Diese werden von Henkel AG & Co. KGaA mit 10 Jahren für F 121, 15 Jahren für FT 101 und 20 Jahren für 10 B angegeben. Am Ende der Lebenszeit haben die Fugendichtmassen keine ausreichende Dichtheit mehr und sollten

ausgetauscht werden. Der Polyurethan-Kern bleibt bis zum Austausch des Fensters unverändert. Bei Annahme einer Fensterlebenserwartung von 40 Jahren müssen dementsprechend das F 121 viermal, das FT 101 2,7-mal und das 10 B zweimal ausgetauscht werden. Aus diesem Grund liegen die Treibhausgasbelastungen des Silan-Systems (FT 101) mit 7,9 kg CO₂-Äq und des Silikon-Systems (10 B) mit 6,0 kg CO₂-Äq deutlich unter dem des Polyurethan-Systems (F 121) mit 17 kg CO₂-Äq (vgl. Abbildung 18).

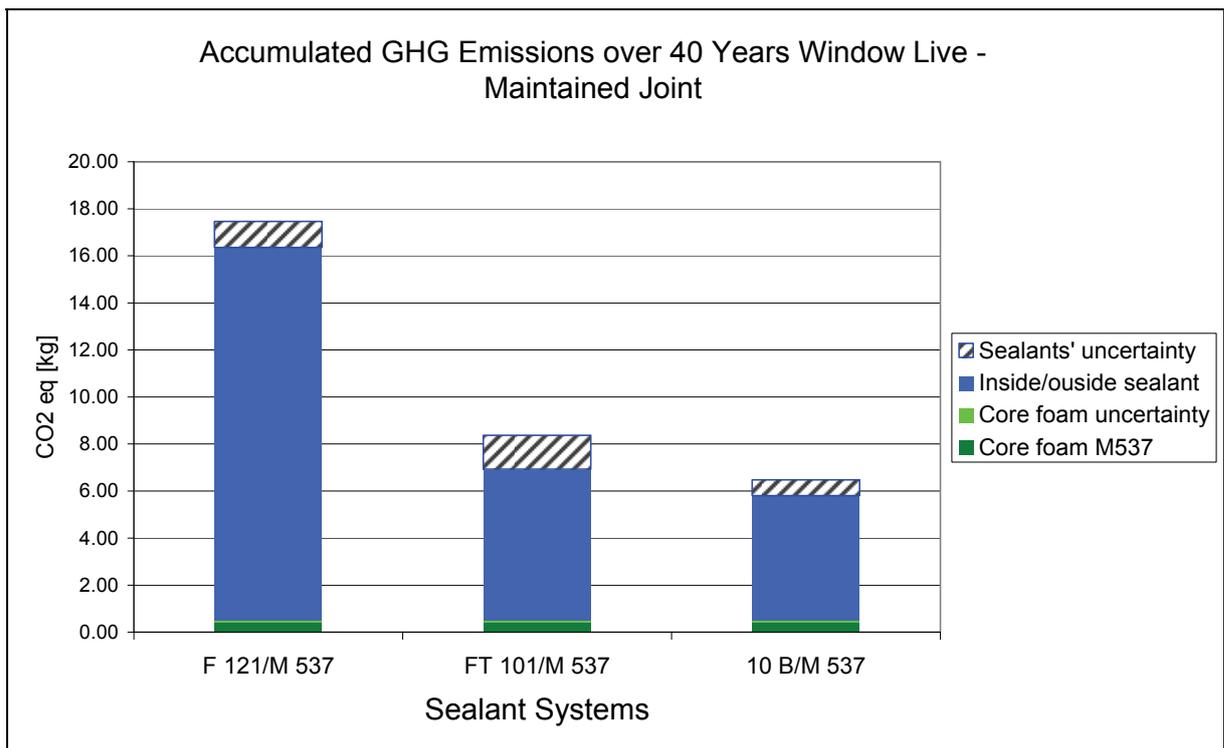


Abbildung 18 THG-Emissionen der drei Fensterfugen-Dichtungssysteme über den Lebenszeitraum eines Fensters (40 Jahre).

7.3.2 Unsicherheiten bei der Produktion der Inhaltsstoffe

Die petrochemischen Inhaltsstoffe, beispielsweise Polyole und Silikone, tragen am stärksten zu den Klimawirkungen der Produkte bei. In der Regel folgt die Klimawirkung den Einsatzmengen, mit einigen Ausnahmen. Beispielsweise tragen Adipin-Säure, Phtalate, Zyanate und Additive überproportional im Vergleich zu ihren Gewichtsanteilen zur Klimawirkung bei. Andere Einsatzstoffe, beispielsweise Kalkstein, tragen unterproportional zu den Klimawirkungen bei.

Wie oben dargestellt, birgt die Nutzung von Datenbank-Daten im Falle von detaillierten chemischen Komponenten relativ große Unsicherheiten, da in der Regel die notwendige Detailschärfe nicht vorliegt. In einigen Fällen wurden Einsatzstoffe aus verschiedenen Daten-

bank-Bausteinen überschlägig errechnet. Im Falle von Pentadekan-Sulfonsäure-Alkyl-Phenolester konnte ein Abgleich von Datenbank und Originaldaten vorgenommen werden. Das Ergebnis des Vergleichs Datenbank-Daten, multipliziert mit Unsicherheitsfaktoren, und Originaldaten, ist befriedigend und bestätigt das gewählte Vorgehen (vgl. Tabelle 16). Unsicherheiten im Bereich der Einsatzstoffe konnten jedoch nicht gänzlich ausgeräumt werden.

Tabelle 16 Vergleich der Ergebnisse zu Mesamoll auf Basis von LCA-Datenbank-Werten und Originaldaten.

	Pentadekan-Sulfonsäure-Alkyl-Phenolester		Mesamoll von Originaldaten	
	(A) Berechnet	(B) Berechnet mit Unsicherheitszuschlägen	(C) Allokation nach Masse	(D) Allokation nach Wert-schöpfung
CO ₂ -Äq [kg/kg]	2,149	2,794	2,082	2,554
% von A	100%	130%	97%	119%

7.3.3 Berücksichtigung der Nutzungsphase

Der Nutzen von Fensterfugen-Dichtmassen besteht darin, die Wärmeverluste von Räumen zu minimieren. Während außer Frage steht, dass die positiven Treibhausgaseffekte der vermiedenen Wärmeverluste ein Vielfaches der Treibhausgaseffekte der Produkte darstellen, ist die Quantifizierung dieser Nutzphaseneffekte methodisch schwierig und problematisch. Zum einen liegen kaum empirische Daten vor, beispielsweise zum Anteil oder zum Alterungsprozess von Fensterfugen-Dichtmassen. Zum anderen werden die Effekte von vielen Rahmenfaktoren, wie beispielsweise Bauart des Hauses, Geographie, Exposition, beeinflusst. Zudem trägt das Verhalten der Konsumenten bei der Frage, ob und wann Fugendichtmassen ausgetauscht werden, maßgeblich zu den Effekten bei.

Unter Zugrundelegen verschiedener Annahmen wurden die Wirkungen der Nutzungsphase abgeschätzt, um zumindest qualitative Aussagen machen zu können. Danach sind die Art der Alterung und die regelmäßige Wartung von Fensterfugen die wesentlichen Aspekte in der Nutzungsphase. Basierend auf den Modellierungen kann festgestellt werden:

- Eine ordentlich installierte und gewartete Fensterfugen-Dichtmasse spart Energie und mindert Treibhausgaseffekte gegenüber einer Fensterfuge, die nicht gewartet wird.
- Je haltbarer die Fensterfugen-Dichtmasse, desto weniger negativ sind die Effekte bei unzureichender Wartung.
- Die Minderungen von Klimawirkungen sind wahrscheinlich ein Hundert- bis mehrere Tausendfaches der Klimawirkungen, die durch die Herstellung der Dichtmassen entstehen.

Während die Unterschiede der verschiedenen Fugen-Dichtungssysteme über die Lebenszeit eines Fensters relativ gering sind, wenn die Fugen regelmäßig gewartet werden, nehmen die Wärmeverluste bei Fugen mit geringen Lebenserwartungen gegenüber solchen mit längeren Lebenserwartungen bei unzureichender Wartung deutlich zu. Die Wärmeverluste sind dann um den Faktor 11 höher. Verbraucher sollten sich bewusst sein, dass ein niedrigpreisiges Produkt mit geringer Lebenserwartung mehr Pflege und Wartung benötigt als ein hochwertiges Produkt und dass die Nichtwartung schnell jegliche Preisvorteile über die Energieverluste eliminiert.

Hinweise für die Entscheidung beim Einbau der Fenster und für die Nutzungsphase

Diese Erkenntnis ist von besonderer Relevanz für Mietwohnungen, da hier erwartet werden kann, dass die Hauseigentümer eher zu Kostensenkungen im Bau tendieren und Mieter häufig Wartungsnotwendigkeiten übersehen. Aus Energiespar- und Klimaschutzgründen sollten Besitzer von Mietwohnungen die langlebigsten und hochwertigsten Produkte am Markt verwenden. Mieter sollten bei Schäden gegebenenfalls selber die Initiative ergreifen, da ein weiterer Verfall der Fugen zu ihren Lasten geht.

7.3.4 Rückschlüsse für mögliche Maßnahmen von Henkel

Die Ökobilanz zeigt, dass der Beitrag aus der Produktion der eingesetzten Materialien klein im Vergleich zu den Einspareffekten durch die Energieeinsparung in der Nutzung ist. Bei der Auswahl der Materialien kann also weiterhin primär darauf geachtet werden, dass der Einspareffekt groß ist, wohingegen die Materialauswahl flexibel bleiben kann.

Für die Kommunikation an die Privatkunden (die in erster Linie über die Fensterhersteller laufen wird) ist ein wichtiger Rückschluss, dass hier zwischen Hausbesitzer und Mieter unterschieden werden muss und dass auf den deutlich höheren Pflegeaufwand bei niedrigpreisigeren Fenstern verwiesen werden sollte.

7.4 Zusammenfassung der Teilstudie „Product Carbon Footprint von Fensterfugen-Dichtmassen“

Bei den drei Fensterfugen-Dichtungssystemen handelt es sich um drei verschiedene extrudierbare Dichtmassen auf Polyurethan-, Silan- und Silikonbasis, die jeweils mit einem Dichtungs-Kernschaum aus Polyurethan kombiniert werden. Neben unterschiedlichen Zusammensetzungen werden die drei Produkte an verschiedenen Standorten in Europa hergestellt und weisen unterschiedliche Lebenserwartungen zwischen 10 und 20 Jahren auf.

Die PCF-Untersuchung musste aufgrund fehlender Originaldaten in weiten Teilen auf sekundäre Daten aus LCA-Datenbanken zurückgreifen. Die fehlende Detailschärfe in den Datenbanken machte die überschlägige Berechnung von einzelnen Spezialchemikalien, sowie die Anwendung von Sicherheitszuschlägen, in der Spanne von +10% bis +50%,

notwendig. Anhand eines Einsatzstoffes (Mesamoll), für den Originaldaten zur Verfügung standen, konnte der Ansatz bestätigt werden.

Die Berechnung der Nutzungsphase stellte sich ebenfalls als eine große Herausforderung dar, da faktisch keine empirischen Daten über das Langzeitverhalten von Fensterfugen-Dichtmassen vorlagen und der Grad der Wärmeverluste von sehr vielen Parametern abhängt. Aus diesem Grund wurde eine Modellierung unter Zugrundelegen von Randbedingungen vorgenommen, die zumindest qualitative Aussagen über die Nutzungsphase zulässt. Die eingesparten Mengen von CO₂-Äq über die Lebenszeit eines Fensters reichen danach von 490 kg bis über 9.000 kg CO₂-Äq. (abhängig von Qualität und Lebenszeit). Die THG-Emissionen, die während der Nutzungsphase über einen Zeitraum von hier 40 Jahren gespart werden können, liegen weit über den THG-Belastungen, die bei der Herstellung entstehen.

Die Treibhausgasemissionen (THG) für die Herstellung, Verpackung und Transporte der Produkte jeweils reicht von 2,6 bis 4,2 kg CO₂-Äq.pro Kilogramm der Produkte. Bezogen auf die funktionelle Einheit eines Modellfensters entstehen 2,1 bis 3,5 kg CO₂-Äq. Der Polyurethan-Kern trägt aufgrund seiner geringen Masse lediglich mit 0,38 bis 0,45 kg CO₂-Äq zu den THG-Emissionen bei.

Bei allen drei Produkten dominiert – bei der PCF-Bilanz bis zum Einbau der Fenster (also noch ohne Nutzung) – die Herstellung und trägt zu 69% bis 83% zu den Gesamtemissionen bei. Die Verpackungen können ebenfalls relevant sein und bis zu 19% der THG-Bilanz ausmachen. Bei den Transporten machen sich die Herstellungsorte bemerkbar. Transportemissionen tragen mit 3,9% bis 11% zu den Gesamtemissionen bei.

Die Modellierung der Nutzungsphase zeigt zudem, dass Pflege und Wartung von Fensterfugen-Dichtungen sich positiv auf die THG-Emissionen auswirken und zu Energieeinsparungen führen. Qualitativ hochwertigere Produkte mit langer Lebenszeit führen bei ungenügender Wartung zu geringeren Wärmeverlusten und damit THG-Emissionen in der Nutzungsphase; dies ist insbesondere im Mietbereich von Bedeutung.

Der Produkt-Fußabdruck der Fensterfugen-Dichtmassen zeigt eindrucksvoll, dass PCF-Analysen gut geeignet sind, um sogenannte Hot-Spots zu identifizieren und Vergleiche von Produkten durchzuführen. Die Verwendung von Sicherheitsfaktoren ergab eine ausreichende Genauigkeit der Ergebnisse. Die Berechnung der Effekte der Nutzungsphase ist schwierig und weitgehend von der Definition der Randbedingungen abhängig. Hier besteht weiterhin die Notwendigkeit, produktgruppenspezifisch „Product Category Rules“ festzulegen, die PCF-Methodik zu verfeinern sowie sorgfältig und transparent mit den Ergebnissen umzugehen. Dessen ungeachtet wurde in der Untersuchung deutlich, dass die Energie- und Treibhausgaseinsparungen in der Nutzungsphase um ein Vielfaches über den THG-Belastungen der Herstellung liegen und dass eine sorgfältige Wartung von Fensterfugen sich durch geringere Energieverluste, Kosten und THG-Emissionen auszeichnet.

8 Product Carbon Footprint der tageszeitung (taz)

8.1 Einleitung, Ziel und Untersuchungsrahmen der Teilstudie

Das Öko-Institut hat im Rahmen des Projekts PROSA ProKlima einen Product Carbon Footprint (PCF) der Tageszeitung „die tageszeitung (taz)“ erstellt. Ziel der Studie ist es, neben der Bilanzierung der Treibhausgasemissionen zur Herstellung der taz und der Ableitung möglicher Optimierungs- und Kommunikations-Maßnahmen auch den Kenntnisstand zu methodischen Ansätzen von Produkt-Treibhausgasbilanzen, sogenannten Product Carbon Footprints, und Produkt-Ökobilanzen zu verbessern.

Da es derzeit noch keine validierte Berechnungsmethodik für den Product Carbon Footprint (PCF) gibt, orientiert sich diese Studie am Vorgehen für Produkt-Ökobilanzen. Die Klimawirkung ist in Ökobilanzen nur einer von mehreren Parametern. Von daher kann ein PCF als eingeschränkte Ökobilanz betrachtet werden. Andere Ansätze, wie beispielsweise das Britische PAS 2050 (Publicly Available Specification 2050, BSI 2008), sind derzeit noch nicht etabliert und haben Diskussionen zu dieser Methodik der Bilanzierung ausgelöst.

Die hier vorliegende Kurzfassung der Studie beschränkt sich auf die Darstellung des Untersuchungsrahmens, der Sachbilanz und der Ergebnisse. Die methodischen Überlegungen, die zu der Erweiterung der Systemgrenzen gegenüber herkömmlichen Herangehensweisen geführt haben, sind ausführlich in der Langfassung dieser Studie dargestellt (Seum et al. 2009). Als Ergebnis der Überlegungen wurden Äquivalenznutzungen von nicht genutztem bzw. durch Einsatz von Recyclingpapieren *geschontem Waldholz* in die Bilanzierung integriert.

8.2 Untersuchungsrahmen

Die Treibhausgasbilanzierung der taz stellt eine Mischung aus Produkt-Ökobilanz und Unternehmensbilanz dar. Einerseits werden alle Stoffströme nach einer Cradle-to-Grave-Analyse, das heißt, von den Rohstoffen bis zu den Abfallströmen, einbezogen. Andererseits werden alle unternehmensweiten Aufwendungen, die zur Herstellung der Zeitung notwendig sind, ebenfalls berücksichtigt. Grundlage der Untersuchung sind die gesamten Emissionen des Unternehmens, sowohl der Stoffflüsse als auch der Aktivitäten. Die Zuordnung und Normierung erfolgt auf Basis der Jahresproduktion der taz in 2007, beziehungsweise eines verkauften Exemplars der taz in 2007 (Abbildung 19).

Wesentlicher (materieller) Rohstoff der taz – wie jedes anderen Druckmediums – ist das eingesetzte Papier. Die Bilanzierung des Papiers stellt eine besondere Herausforderung dar, da es aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden kann, auf die in Europa ein hoher Nutzungsdruck herrscht, unter anderem um Klimaschutzziele im Energiebereich erreichen zu können.

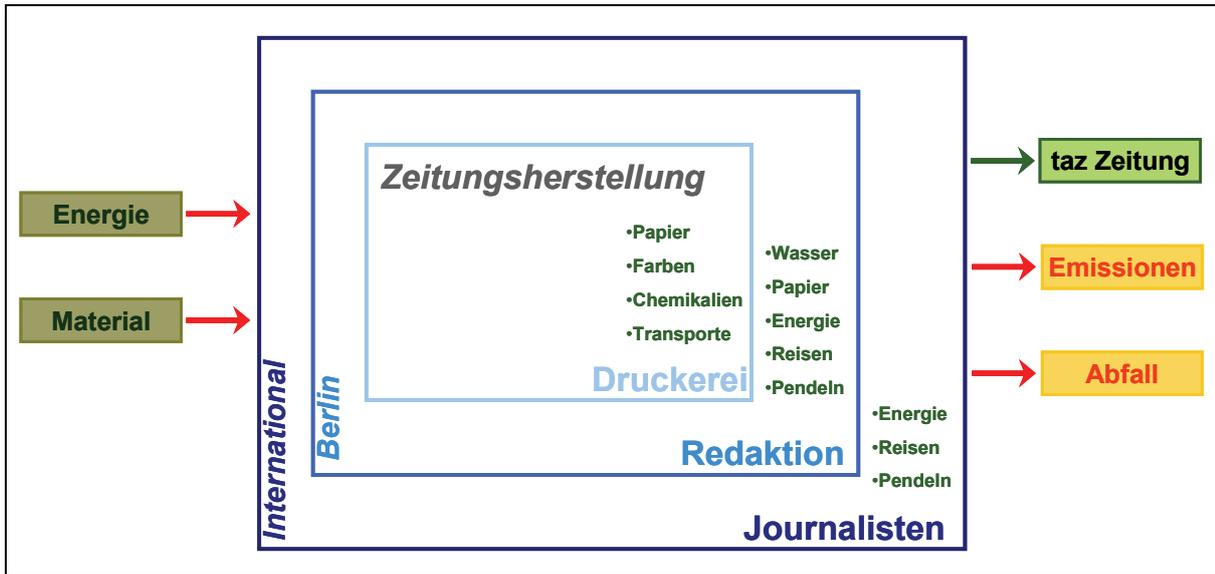


Abbildung 19 Prinzipielle Grenzen des Untersuchungsrahmens

Papiere (in diesem Fall Zeitungspapiere) werden aus Frischfasern, aus zu 100% rezyklierten Papieren oder aus einem Gemisch aus beiden hergestellt. Folglich muss der Rohstoff Waldholz beziehungsweise Rohstoffe aus Altpapier und -pappe mit in die Bilanzierung einbezogen werden (nachstehend als **geschontes Waldholz** bezeichnet). Bislang war es üblich, bei Papierprodukt-Ökobilanzen die Inanspruchnahme des Rohstoffs Waldholz bzw. des Potentials an Waldholz, das ein Wald nachhaltig liefern kann, nicht in die Bilanz einzubeziehen. Zum Teil wurden biogene Einsatzstoffe sogar als Kohlenstoffsenke in den Bilanzierungen berechnet oder als ‚CO₂-neutrale‘ Größe bilanziert (vergleiche z. B. CEPI 2007).

8.2.1 Benchmark des durchschnittlichen Altpapieranteils im deutschen Zeitungsdruck

Die Einbeziehung des Rohstoffs Waldholz in die Bilanz erfordert die Festsetzung eines Benchmarks zum Altpapieranteil im Zeitungsdruck. Je nach Produktionspraktiken werden dann Gutschriften oder Lastschriften gegenüber dem Benchmark zugeordnet. Der Benchmark wurde auch für die Allokation (Verteilung) der Wirkungen im Abfallbereich angewandt.

Eine Untersuchung der eingesetzten Altpapiermengen bei deutschen Zeitungen ergab kein einheitliches Bild. Sicher ist lediglich, dass Zeitungsdruck in Deutschland nicht ausschließlich auf Recyclingpapieren erfolgt. Verschiedene Zeitungen und Zeitungspapierhersteller geben Altpapieranteile zwischen 50% und 100% an.³⁹

³⁹ Eine landläufige Meinung ist, dass Zeitungen in Deutschland auf 100% Altpapier gedruckt sind. Fakt ist, dass alle Zeitungspapierfabriken in Deutschland lediglich Recyclingpapier für den Zeitungsdruck produzieren.

Der hier verwandte Benchmark wurde über die realen Stoffflüsse der taz ermittelt und stellt den im geschlossenen Kreislauf möglichen Altpapieranteil dar. Die Stoffflüsse der taz ergaben einen stofflichen Papierrücklauf von 71%. Die anderen 29% landen aufgrund von Sammelquote und Abfallbehandlungspraktiken in Müllverbrennungsanlagen. Ein Altpapier-einsatz unter 71% wird entsprechend mit einem Malus, ein höherer mit einem Bonus belegt.

8.2.2 Waldholz und andere nachwachsende Rohstoffe

Die Papierrohstoffe der taz kommen i. d. R. aus nichtdeutschen Quellen, insbesondere aus Russland, Schweden, Frankreich und der Slowakei. Die europäische Forstwirtschaft ist eine lang etablierte Wirtschaft und weist relativ stabile Wirtschaftszahlen auf. Eine hohe Konzentration von Waldressourcen, wie auch von Pulp- und Papierfabriken, ist in den walddreichen Ländern Schweden und Finnland zu finden. Die Nutzwälder Schwedens und Finnlands werden vornehmlich unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit, zumindest der Mengen-Nachhaltigkeit, bewirtschaftet.⁴⁰ Dem Wald werden nur solche Holzrohstoffmengen entnommen, die äquivalent im Entnahmezeitraum wieder nachwachsen (Mengen-Nachhaltigkeit).

Zwei der drei Druckereien der taz beziehen ihre Frischfaserpapiere aus nachhaltiger Forstwirtschaft. Die dritte Druckerei bezieht Papiere aus Russland, wobei die forstwirtschaftliche Praxis nicht geklärt werden konnte. Potenzielle Landnutzungsänderungen konnten aufgrund fehlender Daten zu den forstwirtschaftlichen Praktiken nicht berechnet werden. Auch hier wurde eine nachhaltige Forstwirtschaft (Mengen-Steady-State) angenommen.

Zeitungsdruckpapiere werden jedoch auch zu nicht unerheblichen Mengen importiert und bestehen dann häufig aus Frischholzfäsern.

⁴⁰ Der Begriff der nachhaltigen Forstwirtschaft wurde 1993 von der Ministerkonferenz in Helsinki definiert und sagt, dass nachhaltige Bewirtschaftung die Betreuung von Waldflächen und ihre Nutzung auf eine Weise und in einem Maß bedeutet, dass sie ihre biologische Vielfalt, Produktivität, Verjüngungsfähigkeit und Vitalität behalten sowie ihre Fähigkeit, gegenwärtig und in Zukunft wichtige ökologische wirtschaftliche und soziale Funktionen auf lokaler, nationaler und globaler Ebene zu erfüllen und dass anderen Ökosystemen kein Schaden zugefügt wird. Mengen-Nachhaltigkeit bezieht sich lediglich auf die Holz mengen und lässt keine Aussagen über die eigentliche Nachhaltigkeit der Forstwirtschaft zu (Häusler und Lorenz-Scherer 2002).

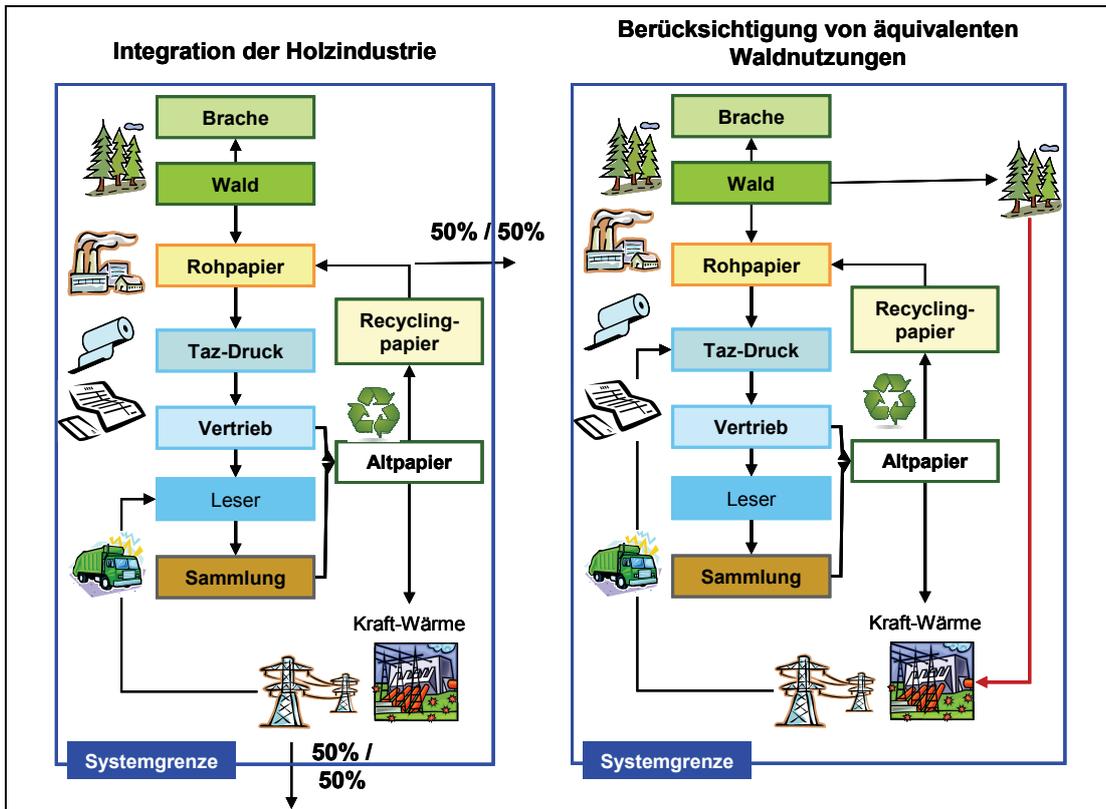


Abbildung 20 Erweiterte Papierbilanzierungen mit Altpapierrecycling und mit Berücksichtigung von Äquivalenzprozessen

Für nicht genutztes Waldholz, insbesondere durch den Einsatz von Recyclingpapieren, wurde eine Äquivalenznutzung in Europa angenommen. Biogene Ressourcen unterliegen in Europa einem Nutzungsdruck. Durch die Politikziele, die erneuerbaren Energien weiter auszubauen, ergeben sich deutliche Nutzungskonkurrenzen. Es ist davon auszugehen, dass geschontes Holz zur Energieerzeugung eingesetzt wird (vgl. Abbildung 20). Diese äquivalente Nutzung von Holz zur Energieerzeugung wurde bei der Bilanzierung der taz berücksichtigt.⁴¹

8.2.3 Abfall-Altpapier und -pappen

Im Falle von Altpapier, -pappen und -kartonagen führt das Recycling der Abfälle zu einer Reduzierung der Emissionen aus den Vorketten, beispielsweise aus dem Holzaufschluss

⁴¹ Auch wenn Wald ohne äquivalente Nutzung nur geschont würde, würde in Zukunft mehr CO₂ gespeichert werden. Zu der Höhe der CO₂-Speicherung von aus der Nutzung entlassenen Plantagen besteht noch Forschungsbedarf.

und Pulping der Frischfaser.⁴² Diese Reduktionen werden den Aufwendungen zur Sammlung und Aufbereitung gegenübergestellt.

Die Gutschriften aus dem Recycling wurden zu 35% der taz zugeordnet, was dem durchschnittlichen Recyclingpapieranteil in 2007 entspricht. Grund für diese Allokation ist die Möglichkeit der taz, den Recyclingpapieranteil zu erhöhen und damit direkt Einfluss auf den Altpapiermarkt zu nehmen.⁴³

8.2.4 Szenarien zur Bilanzierung der Waldrohstoffe und Abfallströme:

Als Standardszenarien wurden festgelegt:

- A1 Integration des Waldes als potenzielle Rohstoffquelle für die energetische Nutzung (Äquivalenzprozesse für nicht genutztes bzw. geschontes Waldholz),
- B1 Berücksichtigung des Altpapierkreislaufs entsprechend dem Einsatz von Rezyklaten,
- C1 taz mit Recyclingpapieranteil entsprechend der Situation im Jahr 2007 = 35%,

Zur Abschätzung von Effekten aus methodischen Herangehensweisen ist es üblich, Szenarien zu rechnen. Für die Bilanzierung der taz wurden folgende Sensitivitätsszenarien gerechnet:

- A2 Abschneiden der Äquivalenzprozesse von nachwachsenden Rohstoffen,
- B2 Berücksichtigung der Gutschrift aus dem Altpapierkreislauf zu 100% bei der Entsorgungswirtschaft,
- B3 Berücksichtigung des Altpapierkreislaufs zu jeweils 50% bei der Entsorgungswirtschaft und dem Produkt,
- B4 Rechnung des Abfallstroms ohne stoffliche Verwertung der Altpapiere,
- C2 taz mit hypothetischem Recyclingpapieranteil von 0%,
- C3 taz mit hypothetischem Recyclingpapieranteil von 100%,
- C4 taz mit einem Recyclingpapieranteil entsprechend dem Referenzwert von 71%.

Nach einer Studie des Öko-Instituts bildet das Szenario A1 die europäische Situation am besten ab, da in Europa ein Druck auf Papierressourcen vorherrscht und geschonte Holzressourcen wahrscheinlich energetisch genutzt würden (Dehoust et al. 2009). Weiter ist das Szenario B1 bei Produkten, die selber aus Rezyklaten hergestellt werden können, die bevorzugte Variante. Die Szenarien A1, B1 und C1 werden als Standardszenarien darge-

⁴² Als Pulp wird die feuchte Masse von Zellstoff bezeichnet, aus der die Papiere durch Sieben, Pressen und Trocknen hergestellt werden.

⁴³ Die taz hat in den Jahren 2008 und 2009 bereits den Recyclingpapieranteil erhöht und er lag in 2009 zwischen 50-60%.

stellt. Die Bilanz der taz ohne die Berücksichtigung der Äquivalenzprozesse der Holznutzung wird zur Darstellung der operativen Emissionen ebenfalls berechnet (Szenario A2) und liefert eine Referenz nach herkömmlicher Bilanzierungsmethodik.

Für die Abfallseite werden B2, B3 und B4 als Sensitivitätsszenarien gerechnet. Die Szenarien B2 und B3 verteilen die Gutschriften aus dem Recycling unterschiedlich. Beim Sensitivitätsszenario B4 wird von einer 100%igen Verbrennung der Papierabfälle in Müllverbrennungsanlagen ausgegangen. Hier wird lediglich der Brennwert der Zeitungen betrachtet. Die Zeitungen ersetzen hierbei fossile Energieträger in einer Standard-Müllverbrennungsanlage. Für die Effekte von unterschiedlichen Recyclingpapieranteilen werden die Sensitivitätsszenarien C2, C3 und C4 berechnet.

8.2.5 Herstellung und Druck

Im Kernbereich des Bilanzierungsrahmens liegen die Herstellung und der Druck der taz. Der dazugehörige Bilanzzeitraum ist das Jahr 2007.⁴⁴

Zum Bereich der Herstellung gehören alle Aktivitäten zur organisatorischen und „geistigen“ Erstellung der Zeitung. Hierzu zählt im Wesentlichen das Redaktionshaus in Berlin, wo der Großteil der MitarbeiterInnen der taz beschäftigt ist. Hier befinden sich auch die taz-Online-Server, die die Zeitung 24 Stunden am Tag im Internet zur Verfügung stellen. Für die Bereiche Redaktion und Druck standen Originaldaten zur Berechnung zur Verfügung.

Neben dem Energieverbrauch im Redaktionshaus werden auch die Arbeitswege und Dienstreisen bilanziert. Die Berechnung der Reisen der fest angestellten Journalisten und Redakteure erfolgte durch Hochrechnung einer repräsentativen Stichprobe. Die Emissionen aus den Reisen der etwa 27 internationalen Korrespondenten wurden abgeschätzt. Grundlage der Schätzung waren die Anzahl der Meldungen der Korrespondenten in der taz zwischen 1.1.2007 und 31.12.2007 sowie Aussagen über den Prozentanteil, den die Korrespondenten für die taz arbeiten. Freie MitarbeiterInnen in Deutschland wurden nicht berücksichtigt, da die Emissionen, die letztlich auf die taz bezogen werden könnten, vernachlässigbar sind. Die freien MitarbeiterInnen bleiben im Prinzip vor Ort und stellen ihre Dienstleistungen mehreren Medien zur Verfügung.

Die taz wird an drei Standorten in Deutschland gedruckt – in Hamburg, Berlin und Frankfurt. Beim Druckprozess werden alle Energieaufwendungen des Druckhauses sowie die Herstellung der Druckplatten und der Druckfarben berücksichtigt. Bei den Aluminium-Druckplatten können entweder rezykliertes Aluminium oder frisches Aluminium verwendet werden. Genaue Kenntnisse über den Rezyklatanteil bei den Druckplatten lagen nicht vor. Beide Fälle werden in Sensitivitätsszenarien gerechnet. Die verbrauchten Aluminiumplatten

⁴⁴ Das Projekt wurde bereits 2008 begonnen.

gehen zu 100% in das stoffliche Recycling. Für alle drei Druckereien wurde auf Originaldaten zurückgegriffen.

8.2.6 Vertrieb

Der gesamte Vertrieb der taz wird in der Bilanz berücksichtigt. Die taz wird sowohl im Abonnement als auch über Einzelhandelsgeschäfte vertrieben. Die Abonnenten werden mit Trägern und per Post beliefert. Die Trägerdienste werden insbesondere in den großen Ballungsräumen eingesetzt. Hierfür wird der Transport der taz zu den Verteilungspunkten der Träger bilanziert. Die Träger selber werden nicht bilanziert, da die Emissionen der Verteilung per Fuß und Fahrrad (und nur selten Auto) als nicht relevant eingestuft werden. Der Postversand wird als Standardversand per Post (DHL) angenommen. Der Vertrieb über den Einzelhandel erfolgt durch Grossisten oder direkt. Alle Lieferungen erfolgen direkt ab den drei Druckerei-Standorten in Lieferwagen.

Neben der Auslieferung wurde für den Einzelhandelsverkauf auch der Rücktransport der sogenannten Remissionen berechnet, jedoch nur bis zu den Grossisten-Standorten. Ab hier wird angenommen, dass die Remissionen (Rückläufe nicht verkaufter Exemplare) als sortenreine Altpapiere in die Entsorgungswirtschaft übergehen.

Für die Bilanzierung des Vertriebs standen detaillierte Verteilungspläne für jeweils einen repräsentativen Mittwoch, Donnerstag und Samstag zur Verfügung. Auf dieser Basis wurde eine mittlere Anzahl der Exemplare ermittelt und die Verteilungsaufwendungen für das Jahr 2007 hochgerechnet (vgl. Tabelle 17).

Tabelle 17 Erhobene Anzahl der taz-Ausgaben sowie Prozentverteilung der Lieferungen und Verteilung über Direktverkauf, Grossisten, Poststellen und Trägerdienste

	Gesamt	Belieferung Anzahl			
		Direkt	Grosso	Post	Träger
Anzahl Belieferung	603	413	117	19	54
Exemplare Mittwoch	78 127	4 843	19 549	16 102	37 633
Exemplare Donnerstag	77 725	4 942	19 434	16 100	37 249
Exemplare Samstag	88 382	5 982	28 632	16 100	37 668
Exemplare Mittel	79 669	5 074	21 015	16 101	37 479

8.2.7 Recycling und Entsorgung aller Nichtpapierabfälle

In Ökobilanzen ist es üblich, die potenziellen Gutschriften aus stofflichen und energetischen Nutzungen von Abfällen zu jeweils 50% dem Abfallprodukt und zu 50% der Entsorgungswirtschaft zuzuschreiben. Dieser Ansatz wird in der Treibhausgasbilanz der taz für alle Nichtpapierabfälle angewandt (bspw. Aluminium aus der Druckplattenherstellung). Für Papier wird von diesem Ansatz abgewichen, da er methodisch zweifelhaft ist. Im Standardszenario der taz werden die Gutschriften daher nur mit dem Anteil des Recyclingpapiereinsatzes zugeordnet.

8.3 Sachbilanz der Produktion der taz

8.3.1 Stoffflüsse bei der taz

Umweltpolitische Ziel ist es, Stoff- und Energieflüsse so zu lenken, dass zur Bereitstellung der Produkte und Serviceleistungen beide möglichst effizient genutzt werden. Der Einsatz von Altpapieren in der Papierherstellung führt zu einer Verminderung der Energieaufwendungen und auch zu einer Reduktion anderer Emissionen (IFEU 2006, Ecoinvent 2.01, Hischier R. 2007). Eine Bereitstellung von Altpapieren in möglichst guter Qualität ist von daher begrüßenswert. Allerdings müssen auch die Märkte für Druckpapiere mit Altpapieranteil geschaffen werden, um diese positiven Effekte zu nutzen und entsprechende Sammel- und Aufbereitungsinfrastrukturen wirtschaftlich betreiben zu können.

Die taz – wie jedes andere Druckmedium – kann auf den Bedarf an Druckpapieren mit Altpapieranteil direkt Einfluss nehmen, obwohl der taz aufgrund ihres relativ geringen Auflagenanteils in den Druckereien Grenzen gesetzt sind. Im Jahr 2007 stammten bei der taz ca. 830 Tonnen der Papiere oder 35% des eingesetzten Zeitungspapiers aus Rezyklaten. Druckpapiere mit Altpapieranteil sind am Markt in der Regel billiger (BDZV 2009). Bei kleineren Printmedien kann jedoch der Bezug von Altpapieren höhere Kosten verursachen, wenn beispielsweise nicht auf die Standardpapiere der Druckereien zurück gegriffen werden kann. Druckereien, die beispielsweise hauptsächlich farbige Produkte auf hochwertigen Papieren herstellen, beziehen unter Umständen aus diesem Grund als Standardpapier Frischfaserpapiere. Zudem sind Frischfaserpapiere auf dem Markt, vornehmlich aus Osteuropa, die sogar die Preise von Recyclingpapieren unterschreiten.⁴⁵

In 2007 wurden von der taz 24 Millionen Exemplare produziert. Dies entspricht etwa 3.212 Tonnen Papier. Die Stoffflüsse sind in Abbildung 21 aufgezeigt. Die größte Menge wird über Träger zu den Abonnenten ausgeliefert und gelangt von dort in die häusliche Altpapier-sammlung (AP-Sammlung). Von Verkaufsstellen geht ein Teil der Zeitung an LeserInnen und dann in die AP-Sammlung, ein anderer Teil geht als Remission direkt in das stoffliche Recycling. Für die Stoffflüsse wurden folgende Annahmen getroffen bzw. Rahmenbedingungen ermittelt:

- Die AP-Sammelquote liegt in Deutschland bei 73% (UBA 2007).
- Aus den Haushalten landen 27% des AP verschmutzt in der MVA.
- Alle AP aus der Sammlung gehen zu 70% in das De-Inking-Verfahren⁴⁶, zu 20% in die Wellpappenherstellung und zu 10% in die thermische Abfallverwertung (Dehoust et al. 2009).
- Alle Remissionen gehen zu 100% direkt in das stoffliche De-Inking.

⁴⁵ Kommunikation mit dem Bundesverband Deutscher Zeitungsverleger.

⁴⁶ De-Inking ist das Verfahren zum Entfernen von Farben, die beim Altpapier einen Grauschleier erzeugen.

- Im De-Inking-Prozess fallen wiederum 5,3% Papierschlämme an, die energetisch in Kohlekraftwerken genutzt werden, und 0,6% Spuckstoffe, die in einer MVA verbrannt werden.
- Insgesamt (Haushalte, Produktionsabfälle etc.) ergibt sich eine 80%ige Sammlungsquote für die taz.

Prozentual ergibt sich daraus eine sekundäre stoffliche Nutzung der taz-Zeitungspapiere von gut 60%. Zusätzlich gehen etwa 10% in die Herstellung von minderen Verpackungspappen. Etwa 30% gehen diffus oder bei der Altpapieraufbereitung verloren und landen in Verbrennungsanlagen (vgl. Abbildung 21). Dieses Ergebnis stimmt gut mit den für Deutschland abgeschätzten Mittelwerten überein (Dehoust et al. 2009).

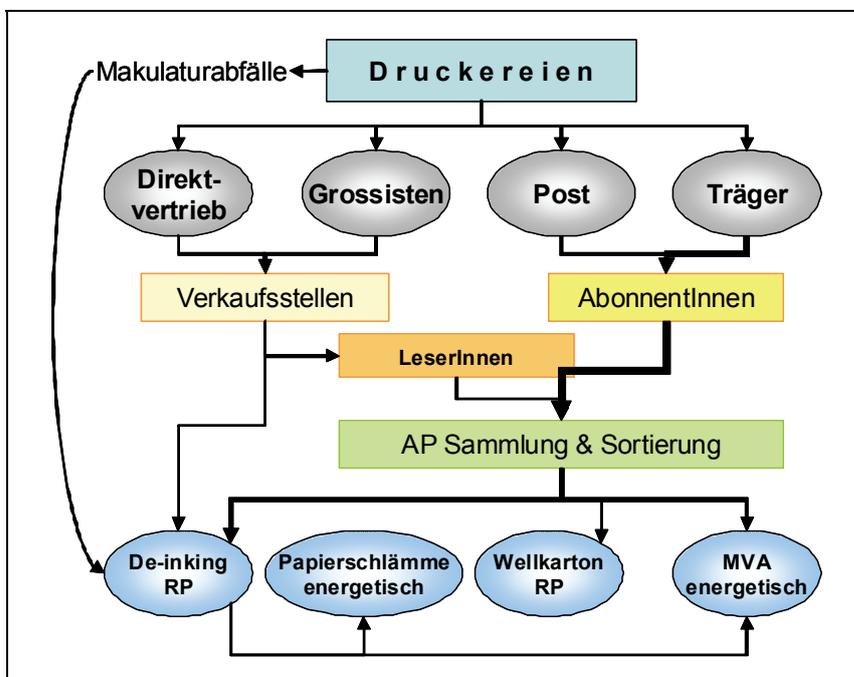


Abbildung 21: Stofffluss des Altpapiers nach dem Vertrieb der taz

8.3.2 Papierproduktion

Wie oben dargestellt, werden für die Papierproduktion sowohl die direkten Unterschiede von Frischfaserpapieren und Recyclingpapieren als auch die indirekten Effekte über Äquivalenzprozesse abgebildet. Die Recyclingpapiere stammen aus europäischer Sammlung und treten in direkte Konkurrenz mit den Papieren aus frischem Holz. Für die direkten Emissionen beider Einsatzstoffe – Papier aus Frischfasern und Papier mit Altpapieranteil – wurden die Datensätze aus Ecoinvent (v. 2.01) verwandt. Zusätzlich wurden öffentliche Originaldaten der UPM-Kymmene Corporation herangezogen, die mehrere Papiere aus 100%-Altpapierfasern für den Zeitungsdruck anbietet.

Entsprechend den Zielen und der Fragestellung wurden für die Papierproduktion verschiedene Szenarien mit unterschiedlichen Recyclingpapieranteilen gerechnet. Für Papiere ohne Recyclinganteil (0% DIP = De-Inking Paper) werden nach Ecoinvent 1,229 kg Holzrohstoffe (Trockenmasse) pro Kilogramm Papier benötigt. Für Papiere mit einem Recyclinganteil von 63% werden 0,4875 kg Holzrohstoffe benötigt (Ecoinvent 2009).

Für geschontes Waldholz (weil Recyclingpapier statt Frischfaserpapier eingesetzt wird), wird eine energetische Äquivalenznutzung des Holzes in Deutschland unterstellt. Es wird angenommen, dass diese in Holzkraftwerken eingesetzt werden und dass die energetische Nutzung fossile Energieträger ersetzt. In dem zugrunde gelegten Szenario ersetzt die Verbrennung von Holz im Holzkraftwerk einen Kraftwerksmix auf einer Basis von 16% Braunkohle, 59% Steinkohle und 25% Erdgas. Die entsprechenden CO₂- und CO₂-Äquivalentemissionen liegen bei 966 g/kWh beziehungsweise 1.000 g/kWh (GEMIS 4.5). Diese Annahme spiegelt die Politikziele wider, die Treibhausgasemissionen in Deutschland zu mindern und dementsprechend fossile Energieträger zur Energieherstellung durch biogene Energieträger zurückzudrängen.

Zur äquivalenten energetischen Nutzung von Brennstoffholz aus der Forstwirtschaft wird von Waldhölzern mit einem Heizwert von 14,01 MJ/kg ausgegangen. Für die Holzverbrennung in Kraftwerken werden ein Bruttostromwirkungsgrad von 24% und ein Eigenbedarf von 4% angenommen. Damit ergibt sich ein Nettowirkungsgrad von 20%. Wärme wird mit einem Nettowirkungsgrad von 20% ausgekoppelt. Bei Anlagen zur Verbrennung von Holz gibt es sowohl auf Stromproduktion optimierte Großanlagen als auch kleinere auf Wärmeherzeugung ausgelegte Anlagen.

Für das Standardszenario A1 mit der äquivalent potenziell erzeugten Energie durch geschontes Waldholz in Deutschland wird angenommen, dass Waldhölzer aus Skandinavien importiert und dann im Holzkraftwerk genutzt werden. Für den Transportweg wird eine Distanz von 1000 km Schiff und 200 km LKW angenommen.

8.3.3 Transporte

Alle Transporte ab Papierfabrik wurden separat berechnet. Die Transporte bis Papierfabrik sind in den verwendeten Papier-Datensätzen als mittlere Annahmen für europäische Standorte bereits integriert.

Die drei Druckereien bezogen in 2007 die Papiere aus Schweden, Russland und Slowenien. Für die Transporte aus Schweden wurde die von der Firma Stora Enso aufgebaute effiziente Transportkette in speziell gestalteten Transportcontainern (Stora Enso Cargo Units – SECU; spezielle Cargoschiffe; Andienung Hafen Schweden per elektrifizierte Bahn) zugrunde gelegt. Die in der Nord- und Ostsee verkehrenden Schiffe sind moderne Roll-on-Roll-off (RoRo)-Fähren, auf die die SECU-Container direkt verschoben werden. Die Frachtdichte ist deutlich höher als bei vergleichbaren Transporten mit LKW oder Bahnwagen auf RoRo-Fähren. Als Emissionsfaktor wurde von daher ein allgemeines Frachtschiff zugrunde gelegt.

Wegen der Fahrt im Ostseeraum wurde angenommen, dass die Schiffe mit Dieselölen mit verminderten Schwefelgehalten von 1,0% für die Hauptaggregate und 0,5% für die Nebenaggregate im Hafen betrieben werden.

Für Papiere aus Russland wurde der Transport per Bahn aus der Wolga-Region nach St. Petersburg und von hier per Schiff nach Hamburg angenommen. Als Schiff wurde hier ein Transport in Containern auf einem kleinen Seeschiff (1000–1999 TEU)⁴⁷ angenommen. Das Schiff wird mit Schweröl mit einem Schwefelgehalt von 1,0% betrieben, da es sich hauptsächlich in sogenannten Schwefelkontrollgebieten bewegt.

Alle Landtransporte wurden als LKW-Verkehre berechnet. Bei den Papiertransporten ist eine gewichtsbedingte Auslastung gegeben, bei allen anderen Transporten wurde eine volumenbeschränkte Auslastung der LKWs angenommen.

Tabelle 18 Emissionsfaktoren CO₂-Emissionen der verwendeten Transportfahrzeuge (RU = Russland, SE = Schweden, DE = Deutschland, IMO = Internat. Seefahrtsorganisation, LDT = Leichtnutz-fahrzeug) (Quelle: IFEU, IMO, TREMOVE, eigene Berechnungen)

Transportmittel	CO ₂ Emissionen (in g/t-km)
Zug, elektrisch, Russland	25,1
Zug, elektrisch, Schweden	0,64
Allgemeines Frachtschiff, Küstenverkehr	13,4
Containerschiff 1000-1999 TEU, nach IMO 2009	36,4
LKW, Deutschland, >32 t, Langstrecke, schwere Güter	37,9
LKW, Deutschland, >32 t, Langstrecke, durch. Güter	94,2
	CO ₂ -Emissionen (in g/Fahrzeug-km)
Leichtnutzfahrzeug, Deutschland, 3-5 t	258

Für den Vertrieb der taz lagen Erhebungen zu den Verteilungswegen von allen drei Druckstandorten zugrunde. Alle Zeitungen werden direkt von den Druckereien in der Regel mit Leichtnutzfahrzeugen (LDT bis 3,5 t Nutzlast) abgeholt und ausgeliefert. Zielorte sind die Abholstellen der Träger, die Schnittstellen zum Postversand, Zentrallager der Grossisten und eine Reihe von großen Direktverkaufsstellen. Die Berechnung der Verteilung mit LDT wurde auf der Basis der Fahrzeugkilometer durchgeführt.

Von den Grossisten werden wiederum Feinverteilungen zu Verkaufsstellen in Leichtnutzfahrzeugen vorgenommen, wobei neben der taz auch andere Medien verteilt werden. Das Verteilungsmuster des Standorts Berlin wurde detailliert ausgewertet, dann wurden die Ergebnisse auf die anderen Verteilungsorte übertragen. Die gesamten CO₂-Emissionen pro

⁴⁷ TEU = Maß für eine Containereinheit; steht für Twenty Foot Equivalent Unit. Container können 20, 40 oder 45 Fuß lang sein.

Rundtour wurden dabei auf alle Tonnenkilometer aller verteilten Medien umgeschlagen. Für die taz wurden für jede Tour die spezifischen Tonnenkilometer anhand der Ausladepunkte und -mengen ermittelt. Damit konnte ein detailliertes Bild der Verteilungsemissionen in der Verantwortung der taz erstellt werden. Fuhr das Fahrzeug noch weiter, ohne eine taz geladen zu haben, wurden diese Emissionen nicht mehr berücksichtigt. Emissionsfaktoren für die Berechnung der Transportemissionen sind in Tabelle 18 aufgeführt.

8.3.4 Redaktion und Herstellung der taz

Das Redaktionshaus in Berlin ist das Herzstück der taz. Hier arbeiten über 200 Personen. Insgesamt – einschließlich der MitarbeiterInnen in Frankfurt, Bremen, Hamburg, Hannover und dem Ausland – arbeiten mehr als 250 Menschen in Festanstellung bei der taz (Stand 2007). Die durchschnittliche Stellenhöhe betrug 2007 68%.

Zur Bilanzierung des Redaktionshauses und der Herstellung der Zeitung wurden die Energieaufwendungen im Stammhaus und die Energieaufwendungen von Reisen berücksichtigt.

Das Redaktionshaus beherbergt neben Büros auch die technischen Anlagen der taz. Diese schließen die lokalen Server zur Online-Nutzung mit ein. Der Verbrauch von Strom und Wärme, hier Fernwärme, wurde für das gesamte Gebäude erfasst und nicht weiter differenziert.

Bei den Reisen wurden sowohl Dienstreisen als auch Wege zur Arbeit berücksichtigt. Die Abschätzung der Reiseaktivitäten basiert auf einer Befragung, an der sich 82 Personen (32,5% der taz-MitarbeiterInnen) beteiligten. Die durchschnittliche Stellenhöhe der beteiligten MitarbeiterInnen lag bei 90%. Für die Wege zur Arbeit wurde von den 82 Rückläufen, normiert auf die tatsächliche Stellenhöhe, auf die gesamte Belegschaft extrapoliert (s. Tabelle 19). Für Dienstreisen wurde angenommen, dass insbesondere MitarbeiterInnen mit vollen und dauerhaften Stellen die Fragen beantwortet hatten. Die Angaben zu den Dienstreisen wurden mit dem Faktor 2 multipliziert, um der Wahrscheinlichkeit Rechnung zu tragen, dass nicht alle Dienstreisen erfasst wurden.

Tabelle 19 Wege zur Arbeit 2007 (RB – Regionalbahn; SSU – S-Bahn, Straßenbahn & U-Bahn; öffentlicher Bus, privates Auto, Fahrrad, motorisiertes Zweirad und Fußverkehr)

Verkehrsmittel	RB	SSU	Bus	Pkw	Fahrrad	mot. Zweirad	Fuß
Summe km normiert	5 036	21 663	6 422	16 252	38 801	1 684	933
km pro Mitarbeiter/a	61	264	78	198	473	21	11

Der Versuch, Originaldaten für die Reisetätigkeit der internationalen Korrespondenten zu erfassen, scheiterte. Stattdessen wurde die Reisetätigkeit abgeschätzt. Pro fünf Beiträge in der taz 2007 wurde je eine Binnenreise angenommen. Für einen 50%igen Arbeitsanteil bei

der taz wurde nach Rücksprache mit der taz eine Flugreise pro Jahr nach Deutschland angenommen. Für Korrespondenten, die nur zu 25% ihrer Zeit der taz zuarbeiten, wurden 0,5 Flugreisen pro Jahr nach Deutschland angenommen; für solche, die zu 75% der taz zuarbeiten, zwei Flugreisen pro Jahr.

Für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus Landtransporten wurden Emissionsfaktoren und Auslastungsfaktoren aus TREMOD (Version 4.17) verwendet (Tabelle 20).

Bei Flugreisen wurden die Emissionen mit dem Internet-Rechner www.atmosfair.de berechnet. Dieser vom Umweltbundesamt anerkannte Rechner berücksichtigt die zusätzlichen Klimawirkungen von Flügen in Höhen über 9 Kilometer. Ein mittlerer RFI-Faktor von 2,7 wird hierbei zugrunde gelegt.

Tabelle 20 Emissionsfaktoren aus Tremod 4.17

	Pkw Durchschnitt	Reisebus	Bahn	Motorrad (1 Person)	Motorrad (2 Person)	Kleinbus
	<i>g/Pkm</i>	<i>g/Pkm</i>	<i>g/Pkm</i>	<i>g/Pkm</i>	<i>g/Pkm</i>	<i>g/Pkm</i>
CO₂	144,0	31,4	74,6	114,3	57,1	39,77
CO₂-Äquivalente	146,0	31,7	79,8	115,8	57,9	40,18
Personen	1,46			1	2	7
Auslastung		60%	ca. 30%-40%			

8.3.5 Druck

Die taz wird in drei Druckereien an den Standorten Berlin, Hamburg und Frankfurt/Main gedruckt. Zur Bilanzierung der Druckereien wurden Originaldaten erhoben. Abgefragt wurden Daten zu den folgenden Bereichen:

- Papiersorten, -mengen und -herkunft; Anteil an Makulatur (produktionsbedingte Papierabfälle);
- Bedarf an elektrischer und thermischer Energie für die Bereiche Druck, Druckplattenherstellung, Versand und Verwaltung/Haustechnik;
- Druckplattenmengen;
- Farben.

Alle drei Druckereien produzieren unterschiedliche Auflagen, aber auch unterschiedliche Seitenanzahlen und Ausgaben der taz (vgl. Tabelle 21). Hieraus ergeben sich unterschiedliche Energieeinsätze und auch Aufwendungen für Druckfarben und Druckplatten.

Tabelle 21 Durchschnittliche Exemplare der Werktags- und Samstagsausgaben der taz sowie Gesamtzahl der gedruckten Exemplare für 2007

Tagesdurchschnittswerte 2007	Druckerei Hamburg	Druckerei Berlin	Druckerei Frankfurt
Exemplare Mo-Fr	19 373	17 324	41 228
Exemplare Sa	23 332	19 108	45 942
Exemplare Mo-Sa	20033	17621	42014
Exemplare 2007	6 095 260	5 359 264	12 737 212

Die im Offset-Druck gefertigte taz erscheint in einer bundesweiten Ausgabe, einer Berliner und einer Hamburger Lokalausgabe. Die Berliner und Hamburger Ausgaben sind um die jeweiligen Lokalteile ergänzt und bestehen von daher aus mehr Seiten als die Bundesausgabe. Neben der Seitenzahl ist in der Tendenz auch von einem höheren Anteil farbiger Seiten in den Lokalteilen gegenüber der Bundesausgabe auszugehen. Dies erhöht sowohl den Farbbedarf als auch die notwendige Anzahl von Druckplatten (je Bahnflächeneinheit und je Farbe eine Druckplatte).⁴⁸

Die Ermittlung des Energiebedarfs der Druckereien erfolgte durch eine Mischung aus Bottom-up- und Top-down-Betrachtungen. Zur Bottom-up-Betrachtung wurden im laufenden Betrieb Kennzahlen der Leistungsaufnahme erhoben und hochgerechnet. Top-down wurde der Gesamtjahresverbrauch ermittelt und anteilig auf die gedruckten Exemplare der taz umgelegt. Die Daten der drei Druckereien zeigten erhebliche Streuungen, die nur zum Teil erklärt und ausgeräumt werden konnten. Für die Hamburger Druckerei mussten Daten nach Aktivitätsdaten anderer Druckereien korrigiert werden.

Die Druckerei in Frankfurt betreibt ein eigenes gasbetriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW), das etwa 89% des jährlichen Wärmebedarfs deckt. Für die parallel erzeugte elektrische Energie wurde eine Gutschrift erteilt. Die elektrische Energie, auch wenn diese durchaus direkt im Haus benutzt werden kann, ist nicht der treibende Faktor des Betriebs des BHKW. Aus diesem Grund wird die elektrische Energie im Modell an das Netz abgegeben und dann der gesamte elektrische Energiebedarf über das Fernleitungsnetz gedeckt. Die zusätzlichen 11% des Wärmebedarfs werden ebenfalls über das Fernwärmenetz bezogen. Die Hamburger und Berliner Druckereien nutzen jeweils Strom und Fernwärme aus dem Netz. Für die BHKW-Motoren lagen Herstellerangaben vor. In allen anderen Fällen wurden bundesdeutsche Durchschnittswerte zugrunde gelegt (GEMIS 4.5).

⁴⁸ In den Jahren 2008/09, also nach dem Bilanzierungsjahr, stellte die taz generell auf mehr farbige Seiten um. Dies wird die Treibhausgasemissionen der Druckereien prinzipiell erhöhen.

Tabelle 22 Kennzahlen der drei taz-Druckereien

Druckerei	Papier- verbrauch für taz Druck	Tonne Rohpapier / Tonne Druck	Elektrische Energie	Wärme- Energie	Druckplatten pro Bogen (4 Seiten)	Druck- schwarz und Farben	Transport- bedarf
	[t]		[Wh/m ²]	[Wh/m ²]	[g]	[t/t Druck]	[t-km]
Hamburg	603	1.070	8,2	2,7	0,03	0,06	600.663
Berlin	674	1.166	10,3	2,6	0,11	0,07	1.713.892
Frankfurt	1.081	1.100	7,5	2,7	0,04	0,01	1.206.519

Bei den Druckplatten und Farbmengen gibt es erhebliche Differenzen zwischen den Druckereien. Die Differenzen sind im Wesentlichen durch die unterschiedlichen Auflagen und Auflagenstärken zu erklären. Außerdem finden sich in lokalen Ausgaben mehr farbige Werbeseiten, wodurch es zu einer höheren Aufwendung von Farben, Druckplatten und Energien kommt. Die unterschiedlichen Kennzahlen (Tabelle 22) der Druckereien stehen damit nur bedingt unter der Kontrolle der Druckereien.

8.3.6 Nutzung der taz

Die Nutzung (das Lesen) der taz wurde nicht bilanziert. Alle Emissionen zum Drucken aller taz-Zeitungen in 2007 wurden zu 100% auf die verkauften Exemplare (also nicht auf die höhere Zahl der gedruckten Exemplare) der Papier-taz umgelegt. Zur Einordnung der Treibhausgasbilanz einer Papier-taz wurde aber ein überschlägiger Vergleich mit dem Online-Lesen von Printmedien herangezogen. Der Vergleich wurde anhand von Daten aus einer schwedischen Studie vorgenommen (siehe unten).

8.3.7 Entsorgung und Recycling der genutzten Zeitung

Die bei den Haushalten erfassten Altpapiermengen werden gesammelt und sortiert. Entsprechende Datensätze zur Sammlung und Sortierung wurden von Ecoinvent übernommen. Nach Sortierung gehen ca. 70% in die stoffliche Verwertung (De-Inking), 20% in die mindere stoffliche Verwertung zu Verpackungstoffen und 10% in die Müllverbrennungsanlage (Tabelle 23). Beim De-Inking wird eine stoffliche Ausbeute von 94% erzielt, 5,3% sind Papierschlämme, die in Kohlekraftwerken verfeuert werden, und 0,6% sind Reststoffe, die in der MVA entsorgt werden. Insgesamt ergeben sich für das Jahr 2007 die in Tabelle 24 aufgeführten absoluten Mengenströme.

Tabelle 23 Prozentuale Stoffströme nach Verteilungswegen

Abfallströme in t	Druckereien		
	Direkt	Grosso	Post & Träger
Makulaturabfälle	100,0%		
Post-Verteilerabfälle:			
Remissionen, sortenrein	N/A	100,0%	N/A
Haushalt, AP sortenrein	73,0%	73,0%	73,0%
davon De-inking RP	70,0%	70,0%	70,0%
davon Wellkarton RP	20,0%	20,0%	20,0%
davon MVA	10,0%	10,0%	10,0%
Haushalt, MVA	27,0%	27,0%	27,0%

Tabelle 24 Absolute und prozentuale Abfallmengen der wesentlichen Verwertungs- und Entsorgungspfade

Abfallmengen 2007 in [t]	Makulatur Druck	Direkt	Grosso	Post	Träger	Summe 2007 [t]
AP Sammlung aus Haushalten	0	98,98	121,67	314,08	731,09	1266
AP Aufbereitung	229	98,98	516,55	314,08	731,09	1890
davon in De-inking RP gesamt	229	69,29	480,05	219,85	511,76	1510
davon De-inking RP stofflich	215,84	65,20	451,73	206,88	481,57	1421
davon Papierschlämme aus De-inking	12,16	3,67	25,44	11,65	27,12	80
davon Wellkarton RP	0,00	19,80	24,33	62,82	146,22	253
davon in MVA	1,38	10,31	15,05	32,73	76,18	136
Verlust in MVA aus Hausmüll	0,00	36,61	45,00	116,16	270,40	468

Die stoffliche Verwertung wird jeweils mit Datensätzen zur Papier- beziehungsweise Wellpappenproduktion aus Ecoinvent verknüpft. Zur Ermittlung der direkten Gutschrift aus der Altpapieraufbereitung werden den Belastungswerten von Papier ohne Recyclinganteil die Werte des Papiers mit einem ca. 63%-Recyclinganteil abgezogen. Das Delta ist die zu erlangende Gutschrift aus dem Papierrecycling. Der Einfluss auf die Waldrohstoffe bleibt an dieser Stelle noch unberücksichtigt. Schlämme aus der Papierverwertung werden in einem Kohlekraftwerk thermisch genutzt. Hier werden jedoch lediglich 50% der Mengen angerechnet, da die genauen Entsorgungswege nicht bekannt sind.

8.3.8 Energetische Nutzung der Reststoffe in MVA

Bei der energetischen Nutzung von Reststoffen werden nicht alle Energieträger in gleicher Weise ersetzt, sondern es werden hier solche vom Markt gedrängt, die sich a) technisch ausreichend variabel gestalten lassen und die b) den umweltpolitischen Zielen nicht zuträglich sind. Der in den Anlagen nicht zur Deckung des Eigenbedarfs benötigte Strom wird zu 100% in das Netz eingespeist. Die dafür anzurechnende Stromgutschrift wird in Anlehnung an die BMU-Methode zur Ermittlung der Treibhausgaseinsparung durch Strom aus erneuerbaren Energien verrechnet. Das hierzu neu vorgelegte Gutachten (ISI 2009) ermittelt, dass im Jahr 2006 zu 16% Strom aus Braunkohle, zu 59% aus Steinkohle und zu

25% aus Erdgas durch Strom aus biogenem Abfall ersetzt wurde.⁴⁹ Hierfür wird ein Minderungsfaktor von 966 g CO₂/kWh_{el} und 1.000 g CO₂-Äquivalenten/kWh_{el} angenommen (GEMIS 4.5).

Die Belastung beziehungsweise Gutschrift aus der Reststoffbehandlung wird im Standardszenario (B1) zu 35% der taz zugerechnet und zu 65% der Entsorgungswirtschaft. In Parallelszenarien werden die Zuteilungen zu 100% für die Entsorgungswirtschaft (B2), jeweils 50% für beide (B3) sowie die rein energetische Nutzung der Papierabfälle in einer Hausmüllverbrennungsanlage mit Gutschrift für die taz (B4) berechnet.

8.4 Bilanzierung der Treibhausemissionen

8.4.1 Bilanzierung unter Einbeziehung der Ressource Wald (Szenario A1)

Für die Ermittlung der Treibhausgasemissionen der taz 2007 werden jeweils zwei Werte angegeben: die absoluten Jahreswerte und die Werte bezogen auf eine verkaufte Papier-taz. Das heißt, dass die gesamten Emissionen zur Herstellung auf die Anzahl der verkauften Zeitungen umgelegt werden und nicht auf die Anzahl der produzierten Zeitungen. Emissionen entstehen in der gesamten Herstellungskette für alle Zeitungen, gleich ob sie verkauft werden oder nicht. Die unverkauften Zeitungen sind zwar Bestandteil des Gesamtsystems der taz, haben aber keinen Nutzer und damit Verursacher ihrer Emissionen. Das Wertschöpfungsprodukt ist die verkaufte taz. Auf ihren Verkaufspreis können unter Umständen auch Kompensationen der Treibhausgasemissionen umgelegt werden.

Wie oben dargelegt, ist bei der Bilanzierung von Produkten, die aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden können, die Rohstoffseite – hier der Wald und die potenziellen Alternativnutzungen von Waldholz – mit einzubeziehen. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Effekte einer stärkeren (oder schwächeren) Nutzung von Recyclingpapieren als Einsatzstoff mit dem Ist-Zustand verglichen werden sollen. Jeder Einsatz von Recyclingpapieren schont Waldholz. Unter dem in Europa herrschenden Nutzungsdruck auf nachwachsende Rohstoffe muss davon ausgegangen werden, dass Holz aus einem nicht oder nur teilweise genutzten nachhaltig bewirtschaftetem Wald anderen Nutzungen zugeführt wird. Im Umkehrschluss heißt das, dass ein Druckereiprodukt, das keine oder nur anteilig Recyclingpapiere unter dem Benchmark-Wert einsetzt, eine Alternativnutzung der Waldrohstoffe verhindert.

⁴⁹ In dem Gutachten wird eine direkte Ersparnis, d. h. ohne Vorketten, mit 852 g CO₂/kWh quantifiziert. GEMIS berücksichtigt zusätzlich noch Emissionen aus den Vorketten der fossilen Energieträger. Im Jahr 2007 ermittelte ISI eine Substitution von ebenfalls 25% Strom aus Erdgas, aber deutlich abweichend nur 2% Strom aus Braunkohle und 73% aus Steinkohle (Minderungsfaktor 820 g CO₂/kWh_{el}). Grund für die Verschiebung von Braun- zu Steinkohle ist der Ausfall mehrerer Kernkraftwerke, der durch Steinkohlestrom ausgeglichen werden musste sowie die niedrigeren CO₂-Zertifikatspreise.

In der Bilanzierung wird nun der Nutzung von Frischholz ein Äquivalenzprozess der Energiegewinnung in Deutschland hinzugefügt. Jeder Einsatz von Frischfasern über dem Benchmark von 71% DIP führt zu einer Entnahme von Waldholz und entzieht damit Holzrohstoffe einer anderen Nutzung. Die Äquivalenznutzung als Energierohstoff in Deutschland stellt ein konservatives Szenario dar. Zur Abbildung der Effekte des Äquivalenzprozesses „energetische Holznutzung“ wird ein Papier mit geringerem Recyclinganteil gegenüber dem Benchmark mit einem Malus belegt; ein Papier mit höherem Recyclinganteil entsprechend eine Gutschrift für verminderte Emissionen zugeordnet.

Mit dieser Bilanzierungsmethode ergeben sich im Vergleich zur bisher üblichen Methodik insgesamt erhöhte Treibhausgasemissionen für die taz, da diese mit 35% Recyclingpapier unter dem angesetzten Benchmark liegt und ein Malus zugeordnet bekommt.

Unter Berücksichtigung der Äquivalenzprozesse hat die Produktion der taz im Jahr 2007 insgesamt 5.502 t CO₂ und 5.934 t CO₂-Äquivalente (CO₂-äq) verursacht.

Bezogen auf die CO₂-äq entfallen dabei 17,5% auf den Äquivalenzprozess „energetische Holznutzung“ und 51% auf die Papierherstellung. Damit liegen die Gesamtemissionen der taz mit der vom Öko-Institut neu vorgeschlagenen Methodik um 21% höher als bei Anwendung der bislang üblichen Methode, die keine Äquivalenzprozesse im Ist-Zustand integriert. Die Emissionen im Einzelnen sind in Tabelle 28 und Tabelle 29 am Ende des Kapitels dargestellt.

Eine Darstellung in Zahlen nach Kategorien, pro verkaufter taz und für das gesamte Unternehmen, liefert Tabelle 25. Nach dem Standardszenario werden demnach ca. 279 g CO₂ oder 300 g CO₂-Äquivalente pro verkaufter taz-Exemplar emittiert.

Bei einem angenommenen CO₂-Zertifikatspreis von € 20/t würde eine Kompensation der 5.934 Tonnen Gesamt-CO₂-äq etwa € 120.000 kosten. Auf eine verkaufte taz bezogen würde dies Mehrkosten von rund 0,6 Cent bedeuten.

Tabelle 25 CO₂ und CO₂-Äquivalente für das Jahr 2007 und pro verkaufter taz

Kategorien	Pro verkaufter taz		taz 2007 Gesamt	
	CO ₂ [kg/taz]	CO ₂ äq [kg/taz]	CO ₂ [t] taz 2007	CO ₂ äq [t] taz 2007
Äquivalenzprozess:energetische Holznutzung DE	0,051	0,053	1.001,6	1.040,8
Papierherstellung u. -transport	0,145	0,154	2.850,0	3.042,5
Drucken	0,030	0,032	593,4	638,1
Redaktion und Verwaltung	0,030	0,038	595,4	744,1
Versand	0,010	0,010	197,8	199,1
Abfallbehandlung	0,013	0,013	263,3	268,9
	0,279	0,300	5.501,6	5.933,6
Kompensation bei 20€	0,0056 €	0,0060 €	110.031,22 €	118.671,54 €
OHNE Energetische Holznutzung	0,228	0,248	4.499,964	4.892,792

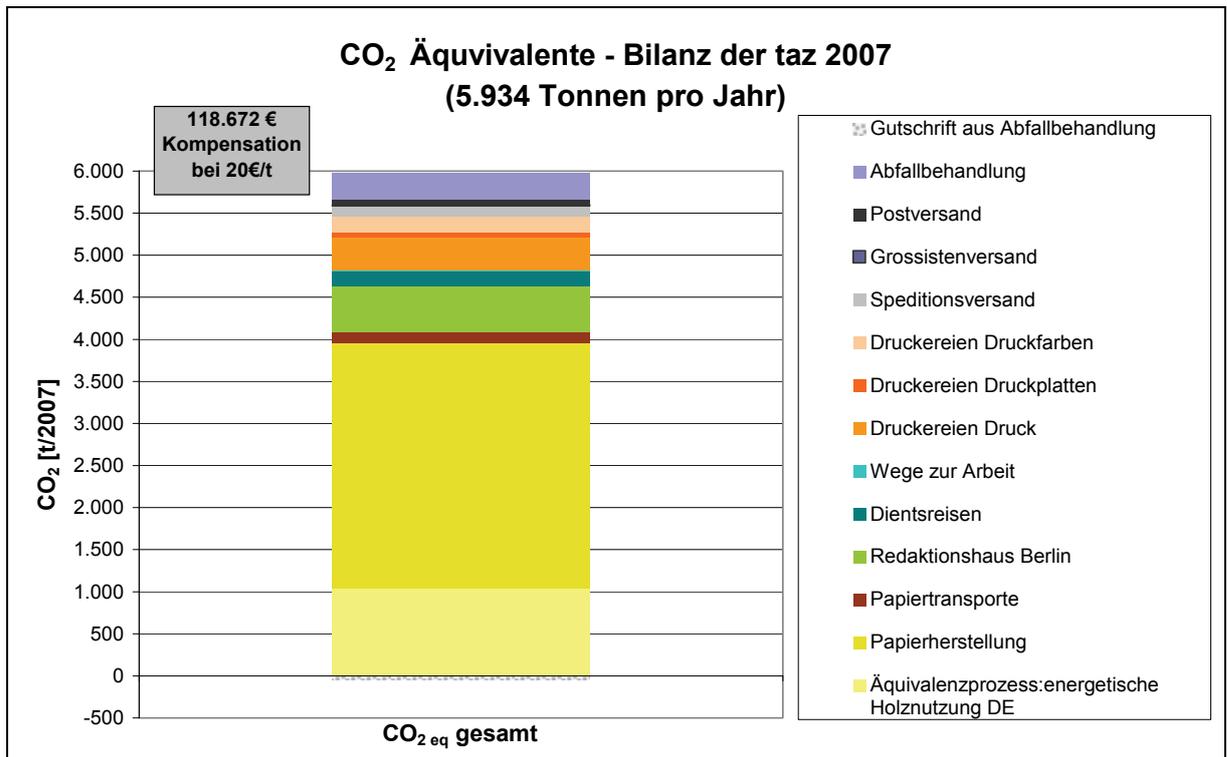


Abbildung 22 CO₂-Äquivalente zur Herstellung der taz im Jahr 2007 unter Berücksichtigung der Holz-äquivalentnutzung.

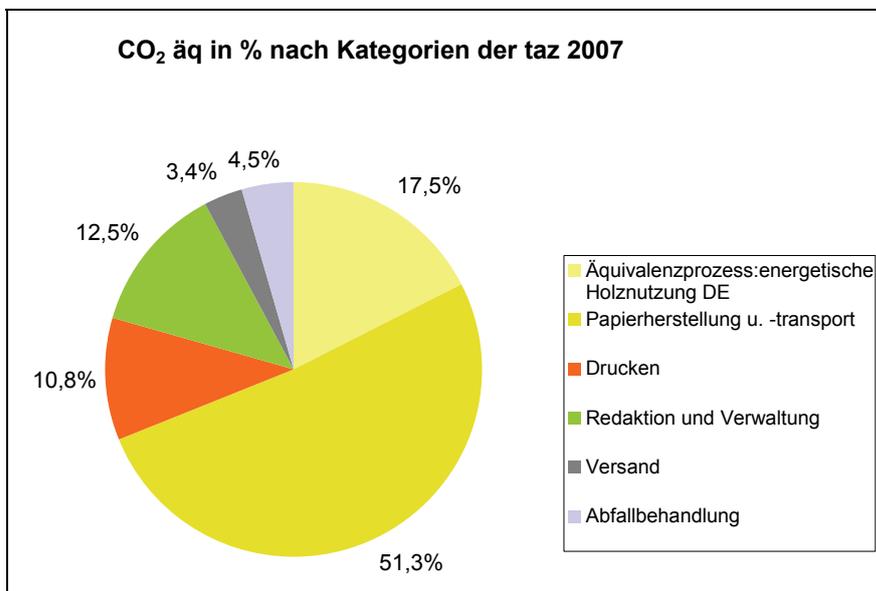


Abbildung 23 Anteile der einzelnen Bereiche der Herstellung der taz, nach Berücksichtigung von Wald bzw. Frischholz als Rohstoff

Im Nichtpapierbereich sind das Redaktionshaus und der Druck der Zeitung die größten Emittenten (10,8% und 12,6%) von Treibhausgasen (Tabelle 26). Der Posten Redaktion und Verwaltung in Berlin schließt alle stationären Aktivitäten (Büro, Online-Server etc.) und alle mobilen Aktivitäten (Reisen, Wege zur Arbeit etc.) ein. Der Versand der taz trägt immerhin mit 3,4% zu den Treibhausgasemissionen bei.

Tabelle 26 Treibhausgasemissionen der taz 2007 in Prozent nach Kategorien

	CO ₂ in %	CO ₂ äq in %
Äquivalenzprozess:energetische Holznutzung DE	18,2%	17,5%
Papierherstellung u. -transport	51,8%	51,3%
Drucken	10,8%	10,8%
Redaktion und Verwaltung	10,8%	12,5%
Versand	3,6%	3,4%
Abfallbehandlung	4,8%	4,5%

Die Verteilungen der Emissionen in den Nichtpapierbereichen werden in Abbildung 24 deutlich. Betrachtet man nur die operativen Emissionen der taz, so machen die Bereiche Redaktion und Verwaltung 40%, Druck 34,5%, Versand 11% und Abfallbehandlung 14,5% der Emissionen aus. Im Bereich des Redaktionshauses überwiegt der Energiebedarf gegenüber dem auf den Wegen zur Arbeit und auch den Dienstreisen. Die Dienstreisen, einschließlich der Flugreisen der Korrespondenten generieren deutlich stärkere Treibhausgaseffekte als die Wege zur Arbeit. In den Druckereien überwiegen die Treibhausgasemissionen aus dem Energiebedarf, wobei die Druckfarbenherstellung auch eine deutliche Größe darstellt. Im Vertrieb stellt der Speditionsversand, das heißt der Versand von den Druckereien zu den Verteilungsstellen den größten Posten dar.

Bei den Transporten ab Papierfabrik machen sich die Quellregionen der Papiere durchaus bemerkbar. So bezieht die Druckerei in Berlin Papiere aus der Wolga-Region in Russland. Als Transportweg wurde ein Landtransport per Zug nach St. Petersburg und von dort ein Transport per Schiff nach Hamburg sowie der Weitertransport nach Berlin per LKW angenommen. Für das Schiff wurde auf ein Containerschiff mit der Kapazität 1.000-2.000 TEU zurückgegriffen (Buhaug 2008). Die Transporte der Berliner Druckerei haben einen Anteil von 8,3% an den Druckereiemissionen. Bei der Frankfurter Druckerei liegen die Transporte – LKW-Transporte hauptsächlich aus Slowenien – in der gleichen Größenordnung, tragen jedoch aufgrund niedriger Gesamtemissionen zu fast 16% zu den Emissionen des Drucks bei. Bei der Druckerei in Hamburg zahlt sich ein umweltorientiertes Transportkonzept der Firma Stora Enso aus. Diese transportiert ihre Papiere in Spezialbehältern per Bahn nach Göteborg. Für den Seeweg kommt ein unter Umweltgesichtspunkten optimiertes RoRo-Schiff zum Einsatz. Der kurze Landweg vom Hamburger Hafen in die Hamburger Druckerei beeinflusst dann nur noch wenig die Bilanz.

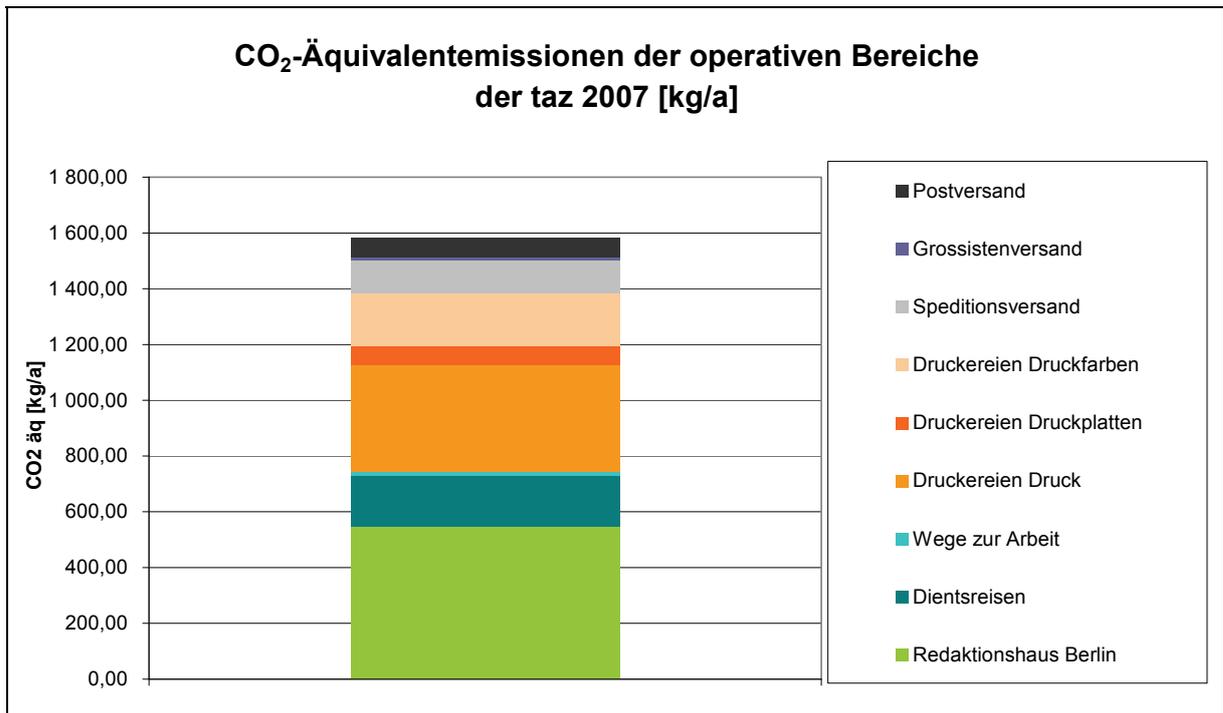


Abbildung 24 CO₂-Äquivalentemissionen aus den Bereichen Herstellung, Druck und Versand

Die Transporte ab Druckerei unterscheiden sich erheblich, sind aber direkt proportional zu den Transportkilometerleistungen ab Druckerei. Grundlage der Rechnung sind genaue Routenlisten von allen drei Standorten. Für den Berliner Standort wurde eine detaillierte Untersuchung der Anteile der taz an den Transporten durchgeführt. Von den Berliner Daten wird auf Basis der Tonnenkilometer-Werte auf Hamburg und Frankfurt extrapoliert. Von Frankfurt aus sind die Distanzen am größten, da hier der gesamte süddeutsche Raum beliefert wird.

Bei den anderen Daten (Druckplatten, Farben, Energie) bestehen zum Teil erhebliche Unsicherheiten. Obwohl hier Originaldaten abgefragt und von allen geliefert wurden, konnten Unstimmigkeiten nicht gänzlich ausgeräumt werden. Die gelieferten Daten sind eine Mischung aus direkt abgelesenen Daten (bspw. der Druckmaschinen) und nach Druckexemplaranzahl zugewiesenen Jahresgesamtwerten. Beides kann zu Fehlern führen, da bei den direkt abgelesenen Daten unter Umständen Prozesse übersehen werden und bei den zugewiesenen Werten Besonderheiten des Druckens der taz gegenüber anderen Druckprodukten (bspw. weniger Farben) unberücksichtigt bleiben.

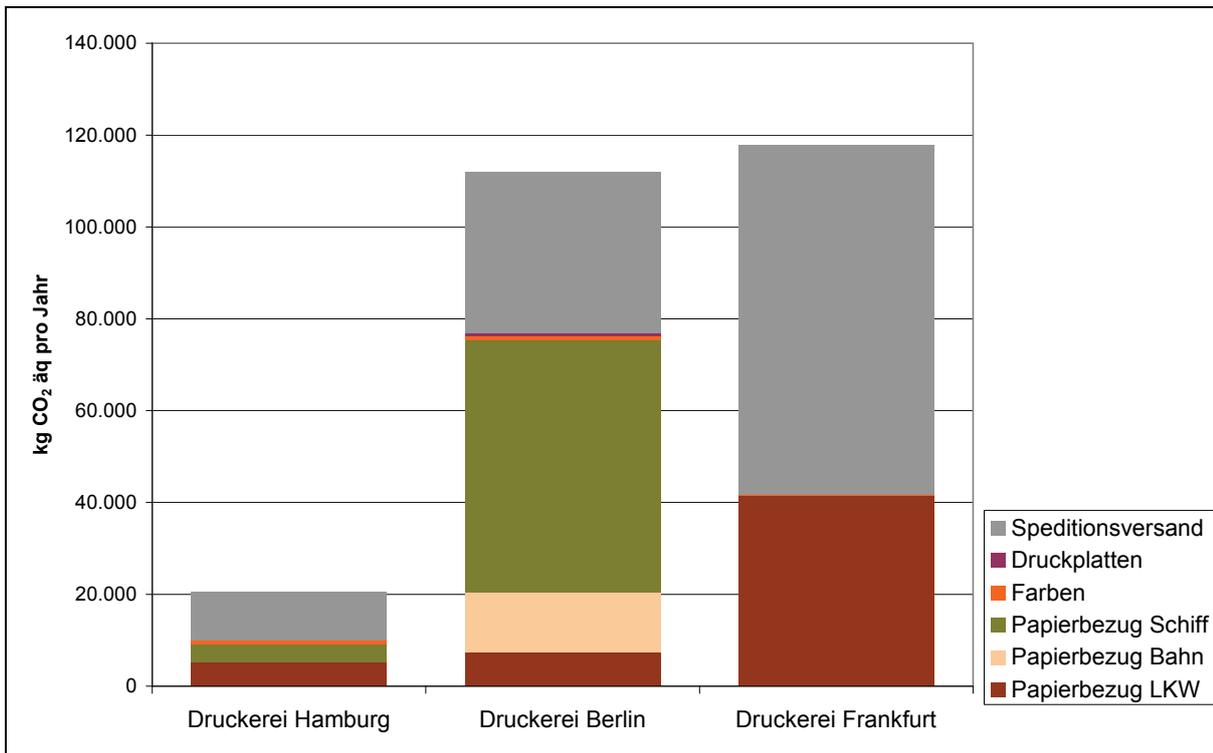


Abbildung 25 Transporte von Papier-, Farb- und Druckplattenherstellern bis Druckereien

Tabelle 27 Eingesetzte Mengen von Farben und Druckplatten in den drei taz-Druckereien

Druckerei	Druckplatten pro Bogen (4 Seiten)	Druck-schwarz und Farben
	[g]	[t/t Druck]
Hamburg	0,03	0,06
Berlin	0,11	0,07
Frankfurt	0,04	0,01

Letztlich sind die Produkte in den Druckereien jedoch auch real unterschiedlich. In den Berliner und Hamburger Ausgaben liegen noch lokale Ausgaben bei, die jeweils verschieden sind. Damit ist die Seitenanzahl pro Ausgabe der Hamburger und Berliner taz höher als in Frankfurt. Die Lokalteile haben auch einen höheren Anteil an Werbung, der wiederum häufig das farbige Drucken bedingen. Nach Aussagen der Frankfurter Druckerei ist die Bundesausgabe der taz vergleichsweise farbarm. Die Anzahl der Farben hat wiederum einen starken Einfluss auf die Anzahl der Druckplatten, da für jede der 4 Farben eine Druckplatte verwendet werden muss (Tabelle 27). Die materiellen Daten sind in ihrer Unterschiedlichkeit durchaus plausibel. Die Druckereien haben auf diese Bereiche relativ beschränkten Einfluss.

Die Druckerei in Frankfurt betreibt ein gasbetriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW 3x 550 W), das ca. 89% der thermischen Energie abdeckt. Das günstige BHKW zusammen mit niedrigen Einsatzwerten ergibt für die Frankfurter Druckerei den niedrigsten Energieverbrauch pro taz-Ausgabe. Auch hier spiegelt sich die reduzierte Seitenzahl und Farbigkeit wider. Bei der Druckerei in Hamburg gab es Datenunschlüssigkeiten, die über die Druckzeiten anderer Druckereien ausgeglichen wurden (Abbildung 26).

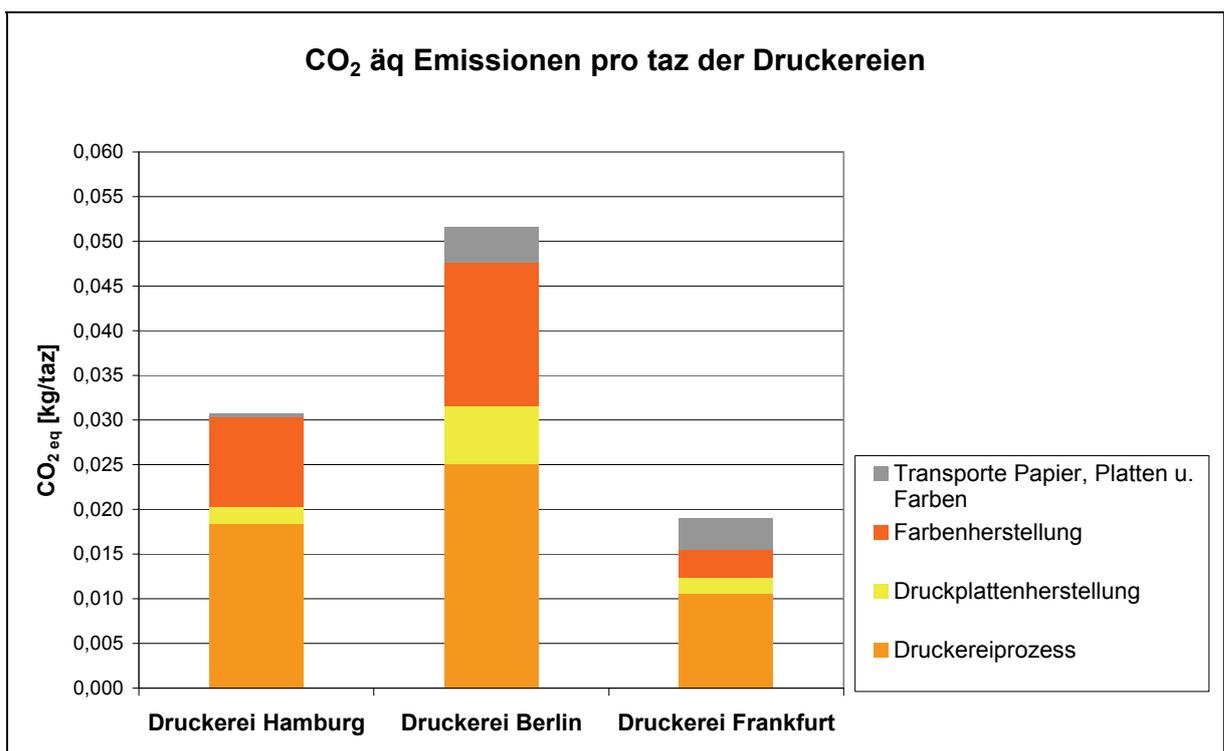


Abbildung 26 CO₂-Äquivalentemissionen der Druckereien, bezogen auf eine Ausgabe der taz

Die Druckplattenherstellung im Standardszenario wurde auf Basis von Natur-Aluminium bilanziert. Der Einsatz von Rezyklat-Aluminium zur Druckplattenherstellung würde sich direkt auf die Bilanz auswirken. Allerdings sind die Umweltwirkungen im gesamten Kontext eher vernachlässigbar.

Die verbrauchten Energien und ausgestoßenen Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Redaktion sind mit 12,6% durchaus relevant (Standardszenario). Eine Differenzierung nach Bereichen oder Arten der Nutzung konnte nicht durchgeführt werden. So beinhaltet dieser Wert die gesamte EDV, einschließlich der taz-Server, also auch den Strom- und Wärmebedarf des gesamten Verlagshauses.

Für die Wege zur Arbeit wurde eine repräsentative Umfrage durchgeführt. Mit nur 0,25% ist dieser Bereich vernachlässigbar. Abbildung 27 zeigt zum einen, dass ein Großteil der Wege zur Arbeit mit dem Fahrrad und mit den öffentlichen Verkehrsmitteln zurückgelegt wird. Zum

anderen macht sie den positiven Effekt von Fahrrad, Bus und schienengebundenem ÖPNV deutlich. Mit dem Fahrrad werden die meisten Personenkilometer zurückgelegt und die geringsten Emissionen erzeugt. Mit dem PKW liegen die Personenkilometer an dritter, die CO₂-Emissionen aber an erster Stelle.

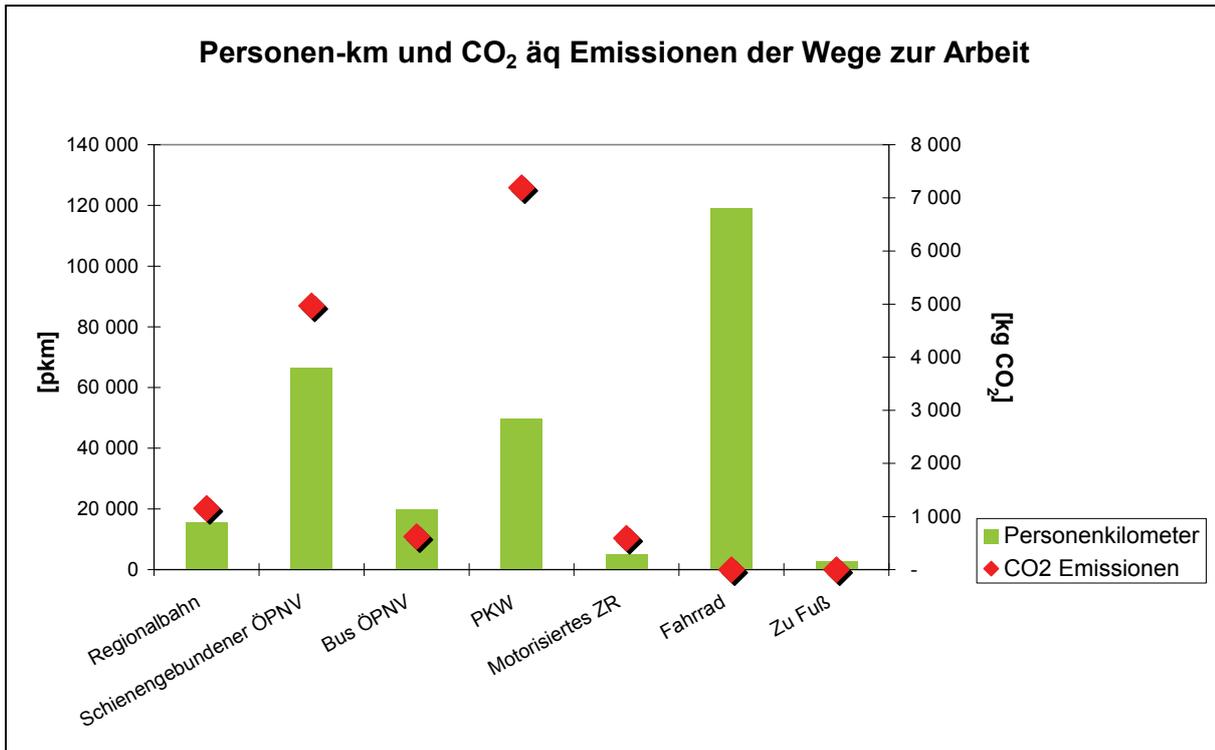


Abbildung 27 Wege zur Arbeit nach Personenkilometerleistung und nach CO₂-Emissionen

Detailübersicht der Treibhausgasemissionen der taz 2007

Tabelle 28 CO₂- und CO₂-äq-Emissionen der Herstellung der taz 2007

taz 2007 Gesamt		
	CO₂ gesamt [t]	CO₂ äq gesamt [t]
Äquivalenzprozess:energetische Holznutzung DE	1 001,60	1 040,79
Papierherstellung	2 722,28	2 913,51
Papiertransporte	127,75	129,03
Redaktionshaus Berlin	503,27	546,96
Dienstreisen	77,64	182,10
Wege zur Arbeit	14,53	15,06
Druckereien Druck	361,67	381,20
Druckereien Druckplatten	64,41	67,74
Druckereien Druckfarben	167,30	189,16
Speditionsversand	120,33	121,61
Grossistenversand	7,52	7,60
Postversand	69,91	69,91
Abfallbehandlung	299,64	311,66
Gutschrift aus Abfallbehandlung	-36,29	-42,75
	5 501,6	5 933,6

Tabelle 29 CO₂- und CO₂-äq-Emissionen bezogen auf eine verkaufte Ausgabe der taz 2007

taz 2007 pro verkaufter taz		
	CO₂ [kg/taz]	CO₂ äq [kg/taz]
Äquivalenzprozess:energetische Holznutzung DE	0,051	0,053
Papierherstellung	0,138	0,148
Papiertransporte	0,006	0,007
Redaktionshaus Berlin	0,026	0,028
Dienstreisen	0,004	0,009
Wege zur Arbeit	0,001	0,001
Druckereien Druck	0,018	0,019
Druckereien Druckplatten	0,003	0,003
Druckereien Druckfarben	0,008	0,010
Speditionsversand	0,006	0,006
Grossistenversand	0,000	0,000
Postversand	0,004	0,004
Abfallbehandlung	0,015	0,016
Gutschrift aus Abfallbehandlung	-0,003	-0,003
	0,279	0,300

8.5 Ergebnisse nach herkömmlicher Bilanzierungsmethode Szenario A2

Aus der Bilanzierung des Kernbereichs – ohne Holzäquivalentnutzung – ergibt sich für 2007 eine Gesamtmenge von 4.893 Tonnen CO₂-Äquivalenten (CO₂-äq). Umgerechnet auf jedes verkaufte Exemplar der taz sind dies 0,248 kg CO₂-äq. (Abbildung 28).

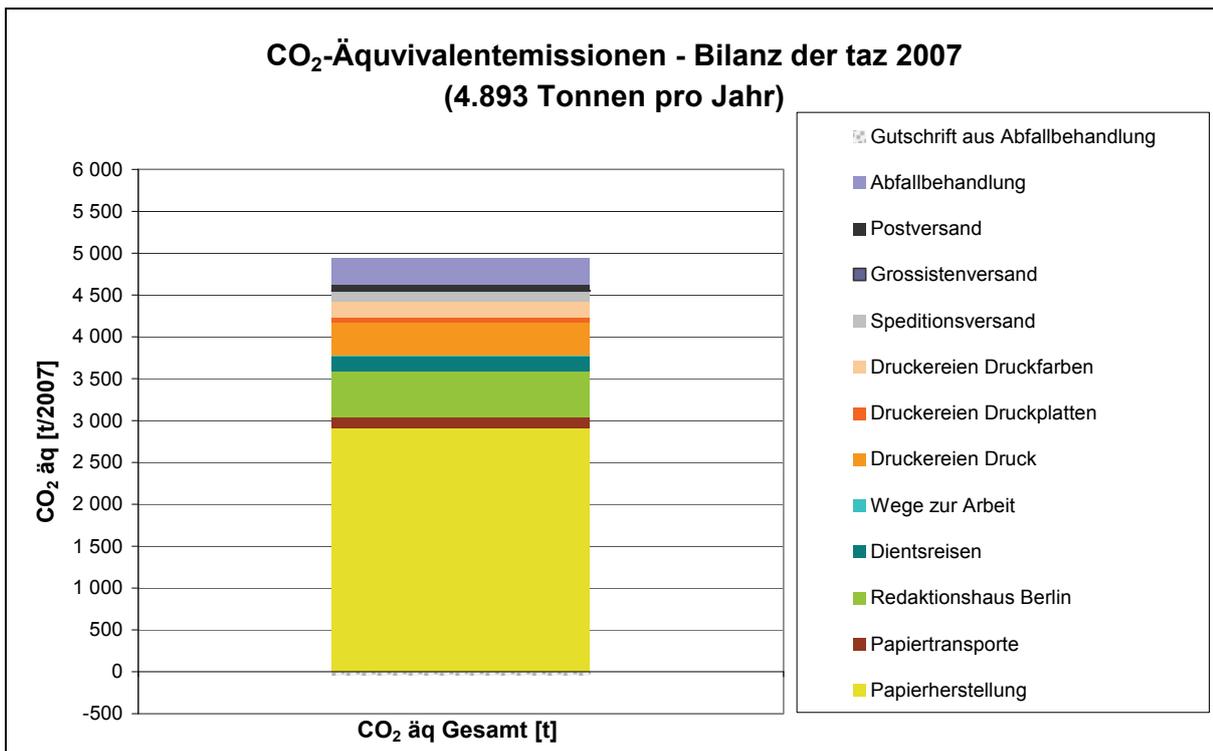


Abbildung 28 CO₂-Äquivalentemissionen der taz, pro verkaufter taz 2007

Aus Abbildung 28 wird deutlich, dass auch nach herkömmlicher Bilanzierung im Bereich der Papierproduktion die größten Mengen Treibhausgase emittiert werden. Weiter durchaus relevante Bereiche sind das Redaktionshaus, das heißt die „geistige“ Herstellung der Zeitung, die Druckereien und zu einem geringeren Maße auch der Vertrieb. Im Abfall-Standardzenario (B1) wurden die Gutschriften aus der Abfallbehandlung zu lediglich 35% angerechnet, da die taz 2007 lediglich 35% Papiere auf Altpapierbasis einsetzte.

8.5.1 Szenarien unterschiedlicher Altpapiereinsätze – Szenarien C2 – C4

Zwei der drei Druckereien setzten in 2007 vorwiegend Papiere aus Frischfasern ein. Die Hamburger Druckerei hat einen Gesamtaltpapieranteil von 12% und die Berliner Druckerei druckt vollständig auf Frischfaserpapieren. Der Einsatz von Frischfaserpapieren wird mit besseren Qualitäten und zuverlässigerem Verhalten beim Drucken begründet. Die Druckerei in Frankfurt setzte phasenweise sowohl Frischfaser- als auch 100%-Recyclingpapiere ein. Der über das Jahr gemittelte Altpapieranteil lag in 2007 bei 70%.

Da die Papierwahl sich maßgeblich auf das Gesamtergebnis niederschlägt wird, werden im Folgenden bezüglich der Einsatzpapiere weitere Unterszenarien zum Standardszenario gerechnet und miteinander verglichen:

- C1 Ist-Zustand: 70% der Auflage der Frankfurter Druckerei und 12% der Auflage der Hamburger Druckerei auf Recyclingpapier laut Ecoinvent Datenbank (Version 2.01).
- C2 Die gesamte Auflage 2007 auf Frischfaserpapieren.
- C3 Die gesamte Druckauflage auf Papieren mit 100%-Recyclingpapier, basierend auf Daten des Beispieldapiers UPM Schwedt PM 11 als lokal verfügbare Recyclingpapierquelle (UPM Kymmene 2007).
- C4 Die gesamte Druckauflage auf durchschnittlich 71% Recyclingpapier entsprechend dem Benchmark nach Daten aus Ecoinvent (v. 2.01)

Neben den direkten Papierrohstoffemissionen verändern sich damit auch die Äquivalenzprozesse und die Transportemissionen. Bei der direkten Bilanzierung von Frischfaser- und Recyclingpapieren ergeben sich durch die Nutzung von Recyclingpapieren in der Papierherstellung unterschiedliche Treibhausgasemissionen.

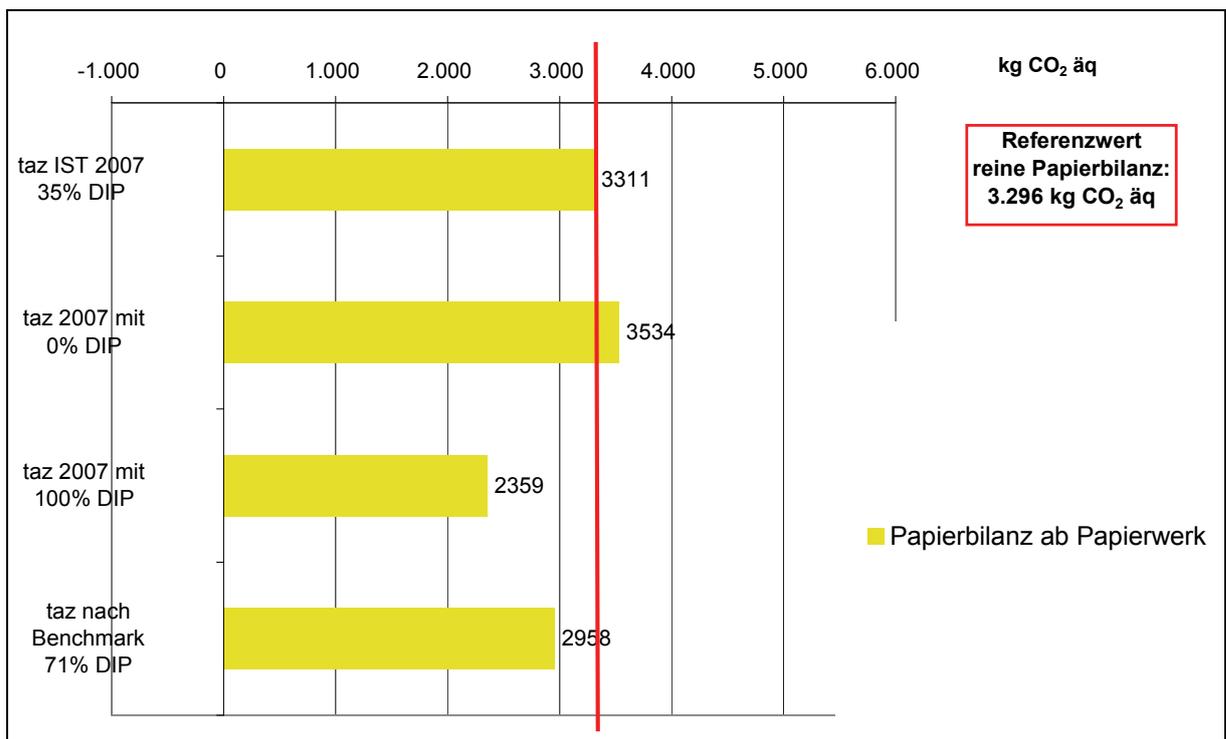


Abbildung 29 Vergleich der Papierbilanz ab Werk unter Berücksichtigung verschiedener Altpapieranteile und bei Abschneidung der Vorkette Wald

Eine Umstellung auf 100% DIP gegenüber dem Ist-Zustand von 35% DIP würde ca. 874 Tonnen CO₂-äq einsparen. Dies würde eine Minderung der Treibhausgasemissionen um

15% bedeuten. Eine Umstellung auf den Referenzwert von 71% DIP würde Einsparungen von 299 Tonnen ergeben. Eine Umstellung auf 100% Frischfaserpapier würde 180 Tonnen mehr CO₂-Äquivalente bedeuten (vgl. Abbildung 29).

Durch die Erweiterung der Systemgrenzen und die Berücksichtigung der nachwachsenden Rohstoffquelle – Wald – verstärken sich die Effekte aus dem Einsatz von Altpapieren. So ergibt sich für die taz bei vollständiger Umstellung auf Altpapier eine Einsparung von 2.757 Tonnen CO₂-Äq; dies würde eine Treibhausgasminderung der Gesamtemissionen um fast 50% bedeuten. Eine Umstellung auf das Referenzpapier mit 71% DIP ergibt immerhin noch eine Einsparung von 1.340 Tonnen, d. h. eine Reduktion von über 20%. Eine Umstellung auf 100% Frischfaserpapier würde hingegen die Treibhausgasemissionen um 1.201 Tonnen erhöhen, d. h. eine Steigerung um 20% (Abbildung 30).

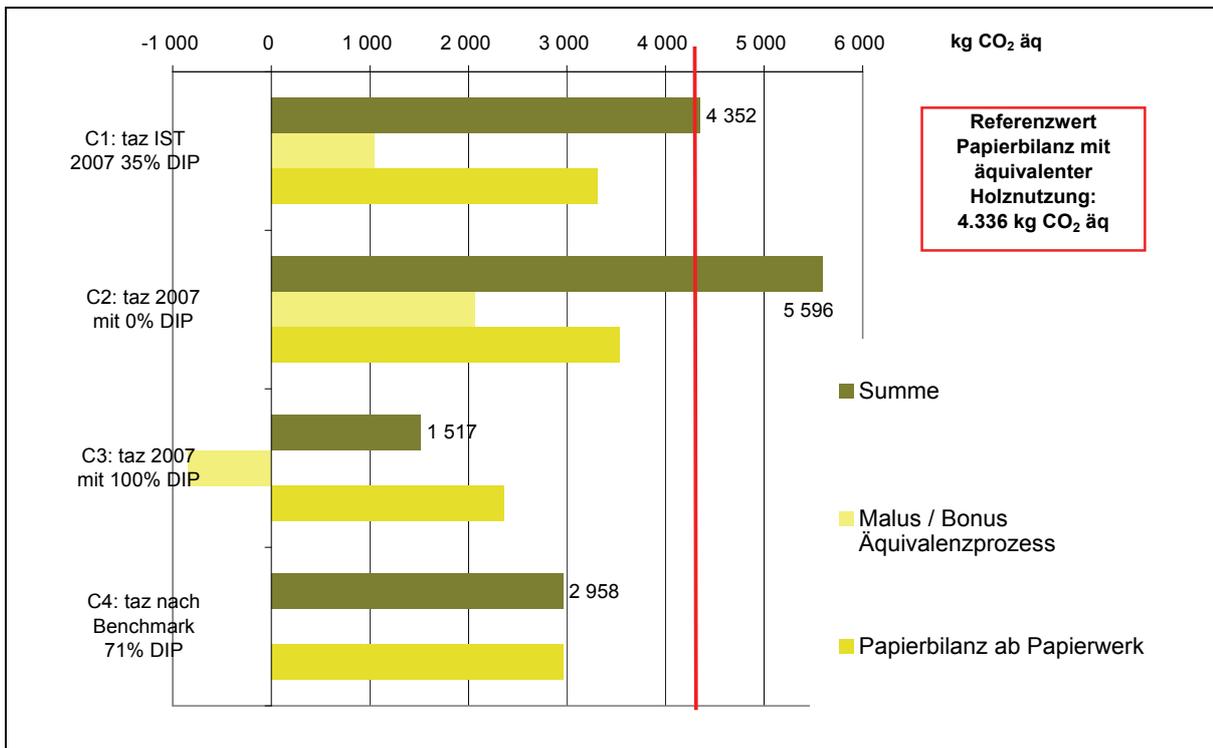


Abbildung 30 Bilanzierung der Papierszenarien ab Werk unter Berücksichtigung der Äquivalentnutzung von geschontem Waldholz

8.6 Interpretation der Ergebnisse

8.6.1 Diskussion der Bilanzierung von Papierprodukten

Die Bilanz der Papierstoffflüsse des Altpapiers in Druckerzeugnissen hat einen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse der taz – wie auch jedes anderen Druckerzeugnisses. Die Systemgrenzendefinition zur Integration der Nutzung von geschonten Holzrohstoffen ist eine neue Herangehensweise an Kohlenstoffbilanzen von Produkten, die nachwachsende Rohstoffe einsetzen und die die Möglichkeit eines geschlossenen stofflichen Recyclings bieten. Das Öko-Institut e.V. ist der Auffassung, dass mit der dargestellten Bilanz ein realistisches Bild der tatsächlichen Treibhausgasemissionen einer Zeitung erstellt wurde. Die Begründung für diese Herangehensweise stützt sich im Wesentlichen auf die folgenden Punkte:

- Biogene Ressourcen wie Holz unterliegen in Europa einem Nutzungsdruck. Das heißt, wenn sie stofflich eingespart werden können, werden sie voraussichtlich anderweitig genutzt, beispielsweise energetisch.
- Ein Produkt, das Rezyklate aus eigenen Abfällen qualitativ hochwertig einsetzen kann (closed-loop), beeinflusst direkt durch den tatsächlichen Einsatz von Rezyklaten den Entsorgungsmarkt. Das heißt, die Gutschriften aus der stofflichen Abfallbehandlung (des Produktes) können nur in dem Maße dem Produkt zugeschrieben werden, in dem tatsächlich auch das Rezyklat eingesetzt wird.

Die durch die Erweiterung der Systemgrenze bilanzierten Druckpapiere ergeben ein realistisches Bild der Treibhausgasemissionen und auch der Einsparpotenziale durch Recyclingpapiereinsatz, weil heute de facto verfügbare Holzrohstoffe energetisch genutzt werden. Gegenüber dem üblichen methodischen Ansatz treten die Differenzen zwischen Frischfaser- und Recyclingfasernutzung wesentlich deutlicher zutage.

Aus den oben angestellten Überlegungen ergeben sich wesentliche Konsequenzen für die Bezugsquellen von Papier, die auf alle Printmedien anwendbar sind. Der Wechsel von 35% Altpapieranteil auf 100% Altpapieranteil ergibt eine Minderung der Treibhausgasemissionen in der Papierherstellung um 68%. Deutlich wird die Relevanz des methodischen Ansatzes auch, wenn man den Wechsel von 100% Recyclingpapieren zu 100% Frischfaserpapieren betrachtet. Dies würde fast eine Verdreifachung der Treibhausgasemissionen in der Papierherstellung bedeuten. Tabelle 30 listet die prozentualen Veränderungen im Bereich der Papierproduktion bei Wechsel der Papierrohstoffe mit unterschiedlichen Altpapieranteilen auf. Eine Berücksichtigung dieser Ergebnisse bei zukünftigen Entscheidungen von Verlagen und Printmedien wäre zu begrüßen.

Tabelle 30 Prozentuale Veränderungen der Treibhausgasemissionen der Papierherstellung bei Wechsel der Papierquellen zwischen verschiedenen Recyclinganteilen

Wechseln zu Anteil DIP	0% DIP	35% DIP	71% DIP	100% DIP
Von Anteil DIP	[t] CO ₂ äq	[t] CO ₂ äq	[t] CO ₂ äq DIP	[t] CO ₂ äq
0% DIP	0%	-23%	-48%	-75%
35% DIP	29%	0%	-33%	-68%
71% DIP	93%	49%	0%	-52%
100% DIP	298%	208%	107%	0%

Rot = Einsparungen

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass unter den herrschenden europäischen Verhältnissen die Nutzung von möglichst viel Recyclingpapier als Rohstoff im Zeitungsdruck eine weitreichende Treibhausgasemissionssenkung ermöglichen würde. Jede zusätzliche Nutzung von Recyclingpapieren schont nachwachsende Rohstoffe, auf denen ein hoher Nutzungsdruck lastet. Diese Schonung nachwachsender Rohstoffe kann dazu beitragen, dass europäische Ziele zum Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen bei der Energiegewinnung, und damit auch Treibhausgasreduktionsziele, besser erreicht werden können. Dies sollte in allen Systemen, die auf Papier und Pappe als Rohstoffe zurückgreifen, wie auch in allen anderen Produktsystemen die auf nachwachsende Rohstoffe zurückgreifen, berücksichtigt werden.

8.6.2 Sensitivitätsüberlegungen

Äquivalenznutzungen und Schonung des Waldes

Das Projekt zeigt, dass die Anwendung von nationalen Strommix-Werten zu deutlichen Unterschieden in den Ergebnissen führen kann. Die Treibhausgas-Gutschriften würden geringer ausfallen, wenn man statt der ersetzten fossilen Energieträger den durchschnittlichen deutschen Strommix zugrunde legen würde. Würde man eine energetische Nutzung der (geschonten) Holzrohstoffe in Schweden unterstellen, fielen die Treibhausgasgutschriften und -emissionen der Holzäquivalentnutzung nochmals geringer aus. Der Schwedische Strommix weist Anteile von ca. 46% Wasserkraft, 46% Kernkraft und nur 5,3% fossile Energieträger auf (GEMIS 4.5); dadurch emittiert er deutlich weniger Treibhausgase als der deutsche Strommix. Ob freiwerdende Biomasserohstoffe die fossilen Energieträger ersetzen würden oder ob diese für die Produktion von zusätzlichem Strom zum Export benutzt würden, ist unklar. Eine zusätzliche energetische Nutzung des Holzes in Schweden mit anschließendem Export des Stroms nach Deutschland ist durchaus denkbar. Falls Strommixe zur Anwendung kommen, sind andere, regionale (z. B. Nord-Europa) oder europäische Strommixe aufgrund der vernetzten Strommärkte unter Umständen besser geeignet, die Lasten und Gutschriften zu berechnen als nationale Strommixe.

Bei der Strommix-Betrachtung wird jedoch auch deutlich, dass die ausschließliche Ausweisung von Treibhausgasen keine umfassende ökologische Bewertung zulässt. Insbeson-

dere im Fall von Kernenergienutzung wird klar, dass die Beschränkung auf die Klimawirkung nicht ausreichend ist, da Sicherheits-, Ressourcen- und Abfallfragen gänzlich außen vor bleiben.

Wenn zusätzliche Systeme der Energiegewinnung mit in die Bilanz einbezogen werden, ist ferner zu diskutieren, wer zu welchen Anteilen Anspruch auf die Effekte der Äquivalenznutzung erheben kann. Die Effekte der Nutzung der nachwachsenden Rohstoffe können in dem angenommenen Fall von beiden, der Zeitung und der Energiewirtschaft, beansprucht werden. Rechnerisch könnten die Effekte durchaus zu jeweils 50% oder in anderer prozentualer Verteilung den Systemen zugeteilt werden. Je nach Fragestellung ist es auch zulässig, dass beide Systeme die Effekte ausweisen. PCFs lassen Doppelzählungen von Emissionen prinzipiell zu. Wenn andere Fragen, wie beispielsweise Fragen des Emissionshandels, berührt sind, müssen die Sektoren je nach ihrer Rolle im Emissionshandel berücksichtigt werden.

Forschungsbedarf besteht zudem für geschonte nachwachsende Rohstoffe, die keiner Alternativnutzung zugeführt werden. Das Nichtnutzen, d. h. Stehenlassen von Waldholz, wird mehr CO₂ binden, auch wenn sich der Wald zuvor in einer mengen-nachhaltigen Nutzung befand. Über die genauen Mengen von zusätzlich gespeichertem CO₂ bei „stehengelassenem Wald“ gibt es jedoch keine verlässlichen Daten.

Verzerrung der Ergebnisse bei Außerachtlassen von Äquivalenzprozessen

Das Außerachtlassen von Äquivalenzprozessen führt zu nicht sachgerechten Ergebnissen, die weder den umweltpolitischen Zielen noch den Logiken der Stoffflüsse gerecht werden.

Der Treibhausgasvorteil der direkten Emissionen aus der Herstellung von Recyclingpapieren gegenüber Frischfaserpapieren hat sich durch die Nutzung von biogenen (potenziell CO₂-neutralen) Rohstoff- und Energiequellen bei Frischfaserpapieren minimiert oder sogar umgekehrt. Bei Recyclingpapieren besteht technisch nicht die Möglichkeit, aus dem internen Stoffstrom genügend potenziell CO₂-neutrale Energien zu beziehen. Dadurch resultieren nach herkömmlicher Bilanzierungsmethode zum Teil nicht sachgerechte Ergebnisse. Beispielsweise kann nach der bisher üblichen Methodik die Produktion einer Zeitung aus Recyclingpapieren mit anschließender Verbrennung der Abfälle die günstigste Variante aus Sicht der Treibhausgasemissionen darstellen. Die Frage der Herkunft der Recyclingpapiere bleibt dabei aber vollständig unbeantwortet. Es wird unterstellt, dass der Entzug der Abfall-Altpapiere sich nicht auf die Verfügbarkeit von Recyclingpapieren auswirken würde.

Abbildung 31 veranschaulicht vier verschiedene Optionen der PCF-Bilanzierung, jeweils anhand der Stoffströme der taz mit einem Fokus auf stofflichem Recycling und der Verbrennung der Abfälle; einmal unter Berücksichtigung der Äquivalenzeffekte und einmal nach herkömmlicher Bilanzierungsmethode. Hieraus wird zum einen deutlich, dass nach herkömmlicher Bilanzierungsmethode die Verbrennung der Abfälle dem stofflichen Recycling

vorzuziehen wäre, und dies unabhängig von der Höhe des Recyclingpapieranteils im Zeitungspapier (orange und braune Linien).

Vergleicht man die Ergebnisse mit dem in dieser Studie verwendeten Ansatz, der die Äquivalenzprozesse berücksichtigt und einen Benchmark von 71% DIP zugrunde legt, dann ist die Verbrennung von Altzeitungen ohne Berücksichtigung der Äquivalenzprozesse in fast allen Fällen deutlich besser, ausgenommen bei einem Recyclingpapieranteil von 100%. Der Vergleich wäre allerdings nicht zulässig, da einer Berücksichtigung dynamischer Prozesse auf der Produktseite mit einer statischen Berechnung bei der Abfallbehandlung kombiniert würde. Der Zeitung mit stofflichem Recycling werden, entsprechend den Anteilen DIP, Bonusse und Malusse zugeordnet, während das Verbrennen der Abfälle so gerechnet wird, als hätte es keinen Einfluss auf den biogenen Rohstoffmarkt. De facto würden aber nachwachsende Rohstoffe endgültig dem System entzogen.

Alternativ können dem System „Verbrennung der Abfälle“ auch Äquivalenzeffekte hinzuaddiert werden. Hier käme die Logik zum Tragen, dass durch das Verbrennen der Abfälle der Altpapiermarkt nachhaltig gestört wäre und Altpapiere wiederum aus anderen (nicht potenziell internen) Quellen bezogen werden müssten. Allen Zeitungen müssten dann die Malusse, die sich aus 0% DIP ergeben, zugerechnet werden, wobei die Höhe des Recyclingpapieranteils keine Rolle spielt. Der potenziell 71%ige stoffliche Rücklauf wäre unterbrochen und damit nicht anrechenbar (hellgrüne Kurve).

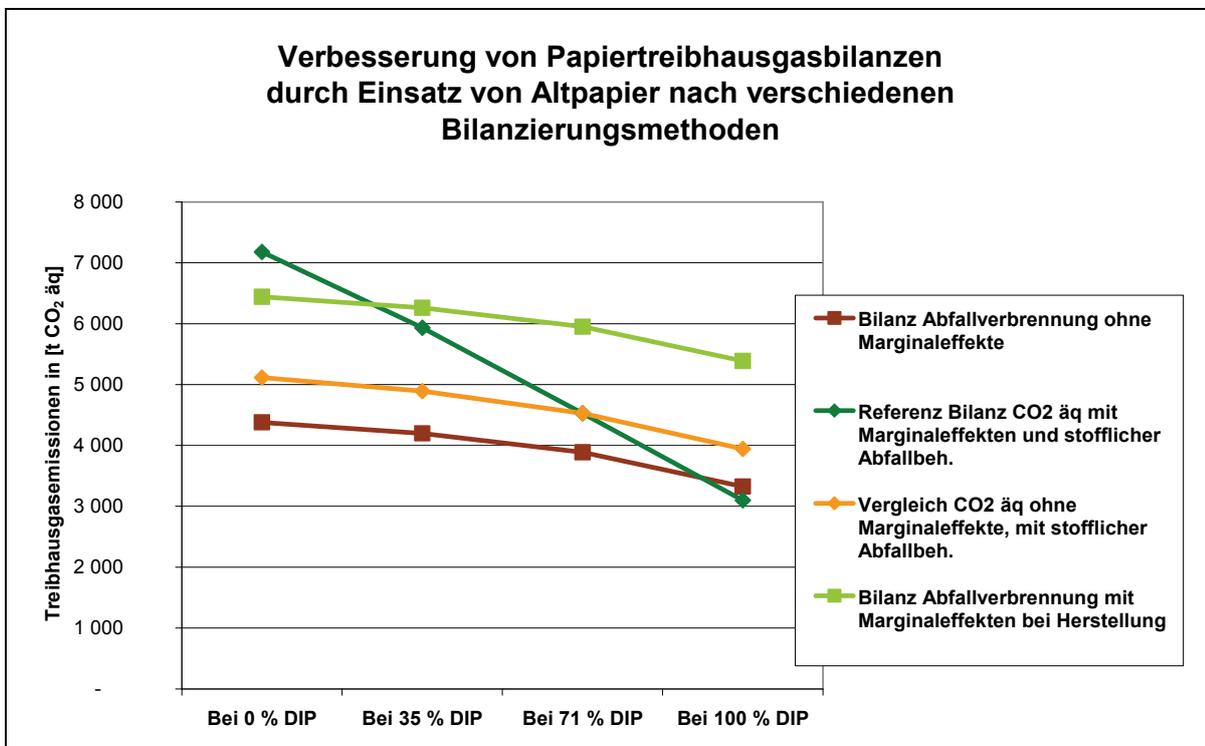


Abbildung 31 Prozentuale Verbesserung von Treibhausgasbilanzen der Papierherstellung unter Berücksichtigung verschiedener Bilanzierungsmethoden

Die dunkelgrüne Kurve stellt die hier vorgestellte Bilanzierung dar. Die Rechnung, die die Äquivalenzprozesse einschließt, belegt, dass sich stoffliches Recycling und der Einsatz von Recyclingpapieren positiv auf die Gesamtrechnung auswirken. Bei Recyclingpapieranteilen unter ca. 30% kann allerdings das Verbrennen der Abfälle ein besseres Treibhausgasergebnis liefern. Die Vorteile von Recyclingpapiereinsatz nehmen danach stark und deutlich zu. Bei 100% DIP sind die Treibhausgasbelastungen gegenüber der Option der Abfallverbrennung fast halbiert.

Insbesondere bei Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen besteht erheblicher methodischer Klärungsbedarf.

Abfallbehandlung und Allokationsregeln im Abfallregime – Szenarien B2–B4

Beim Abfallzyklus der taz sind die geringen positiven Effekte auffällig und in den kleinen direkten Unterschieden zwischen der Papierherstellung auf Frischfaserbasis und auf Altpapierbasis begründet. Die Papierherstellung aus Frischfasern schneidet mit 3.111 t CO₂-Äq nur etwas schlechter ab als der Mix aus 35% Recyclingpapier und 65% Frischfaserpapier mit 2.913 t CO₂-Äq. Dementsprechend gering fallen die Gutschriften aus der stofflichen Abfallverwertung ins Gewicht. Ob diese Gutschriften dann der Entsorgungswirtschaft, der Zeitung oder in einer Prozentverteilung zugeordnet werden, spielt für das Gesamtergebnis keine Rolle. Abbildung 32 verdeutlicht den nur geringen Einfluss der Abfallbehandlung und Gutschriftbehandlung auf das Gesamtergebnis. Auffällig ist jedoch, dass die energetische Nutzung der Abfallpapiere stärker positiv zu Buche schlägt als das stoffliche Recycling.

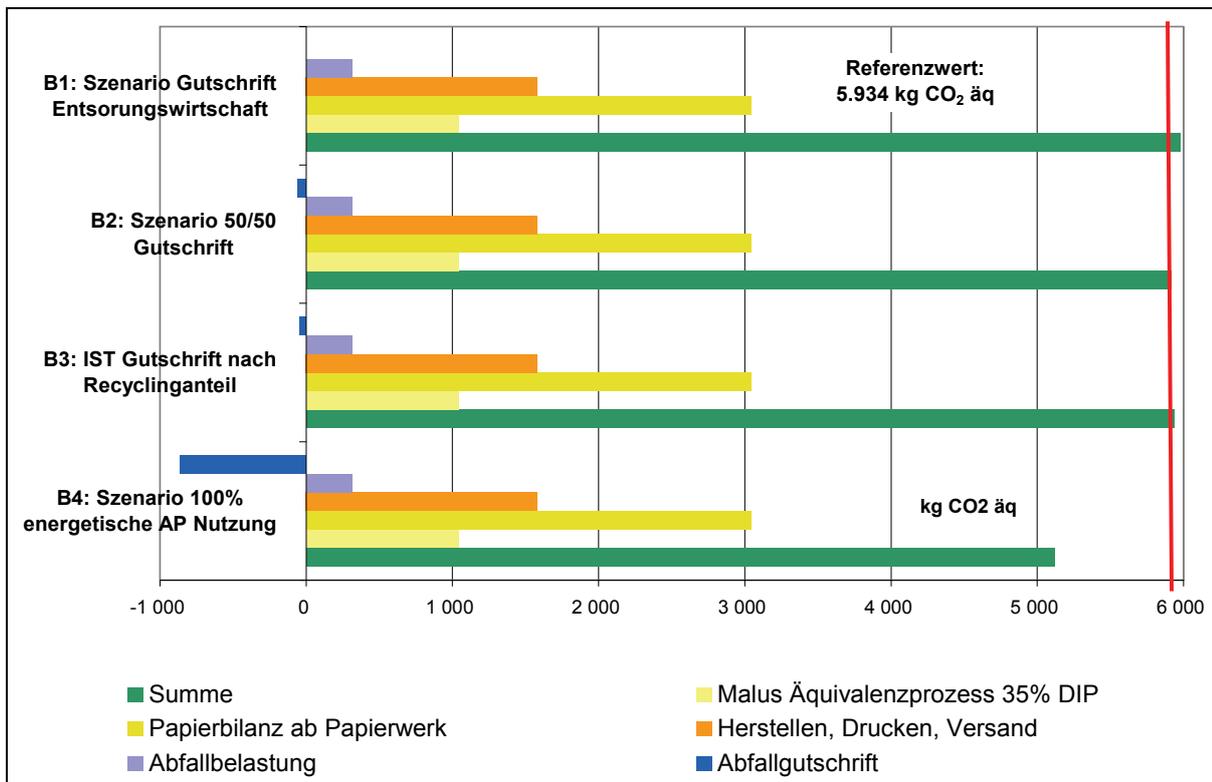


Abbildung 32 Szenarien unterschiedlichen Umgangs mit den Abfallströmen

Abbildung 32 verdeutlicht auch, dass rein von der Abfallseite her die energetische Nutzung der Zeitungsabfälle zu den größten Treibhausgas-Reduktionen führt. Eine Schlussfolgerung, der Verbrennung von Papierabfällen den Vorzug vor einem stofflichen Recycling zu geben, wäre aber fatal, da dann der Nutzungsdruck auf Holzrohstoffe weiter verstärkt und eine Äquivalenznutzung geschonter Rohstoffe nicht möglich wäre.

Die Frage der Allokation von Effekten im Recyclingbereich sollte methodisch weiter diskutiert werden. In Ökobilanzen ist es üblich, eine 50:50%-Verteilung der Lasten und Nutzen aus der Abfallbehandlung zu jeweils dem Produkt und Entsorgungswirtschaft vorzunehmen. Im Fall der taz wurden die Effekte entsprechend dem Recyclingpapieranteil von 35% der taz zugeschrieben (Szenario B1, Abbildung 32). Allerdings wurde der Zeitung ein positiver Effekt bereits für den Einsatz der 35% Recyclingpapiere gewährt, und zwar sowohl direkte Effekte (niedrigerer Energieverbrauch bei Herstellung) als auch Äquivalenzeffekte aus der Schonung der Ressourcen. Folglich kann die Berücksichtigung der stofflichen Nutzung der Abfälle zu einer doppelten Zählung führen, die lediglich auf den recyclingfreundlichen Eigenschaften des Abfalls beruhen. Weitere Szenarien übertragen deswegen die Gutschrift zu 100% der Entsorgungswirtschaft (B2) und zu 100% dem Produkt.

Bei der stofflichen Abfallnutzung ist eine Doppelzählung zu vermeiden. Zur Doppelzählung kann es kommen, wenn Gutschriften sowohl für den Einsatz von Recyclingpapieren (auf der Produktseite) als auch für die Post-Consumer-Recyclingkreisläufe (auf der Entsorgerseite)

gegeben werden. Da es sich bei dem Papierkreislauf und einer Zeitung um ein potenziell geschlossenes System handelt, sind die Abfallströme unter Umständen abweichend von anderen Systemen zu bilanzieren.

Es wäre zu diskutieren, ob in Zukunft die Allokationsregeln im Abfallbereich abhängig vom Produkt gewählt werden sollten. Im Falle von rezyklierbaren Rohstoffen, bei denen das Sammeln und der Rücklauf der Engpass ist, könnten dem Produkt, das zu Abfall wird, sowie dem Garantieren eines Rücklaufs in das stoffliche Recycling mehr Gutschriften gegeben werden. Bei Produkten, bei denen die Engstelle eines stofflichen Recyclings auf hohem Niveau bei den Anwendern von Recyclingmaterialien in Neuprodukten liegt (wie bei der Zeitung), könnte argumentiert werden, die Gutschriften aus dem Abfallbereich vollständig der Entsorgungswirtschaft zuzuschreiben und das Produkt nur über den Rezyklatanteil zu bewerten.

8.6.3 Diskussion der Ergebnisse bei Herstellung, Druck und Versand

Im Standardszenario tragen die Bereiche Herstellung, Druck und Versand zu etwa 30% zu der Gesamtbelastung bei. Erwartungsgemäß steigt dieser Anteil mit steigendem Einsatz von Recyclingfasern bei der Papierproduktion, bzw. sinkt der Anteil mit sinkendem Einsatz. Würden 100% Recyclingfasern verwendet, läge der Anteil der Bereiche Herstellung, Druck und Versand bei ca. 45%, bei aber insgesamt deutlich verminderten Emissionen (vgl. Abbildung 33).

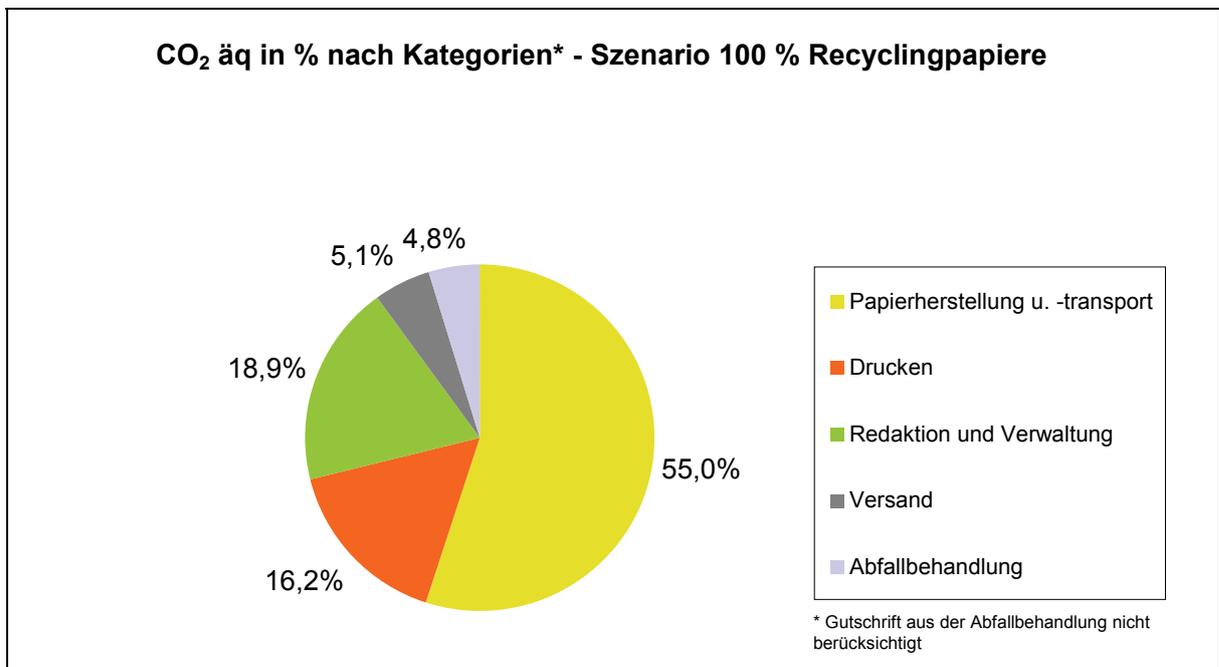


Abbildung 33 Anteile der Produktionsbereiche bei 100% Recyclingpapiereinsatz

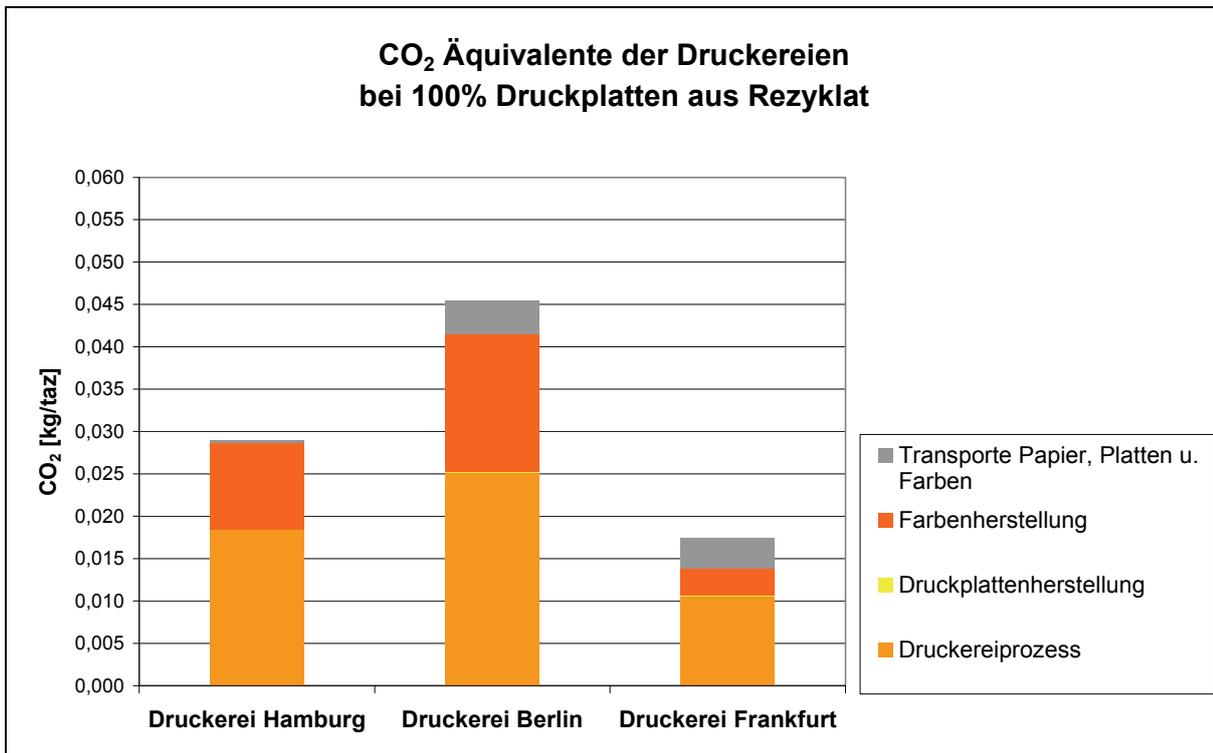


Abbildung 34 Anteile der Produktionsbereiche bei 100% Recyclingpapiereinsatz

Unter der Annahme, dass die Druckplatten mit frischem Aluminium hergestellt werden, sind über den Wechsel zu Druckplatten aus Sekundäraluminium Einsparungen möglich (vgl. Abbildung 34). Eine genaue Information der Herstellung der Druckplatten lag jedoch nicht vor.

Im Bereich der Druckereien wären detaillierte Untersuchungen notwendig, um Potenziale der Treibhausgaseinsparungen genau zu ermitteln. Zum einen bedingen Unterschiede in den Druckerzeugnissen (Anteil farbige Seiten, Seitenanzahl etc.) die Abweichungen in der Performance der Druckereien. Hier sind exemplarisch die Menge von Makulatur zur Druckmenge und die Anzahl der Druckplatten genannt. Zum anderen zeigte sich, dass die genaue Ermittlung des Energieverbrauchs und die Zuordnung zu bestimmten Druckerzeugnissen schwierig sind.

8.7 Berücksichtigung anderer Umweltwirkungen

In dem vorliegenden Bericht wurde explizit nicht auf andere Umweltwirkungen außer auf die Treibhausgaswirkungen eingegangen. Diese Beschränkung ist unter Umständen problematisch, wenn durch Prozesse Effekte auf andere Umweltmedien zu erwarten sind. Eine solche Beschränkung kann sogar zur Verlagerung von Umwelteffekten führen, wenn beispielsweise energieeffiziente Verfahren eingeführt werden, die aber negative Umweltfolgen in anderen Kategorien nach sich ziehen.

Die Untersuchung anderer Umweltparameter, wie bei Ökobilanzen üblich, übersteigt den Rahmen der vorliegenden Arbeit. An dieser Stelle soll aber auf eine dänische Arbeit verwiesen werden (Larsen et al. 2006), die im Rahmen der "Europäischen Blume" zum „Ecolabelling“ erstellt wurde. Die Ergebnisse zeigen zum einen, dass die Papierressourcen den höchsten Anteil an Umwelteffekten haben, es sei denn chemisch-toxische Parameter werden umfangreicher integriert. In diesem Falle hat der Bereich Drucken einen höheren Anteil als der Bereich Papier (vgl. Abbildung 35). Die Rangfolge ist immer eine Frage der unterschiedlichen Wertungen und Gewichtungen. Zum anderen zeigt das aber auch, dass das Hinzuziehen von anderen Umwelteffekten durchaus die Ergebnisse verschieben kann.

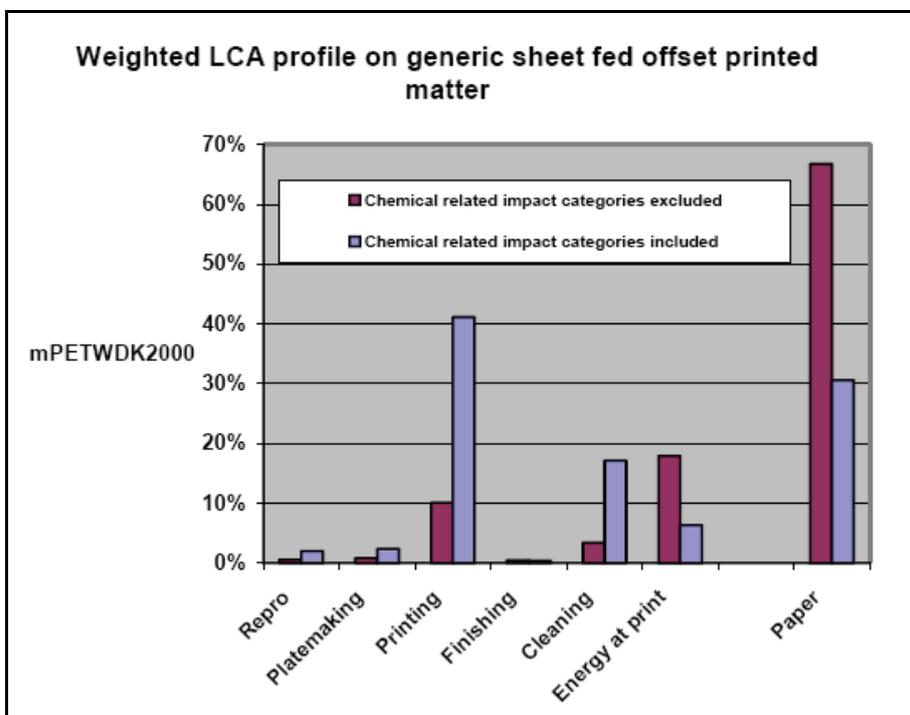


Abbildung 35 Verschiebung der Ergebnisse einer Ökobilanz von Druckmedien nach Vertiefung von chemisch-toxischen Parametern (Larsen et al. 2006)

8.8 Vergleichsgröße Onlinelesen einer Zeitung

Die Präsenz im Internet gehört heute bei fast allen Zeitungen zu einem Standardservice. Die tageszeitung steht dem in keiner Weise nach. Eine Frage, die vermehrt gestellt wird, ist die nach einem Treibhausgasvergleich zwischen einer Papier-taz und einer online gelesenen taz.

Zunächst soll einschränkend gesagt werden, dass die Datenlage bezüglich der Berechnung von Internetnutzungen dünn ist. Prinzipiell spielen bei der Internetnutzung viele potenzielle Quellen eine Rolle. Hierzu gehören beispielsweise die Herstellung und der Transport der

Computer, Bildschirme etc., die Herstellung der Netzinfrastruktur und die lokale bzw. nationale Energieversorgung. Ergebnisse hängen von Annahmen über Lebensdauer von Computern ebenso ab wie von Allokationsannahmen in Bezug auf die Nutzung zum Onlinelesen im Vergleich zu anderen Parallelnutzungen, wie bspw. das Empfangen und Senden von E-Mails.

Eine schwedische Studie hat zum Onlinelesen einer Zeitung Daten veröffentlicht (Moberg et al. 2007), die hier zum Vergleich herangezogen werden sollen. Die Daten beziehen sich auf Europa, insbesondere die Daten zur Energiebereitstellung. Die Netzinfrastruktur wurde allerdings nicht berücksichtigt. Ein direkter Vergleich mit der Bilanz der taz ist zwar mit vielen Fehlern behaftet, beide Kenngrößen werden aber trotzdem gegenübergestellt, um zumindest einen Anhaltspunkt zum Vergleich zwischen Onlinelesen und Lesen einer Papierzeitung zu vermitteln.

In Zahlen ausgedrückt sind die Treibhausgasbelastungen beim Onlinelesen ab ca. 19,5 Minuten pro Tag (ohne Berücksichtigung von Holzäquivalentnutzung 16 Minuten) größer als die einer Papierzeitung. Dieser Aussage liegt ein tägliches Lesen online oder das Lesen eines gedruckten taz-Exemplars zugrunde. Der größte Teil der Treibhausgase aus der Onlinenutzung entsteht durch den Stromverbrauch beim Lesen. Kleinere Emissionen stammen aus der anteiligen Produktion des Computers und des Bildschirms (Abbildung 36). Eine abschließende Aussage lässt sich aufgrund der mangelnden Daten nicht treffen.

Neben den Treibhausgaseffekten sind auch noch andere Umwelteffekte zu beachten. Eine genaue Untersuchung würde jedoch den Rahmen dieser Untersuchung sprengen. Des Weiteren haben beide Systeme unterschiedliche sozial-gesellschaftliche Auswirkungen, beispielsweise die Anzahl von Arbeitsplätzen, die an diesen hängen.

Wesentlich ist, dass auch das Onlinelesen nicht ohne Umwelteffekte auskommt. Weiter kann man schlussfolgern, dass das Onlinelesen und das zusätzliche Ausdrucken von einzelnen Artikeln aus Umweltsicht noch schlechter sind.

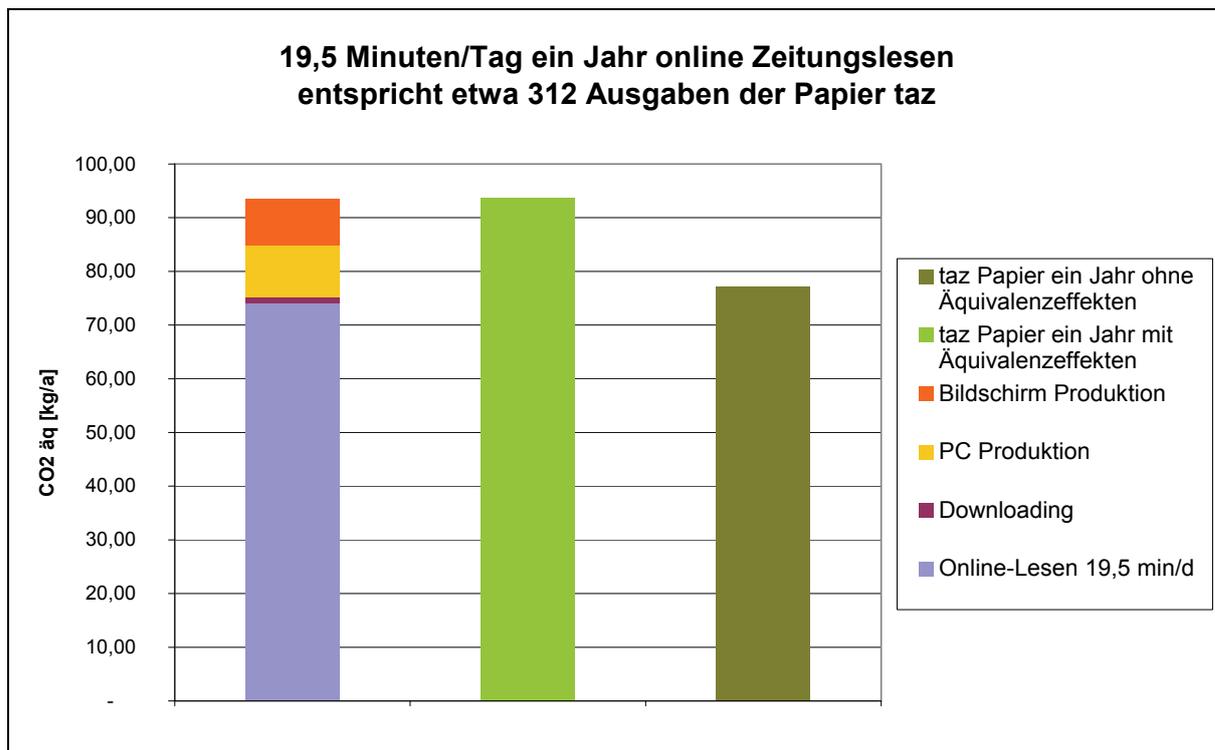


Abbildung 36 Vergleich von Papier-taz mit dem Onlinelesen nach Moberg et al. (2007)

8.9 Zusammenfassung der Minderungsmöglichkeiten

Die höchsten Klimabelastungen und auch die größten Minderungspotenziale der taz hängen mit dem **Anteil der eingesetzten Recyclingpapiere** zusammen. Über 2/3 der gesamten Treibhausgasemissionen sind mit dem Papierverbrauch verbunden sind. Bei Wechsel auf 71% Recyclingpapieranteil wären Treibhausgasemissions-Einsparungen von 1.340 Tonnen oder etwa 20% Emissionsminderung möglich. Bei Einsatz von 100% Recyclingpapier bis zu 2.750 Tonnen, eine Gesamtreduktion um über 40%.

Weitere Minderungsoptionen, auf geringerem Niveau, sowie Empfehlungen wurden in folgenden Bereichen identifiziert:

Bereich Druck:

- Genauere Erfassung der Verbrauchsdaten.
- Drucknaher Einkauf von Papierressourcen.
- Minimierung von farbigen Seiten.
- Einsatz von Recycling-Aluminium für die Druckplatten.
- Prüfung dezentraler Energiebereitstellung.

Bereich Redaktion:

- Genauere Erfassung von Verbrauchsdaten; Durchführung einer Energieberatung.
- Prüfung dezentraler Energiebereitstellung.

Bereich Transporte:

- Keine grundlegenden Verbesserungen im Versand möglich.
- Optionen der Konsolidierung von Fracht in Ballungszentren, bspw. Ruhrgebiet, prüfen.
- Weitere Förderung der Benutzung des Fahrrads und des ÖPNVs von MitarbeiterInnen.

8.10 Zusammenfassung der Teilstudie „Product Carbon Footprint der tageszeitung (taz)“

„Das Öko-Institut hat im Rahmen des Projekts PROSA ProKlima einen Product Carbon Footprint (PCF) der Tageszeitung „die tageszeitung“ (taz)“ erstellt. Ziel der Studie ist es, neben der Bilanzierung der Treibhausgasemissionen zur Herstellung der taz, möglichen Optimierungsmaßnahmen auch den Kenntnisstand zu methodischen Ansätzen von Produkt-Treibhausgasbilanzen und Produkt-Ökobilanzen zu verbessern.

Die Gesamtemissionen der taz belaufen sich auf 5.502 Tonnen CO₂, beziehungsweise 5.934 Tonnen CO₂-Äquivalente (CO₂-Äq). Datengrundlage der Untersuchung, die bereits 2008 begann, ist das Jahr 2007. Der PCF der taz ist eine Untersuchung über den gesamten Lebenszyklus, von den Rohstoffen bis zur Abfallbehandlung. Bezogen auf ein verkaufte Exemplar der taz ergeben sich ca. 300 Gramm CO₂-Äq.

Ausgehend von etablierten Ökobilanzmethoden wurde für die Berechnung des PCF ein neuer methodischer Ansatz für die Bilanzierung von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen entwickelt. In Anbetracht der europäischen Situation am Markt für nachwachsende Rohstoffe wurden Äquivalenzprozesse einer alternativen Nutzung von geschonten nachwachsenden Rohstoffen (in dieser Studie: geschontes Waldholz) berücksichtigt. Hierbei wurde davon ausgegangen, dass in Europa ein Nutzungsdruck auf nachwachsende Rohstoffe besteht und freie Ressourcen zum Erreichen von Klimazielen energetisch genutzt werden. Das Einbeziehen der Äquivalenzprozesse für die Nutzung nachwachsender Rohstoffe spiegelt eine angemessene Systemgrenze wider. Hierzu wurde ein Benchmark zum Standard-Recyclingpapieranteil in Zeitungen entwickelt.

Der zugrunde gelegte Benchmark-Wert eines technisch und logistisch möglichen Recyclingpapieranteils liegt auf Basis der Stoffflüsse bei 71%. Eine Zeitung, die weniger Recyclingpapiere einsetzt, wird mit einem Malus belegt, eine Zeitung, die mehr Recyclingpapiere einsetzt, mit einem Bonus.

Die taz setzte im Jahr 2007 insgesamt 35% Druckpapiere auf Recyclingpapierbasis ein. Nicht zuletzt deswegen trägt der Bereich der Papierherstellung mit knapp 70% am stärksten zu den Treibhausgasemissionen bei. Etwa 17,5% der Emissionen sind auf den Malus durch

die Verhinderung einer alternativen Nutzung der Holzrohstoffe zurückzuführen. Eine Erhöhung des Recyclingpapieranteils von 35% auf 100% würde die papierseitigen Emissionen halbieren. In den Jahren 2008 und 2009 hat daraufhin die taz den Recyclingpapieranteil der Hamburger und Frankfurter Druckereien bereits erhöht.

Die Bereiche Druck und Redaktion, zu denen die Emissionen des Redaktionshauses genauso gehören wie die Emissionen aus den Reisetätigkeiten der MitarbeiterInnen und KorrespondentInnen, tragen mit 10,8% und 12,5% zu den Gesamtemissionen bei. Der Versand der taz ist mit 3,4% der kleinste Bereich, gefolgt von den Aufwendungen zur Abfallbehandlung mit 4,5%. Auch hier wurde methodisch von herkömmlichen Verfahren abgewichen; der taz wurden nur Gutschriften aus der Abfallbehandlung in Höhe des Recyclinganteils von 35% gutgeschrieben. Die Rechnung folgt der Logik, dass im Altpapiermarkt ausreichend Altpapiere zur Verfügung stehen und Engpässe einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft im Bereich der Abnehmer zu suchen sind.

Die Studie zeigt, dass die PCF-Bilanzierung von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen in komplexen Systemzusammenhängen zu sehen ist. Eine Berücksichtigung der gesellschaftlichen Ist-Situationen verlangt von einer solchen Untersuchung, wesentliche Effekte in abhängigen Systemen mit zu betrachten. Eine rein statische Betrachtung eines Systems spiegelt die Situation und somit den PCF nicht angemessen wider. Offene Fragen bestehen jedoch noch in der Definition und Abgrenzung von Äquivalenzprozessen und insbesondere in methodischen Verfahren, die eine Standardisierung von Äquivalenzprozessen bei Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen ermöglichen würden. Andernfalls ist durch die Auswahl der Äquivalenzprozesse eine gewisse Willkür gegeben.

Die Ergebnisse unter Einbeziehung der Äquivalenzprozesse stellen die taz, sowie jede Zeitung mit Recyclingpapieranteilen unter dem Benchmark von 71%, im Vergleich mit herkömmlich bilanzierten Zeitungen schlechter dar. So ergibt sich nach herkömmlicher Bilanzierungsmethode ein CO₂-Äq-Wert von 4,893 Tonnen statt der 5,934 Tonnen CO₂-Äq. Dieser Unterschied muss bei Vergleichen mit anderen Zeitungen – *die nach der herkömmlichen Methode bilanziert wurden* – berücksichtigt werden.

9 Stromsparberatung (Kooperation mit Quelle GmbH)

9.1 Einleitung

Das Arbeitspaket „Stromsparberatung“ wurde in Kooperation mit dem Handelsunternehmen Quelle durchgeführt. Quelle wollte sich als Kompetenzträger im Bereich „Stromsparen und Klimawandel“ im Markt positionieren, einen „Quelle Themendienst Energie-Effizienz und Umwelt“ etablieren und ggfs. Stromsparberatung als professionelle Dienstleistung anbieten. Im Zuge dieser Arbeiten sollten die Bedingungen und Möglichkeiten für eine Stromsparberatung im Haushalt analysiert und zum Teil erprobt werden. Wegen des Konkurses des Unternehmens Quelle im Jahr 2009 wurde der Themendienst nicht mehr umgesetzt.

9.2 Ziel des Teil-Projekts

Die inhaltlichen Ziele des Teilprojekts sind:

- Erprobung neuer Formen der Stromsparberatung von Haushalten
- Vorbereitung eines Themendienstes „Energieeffizienz und Umwelt“ – mit Fokus auf Stromsparen).

9.3 Vorgehen

Für Quelle wurden die relevante Literatur und Materialien ausgewertet, ebenso die von Quelle zu Projektbeginn bereits durchgeführte repräsentative Umfrage unter Verbrauchern zum Thema Energiesparen (Wissen, Informationskanäle, aktives Handeln). Weiter wurden eine Telefonberatungsaktion und Vor-Ort-Beratungen in Haushalten durchgeführt und ausgewertet. Für die Durchführung von Haushaltsberatungen wurde dann eine Checkliste erstellt (Vorgehen, mitzunehmendes Material, Auswertungsunterlagen) und nach den Hausbesuchen überarbeitet.

9.4 Auswertung der Verbraucherumfrage zum Thema Energiesparen

Die Studie "Energiesparen in Deutschland" wurde im Auftrag der Quelle GmbH von TNS Emnid durchgeführt. Befragt wurden 1.000 Personen ab 14 Jahren in deutschen Privathaushalten.

79 Prozent der Deutschen bezeichnen sich danach bereits selbst als Energiesparer, insbesondere beim Kauf neuer Haushaltsgeräte. Für 81 Prozent der Befragten spielt die Energieeffizienz des Geräts eine entscheidende Rolle. Fast jeder Zweite will in Zukunft noch mehr Energie sparen. Auch wenn die positiven Antworten – wie immer bei einfach strukturierten Umfragen – im Hinblick auf die Einhaltung im Alltagsleben vermutlich zu hoch ausfallen, liegt die Studie im Einklang mit vielen Erhebungen zu Stromeinspar-Potentialen

und deutlich gestiegenem Interesse zum Energieeinsparen. Interessant ist aber der hohe Grad des Unwissens zu einzelnen Einspar-Potentialen und Maßnahmen.

Mit einem „Wissenstest“ wurde das Wissen über das Energieeinsparpotential eines Kühlschranks abgefragt – 86% der Befragten konnten den Wissenstest nicht richtig beantworten. Und immerhin 40% wünschen sich einen Energie-Check vor Ort im eigenen Haushalt (vgl. Abbildung 37).

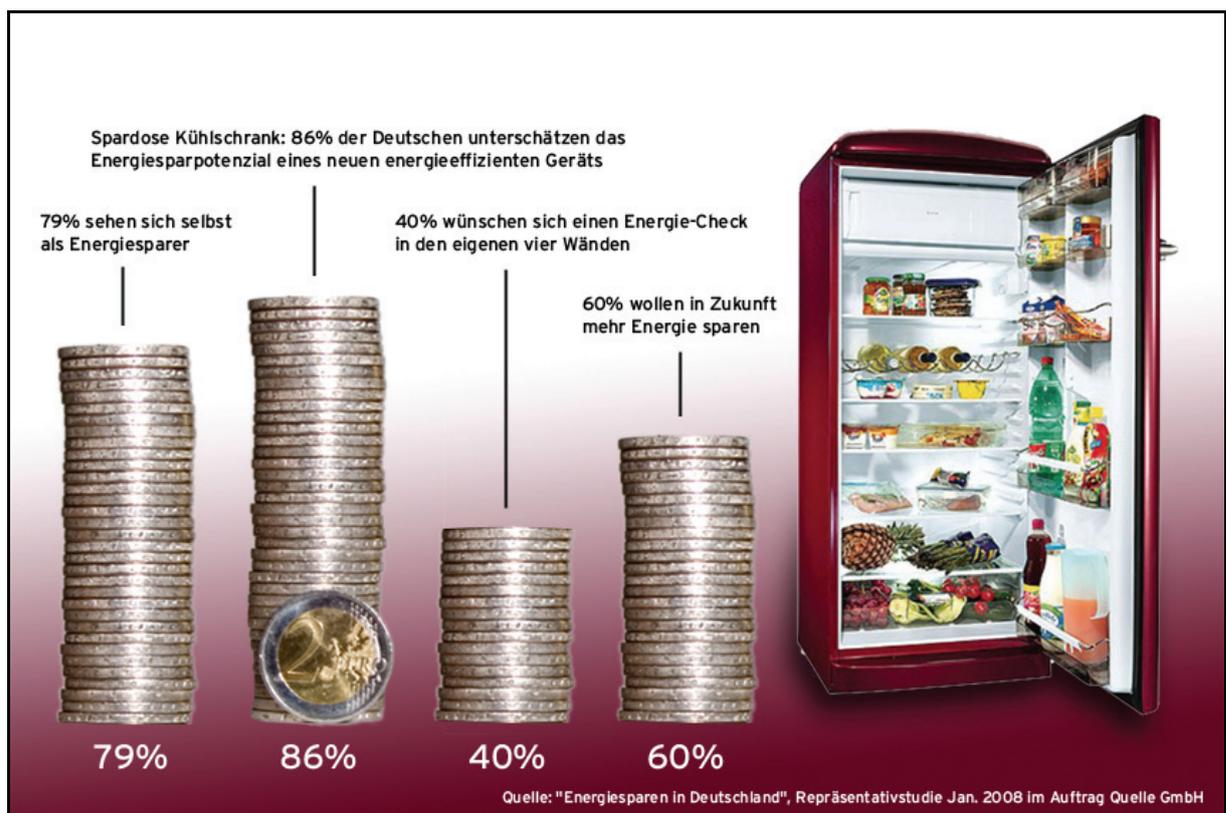


Abbildung 37 Zentrale Antworten einer Befragung zum Energiesparen

Eine vergleichbare Studie im Auftrag der Zeitschrift Chip unter 1000 Lesern der Zeitschrift Chip (deren Leser deutlich technikaffiner sein dürften als der Durchschnitt der Bevölkerung) erbrachte ähnliche Ergebnisse (Chip 2008). Als wichtigstes Motiv für das Energiesparen wurde „Geld sparen“ genannt (70% der Befragten; Mehrfachnennungen möglich), wohingegen Klimaschutz (31%) und „Entspricht meinem Lebensstil“ mit 30% deutlich weniger Priorität hatte.

Beim Kauf von Produkten wurde neben Preis und Leistung der Energieverbrauch hoch bewertet (vgl. Tabelle 31).⁵⁰

Tabelle 31 Kaufkriterien bei ausgewählten Produkten

	Computer	Flachbild-TV	Waschmaschine	Auto	Schnitt
Preis	87	75	75	82	80
Leistung	81	59	60	54	64
Energieverbrauch	58	68	90	82	75

Die Antworten zeigen indirekt, dass die Bewusstseinsbildung viele Jahre benötigt. Der Energieverbrauch der Waschmaschine wird zwar richtigerweise als relevant betrachtet, nur gibt es mittlerweile auf dem Markt fast nur noch Waschmaschinen der Klasse A und wenig Differenzierung beim Stromverbrauch, so dass das Kaufkriterium „Energieverbrauch“ bei Waschmaschinen eigentlich gar nicht so relevant sein müsste. Umgekehrt ist den Befragten offensichtlich wenig bewusst, dass der Stromverbrauch der neuen Fernseher-Generation (Flachbildschirm-Fernsehgeräte) sehr hoch ist. Auch bei weiteren Fragen zu neueren Produkten zeigte sich ein hoher Informationsbedarf, beispielsweise zu Ökostrom oder zu Energiesparlampen (siehe hier Tabelle 32)

Tabelle 32 Einschätzung des Einspareffekt von Energiesparlampen gegenüber Glühbirnen

	CHIP	Nutzung von Energiesparlampen	
	Leser gesamt	Ja	nein
BASIS	1.000	677	323
0% Einsparung	1%	0%	1%
10%	3%	2%	5%
20%	5%	4%	7%
30%	6%	5%	7%
40%	4%	3%	5%
50%	17%	15%	22%
60%	9%	10%	8%
70%	26%	27%	23%
80%	24%	27%	17%
90%	5%	6%	4%
100%	1%	1%	0%
Mittelwert	61%	64%	56%

⁵⁰ gefragt wurde zu den Produkten Auto, Computer, Flachbildschirmfernseher und Waschmaschine: Welche der folgenden Kriterien sind Ihnen beim Kauf wichtig?; 9 Kriterien und „Ich weiß nicht“ konnten angekreuzt werden, Mehrfachnennungen möglich.

9.5 Telefonberatungs-Aktion

In Zusammenarbeit mit Quelle und 15 Zeitungen, Zeitschriften und Anzeigenblätter (Gesamtauflage 2,8 Mio Exemplare) wurde eine Telefonberatungs-Aktion zum Thema vorbereitet und durchgeführt (vgl. Tabelle 33).

Tabelle 33 Teilnehmende Medien an der Telefonberatungsaktion

Redaktion	Auflage	Medium
Goldene Blatt	251.577	Zeitschriften
Freie Presse, Chemnitz	327.966	Tageszeitungen
Stuttgarter STADTANZEIGER	801.000	Anzeigenblätter
Frankenpost (Vogtland-Anzeiger)	29.291	Tageszeitungen
Freies Wort	95.398	Tageszeitungen
Wochenblatt Göppingen (Südwestpresse)	112.480	Anzeigenblätter
Straubinger Tagblatt	135.429	Tageszeitungen
Wochenspiegel	180.926	Anzeigenblätter
Hanse Anzeiger	130.040	Anzeigenblätter
Anzeigenblatt HAN	50.000	Anzeigenblätter
Wochen-Kurier Heidelberg	217.370	Anzeigenblätter
Viernheimer Tageblatt	6.560	Tageszeitungen
Werra Kurier	15.415	Anzeigenblätter
OWL Ost-Westfalen-Lippe am Sonntag	348.865	Anzeigenblätter
HS-Woche	105.700	Anzeigenblätter

Die Telefon-Beratungsaktion hatte eine große Resonanz. Drei Experten beantworteten zwei Stunden lang die Fragen, weitere Fragen kamen im Nachlauf per Mail oder Einzelanruf.

Interessant für das Projekt waren vor allem die Schwerpunkte bei den Anfragen zu stromverbrauchenden Produkten. Hier zeigte sich ein überraschend hoher Informationsbedarf zum Energieeffizienzlabel, zu Auswirkungen von Standby und zu Energiesparlampen. Im Hinblick auf gezieltes Stromsparen wurde vor allem gefragt, welche Schwerpunkte man hier setzen sollte bzw. wie man die im individuellen Haushalt bestimmen kann.

9.6 Haushaltsberatungen zum Stromsparen

Über Quelle und verschiedene Medien wurde ein Preisausschreiben für eine konkrete Klimaschutz-Beratung direkt in den Privathaushalten veröffentlicht. MitarbeiterInnen des Öko-Instituts führten dann eine kostenlose mehrstündige Vor-Ort-Beratung in insgesamt 15 Haushalten mit dem Schwerpunkt auf Stromsparen durch.

Die Vor-Ort-Beratung **direkt in den** Haushalten zum Stromsparen ist eine vergleichsweise neue Maßnahme zur Energieberatung. Bislang fanden Stromsparberatungen in der Regel an folgenden Orten statt:

- **Beratungsstellen des Verbraucherzentrale Bundesverband (vzbv):** In mehr als 400 Beratungsstellen beraten vzbv-Energieberater deutschlandweit zu allen Fragen rund um den effizienten Energieeinsatz wie baulicher Wärmeschutz, Heizungs- und Regelungstechnik, Solarenergie, Stromsparen und weiteren Themen des privaten Energieverbrauchs. Die Energieberatung ist ein gemeinsames Projekt der Verbraucherzentralen der Bundesländer, des Deutschen Hausfrauenbundes (Landesverband Niedersachsen) und des VerbraucherService Bayern. Die Beratungen zu Themen wie z. B. Stromsparen, Sanierungsmaßnahmen oder Förderprogramme finden nach Terminvereinbarung in den Verbraucherzentralen oder in so genannten Beratungsstützpunkten statt. In den letzten Jahren wurden durchschnittlich 80.000 bis 100.000 Beratungen pro Jahr durchgeführt. Der Anteil der Verbrauchernachfrage nach spezifischen Beratungsleistungen zur Stromeinsparung beträgt ca. 20% der heutigen vzbv-Energieberatungen. Vorteil: Die Beratung kann in Ruhe stattfinden, auf Materialien kann direkt zugegriffen werden. Nachteil: die reale Situation im Haushalt wird ungenügend erschlossen, Messungen sind nicht möglich.
- **Aktionen am Point of Sale,** beispielsweise im Rahmen von Kooperationen der Deutschen Energieagentur (dena) mit Handelsunternehmen. Vorteil: höheres Interesse, weil der Verbraucher gerade ein Gerät kaufen möchte. Nachteil: wenig Zeit für das Beratungsgespräch, unruhige Atmosphäre, Verbraucher nicht vorbereitet, reale Situation im Haushalt wird ungenügend erschlossen, Messungen sind nicht möglich.

In der Richtlinie des **BAFA über die Förderung der Beratung zur sparsamen und rationellen Energieverwendung in Wohngebäuden** vom 11. April 2008 wurde erstmals die Stromeinsparberatung als optionaler Baustein der Energieberatung eingeführt – allerdings lagen hierzu bis Ende 2009 keine Auswertungen vor.

An die Stromsparberatung werden von der BAFA folgende Anforderungen gestellt:

„Auf Grund des zunehmenden Stromverbrauchs und der steigenden Energiekosten eröffnen sparsame Stromverbraucher in Verbindung mit einem optimierten Nutzerverhalten auch im Wohngebäudebereich häufig ein nicht unerhebliches Einsparpotenzial. Sofern der Beratungsbericht zu einer diesbezüglichen Sensibilisierung beiträgt und konkrete Anregungen für Verbesserungen enthält, wird dies durch einen Bonus unterstützt.

Zu diesem Zweck sind dem Beratungsempfänger im Beratungsbericht die bedeutendsten Stromverbraucher in seinem Haushalt zu nennen. Besondere Bedeutung besitzen hier erfahrungsgemäß Heizungspumpe, Warmwasserzirkulationspumpe, ggf. elektrische Warmwassererzeuger (Boiler, Durchlauferhitzer), Kühl- und Gefriergeräte, Waschmaschinen / Wäschetrockner, ggf. existierende Sonderausstattungen (Sauna, Solarium, Wasserbett, Aquarien, etc.) sowie Stand-by-Verbräuche. Bei zentraler Warmwasserbereitung ist die Anschlussmöglichkeit von Wasch- und Spülmaschinen an die Warmwasserleitung zu prüfen. Im Bericht soll des Weiteren der typische Durchschnittsverbrauch vergleichbarer Haushalte mit dem tatsächlichen Stromverbrauch zumindest des

Vorjahres verglichen werden, soweit dem Beratungsempfänger die entsprechenden Verbrauchsabrechnungen vorliegen. Eine detaillierte Verbrauchsanalyse ist nicht notwendig. Erforderlich ist jedoch eine Aussage, ob und ggf. welche wichtigen Stromverbraucher im Beratungsobjekt technisch ineffizient sind oder durch Nutzerverhalten in ineffizienter Weise betrieben werden. Daraus folgende Verbesserungsvorschläge sind anzugeben.

Wohnt der/die Beratungsempfänger/in nicht selbst im Beratungsobjekt, sind zumindest die fest im Gebäude installierten elektrischen Stromverbraucher (Pumpen, elektrische Warmwassererzeuger, Sonderausstattungen, etc.) zu berücksichtigen und Verbesserungsmöglichkeiten anzugeben.“

Die bisherigen Erfahrungen aus den Vor-Ort-Beratungen zur Gebäudesanierung (inklusive Heizung) können auf die ausschließliche Stromsparberatung nur zum Teil übertragen werden. Im Gegensatz zur Gebäudesanierung (bei der die Gebäudehülle mit Fenstern, Keller und Dach im Fokus stehen) geht man bei der Stromberatung durch jeden einzelnen Raum und stellt detaillierte Fragen zum individuellen Konsum und dem Alltagsleben der Bewohner. Dies zeigt zwar einen hohen Erfolg im Aufspüren von Stromsarpotentialen, berührt aber stark die Privatsphäre. Dies wurde im Projekt beispielsweise daran deutlich, dass einzelne Haushalte die im Preisausschreiben gewonnene Stromsparberatung wegen aufkommender Bedenken zur Privatsphäre dann doch nicht annahmen und dass in einem Fall sogar über eine interne Auseinandersetzung in der Familie berichtet wurde („*Mein Mann wollte das nicht und ist deshalb heute extra weggegangen*“).

9.7 Schwerpunkte der Stromsparberatung

Aufgrund vorliegender Auswertungen zum Stromverbrauch in Haushalten (Grießhammer et al. 2007a; Grießhammer 2007) wurden folgende Schwerpunkte für die Stromsparberatung gesetzt:

- Klein-Produkte zum Stromsparen und zur Direktinstallation: Mit Steckerleisten und Zeitschaltuhren zur Vermeidung von Standby-Strom, mit (warm-)wassersparenden Perlatoren und Duschköpfen sowie mit Energiesparlampen können hohe Strom-Reduktionen erreicht werden, vorteilhafterweise verbunden mit hohen Kosteneinsparungen (vgl. Berechnungen in Tabelle 35). Es bietet sich an, hier für die Stromsparberatung eine Palette möglicher Produkte mitzubringen (dies gilt vor allem für die Energiesparlampen) und diese unter Berücksichtigung der spezifischen Situation gleich einzubauen. Damit sind auch die wichtigen Verbrauchsbereiche Beleuchtung und **Elektro-Kleinprodukte (mit hoher Standby-Leistung)** abgedeckt.
- **Elektrogroßgeräte:** Besondere Einsarpotientiale gibt es hier in der Regel bei alten Kühl- und Gefriergeräten (je nach Messung kann sogar ein vorzeitiger Ersatz angeraten werden, vgl. Rüdener et al. 2007), Wäschetrocknern und Elektroherd (Ersatz durch Gasherd oder Ergänzung durch Wasserkocher).

- **Umwälzpumpen** für Heizung und Warmwasser: ältere Pumpen sind meist überdimensioniert. Ein Ersatz sollte nur von einem Handwerker durchgeführt werden. Zumeist sind die Pumpen aber zu hoch eingestellt oder laufen unnötigerweise rund um die Uhr. Diese Einstellungen können von den Verbrauchern selbst verändert werden, in der Regel fehlt hier aber das Wissen.
- **Elektrische Warmwasseraufbereitung:** Viele Haushalte haben elektrisch beheizte Durchlauferhitzer oder Wasserspeicher. Ein Zwei-Personen-Haushalt verbraucht hierfür etwa 1.300 kWh Strom pro Jahr. Eine Umstellung auf zentrale Warmwasseraufbereitung (am besten mit Sonnenkollektoren) oder gasbetriebene Durchlauferhitzer sind hier vorteilhaft, aber erfordern eine höhere Investition. Mit Zeitschaltuhren können bei elektrisch beheizten Wasserspeichern erheblich Strom gespart werden.
- **Sonstige Großverbraucher** wie etwa Elektroheizungen, Sauna-Öfen, Wasserbetten, Aquarien, Entfeuchtungsgeräte oder Klimageräte. Diese Geräte stehen zwar nur in wenigen Prozent der Haushalten, aber hier gibt es jeweils hohe Einsparpotentiale.

9.7.1 Kleinprodukte

Die große Bedeutung der fünf eingesetzten Kleinprodukte wird nachfolgend dargestellt. Dabei werden die Einsparungen an Strom und Kosten und die Reduktion von Treibhausgas-Emissionen durch den Einsatz dieser Produkte dargestellt.

Zeitschaltuhren dienen dem zeitgesteuerten Ein- oder Ausschalten des elektrischen Stromes für die daran angeschlossenen Geräte. In Frage kommen mechanische Zeitschaltuhren und elektronische, batteriegestützte quarz- oder funkgesteuerte Varianten mit einem Relaisausgang. Erstere arbeiten mit Synchronuhr und Codierscheiben. Letztere haben eine Schaltzeitprogrammierung (entweder an einem bestimmten Wochentag bei Wochenschaltuhren oder zu einem bestimmten Datum bei Jahresschaltuhren).

Da elektronische Zeitschaltuhren ein Relais besitzen, verbrauchen Sie bei eingeschaltetem Verbraucher etwas mehr Strom als mechanische Schaltuhren (< 1 W).

Zeitschaltuhren für den Hausgebrauch werden oft als Zwischenstecker ausgeführt und verfügen über eine geschaltete Steckdose.

Ein Einsatz bietet sich beispielsweise an für DVD-Rekorder oder Video-Rekorder mit hohem Standby-Verbrauch, weil diese nicht über längere Zeit vom Netz genommen werden dürfen, da sonst die Programmierung der TV-Sender verloren geht. Da die Geräte über einen internen Akku verfügen, können sie aber – mit der Zeitschaltuhr – einige Stunden pro Tag vom Netz genommen werden. (Annahme 12 Stunden, 365 Tage, Standby-Verbrauch 12 W). Für die Berechnung (Ergebnisse siehe Tabelle 34) wurde angenommen, dass die Einsparungen über 10 Jahre erfolgen).

Bei **Steckerleisten mit Schalter** signalisiert ein rot oder grün leuchtender Schalter, ob Strom fließt oder alle angeschlossenen Geräte abgeschaltet sind. Eine bequemere Variante stellt

die Steckerleiste mit Fußschalter dar, die den Schalter an einer verlängerten Schnur platziert hat, damit man bequem mit dem Fuß ausschalten kann, auch wenn die Steckerleiste an sich nicht oder schlecht zugänglich ist. Mit der Steckerleiste können Geräte-Kombinationen mit hohem Standby (z.B. Computer/Drucker oder Hifi-Anlage) bequem vom Netz genommen werden. Allerdings muss davon ausgegangen werden, dass dies im Privathaushalt nicht immer oder regelmäßig befolgt wird. Für die Berechnung (Ergebnisse siehe Tabelle 34) wird davon ausgegangen, dass ein Standcomputer/Drucker mit einem Standby-Wert von 22 W an der Steckerleiste angeschlossen wird, das PC-System täglich 4 Stunden in Benutzung ist und für jeweils 20 Stunden über die Steckerleiste ausgeschaltet wird (insgesamt 330 Tage, im Urlaub sowieso Komplettausschaltung). Konservativ wird angenommen, dass die „Befolgungsquote“ des Ausschaltens nur 50% ist.

Energiesparlampen sind auf der Innenseite mit einem fluoreszierenden Leuchtstoff beschichtet und mit Gas gefüllt, dessen Moleküle zur Lichterzeugung elektrisch angeregt werden. Sie gehören daher zu den so genannten Gasentladungslampen.

Neben Energiesparlampen gibt es auch energiesparende Leuchtstofflampen – diese beiden Typen unterscheiden sich lediglich durch ihre Form. Während letztere eine lange Röhrenform haben, sind Energiesparlampen kompakt gestaltet und platz sparend gebogen. Im Fachjargon heißen sie daher auch Kompaktleuchtstofflampen.

Kompaktleuchtstofflampen haben eine vergleichsweise hohe Lichtausbeute und sind daher effizienter als herkömmliche Glühlampen und Halogenlampen. Die Reduktion des Stromverbrauchs liegt in der Regel bei 80%. Für die Berechnung wurde eine Energiesparlampe mit 20 W angenommen, die eine Glühlampe mit 100 W ersetzt und 10.000 Stunden hält.

Die Ergebnisse für die drei Elektro-Kleingeräte Zeitschaltuhr, Steckerleiste und Energiesparlampe sind in Tabelle 34 wiedergeben. Für die Preise der Produkte wurden typische Kaufpreise im Einzelhandel angenommen.

Tabelle 34 Einsparungen durch Elektro-Kleinprodukte

Elektro-Kleinprodukte	Preis (in €)	Reduktion Strom/über Lebensdauer (in kWh)	Reduktion Treibhausgase über Lebensdauer (in kg CO ₂ e)	Reduktion Energiekosten über Lebensdauer (in €)	Kostenersparnis gesamt über Lebensdauer (in €)
Zeitschaltuhr	8.00	526	336	105	97
Mehrfachsteckerleiste	8.00	726	464	145	137
Energiesparlampe 20W	15.00	800	511	160	145
Summe		2 052	1 311	410	379

Strahlregler und Sparduschköpfe: Die Bereitstellung von Warmwasser verbraucht Energie – etwa 2,4% des gesamten Energieverbrauchs werden allein für das Duschen aufgewendet. Zur Begrenzung der Wasser-Durchflussmenge bei Wasserhähnen und Duschköpfen können deshalb sogenannte Strahlregler oder Spar-Duschköpfe eingesetzt werden. Strahlregler (auch als Luftsprudler, Mischdüsen, Durchflussbegrenzer bezeichnet oder unter dem Markennamen Perlator von der Firma Neoperl) sind am Wasserauslass des Wasserhahns zu montieren (es gibt sie für Innen- und Außengewinde). Sie mischen dem Wasserstrahl Luft bei und bewirken dadurch etwa eine Halbierung des Wasser-Verbrauchs. Vergleichbar arbeiten Spar-Duschköpfe.

Für die Berechnung werden folgende Annahmen getroffen:

Sparduschkopf: Einsparung für zwei Personen pro Tag zusammen 25 Liter Warmwasser (37°C); Nutzenergie pro 30 Liter = 1 kWh. Warmwassererzeugung mit einem Gas-Durchlauf-erhitzer, 330 Tage (Abzug von 35 Tagen Urlaubsabwesenheit); Der Strompreis (Arbeitspreis) wird mit 20 €-Cent/kWh angenommen, die Treibhausgas-Emissionen liegen bei 0,314 kg/kWh Nutzenergie Warmwasser, der Gaspreis bei 0,60 €/m³ bzw. 0,06 €/kWh Gas. Die Kosten für einen Kubikmeter Wasser/Abwasser werden mit 4 €/m³ kalkuliert. Als Lebensdauer wurden 10 Jahre angenommen. Die Annahmen sind konservativ: bei Annahme von Ölheizungen und/oder Zentralversorgung mit Warmwasser würden noch mehr Treibhausgase und Energiekosten gespart.

Strahlregler: Einsparung für zwei Personen pro Tag zusammen 5 Liter Warmwasser, weitere Annahmen wie bei dem Wasserduschkopf.

Die Ergebnisse sind in der Tabelle 35 dargestellt. Für die Preise der Produkte wurden typische Kaufpreise im Einzelhandel angenommen.

Tabelle 35 Einsparungen durch wassersparende Produkte

Wasserspargeräte	Preis (in €)	Reduktion Warmwasser-Nutzenergie über Lebenszeit (in kWh-Nutzenergie)	Reduktion Treibhausgase (in kg CO ₂ e) über Lebensdauer	Reduktion Energie- und Wasser-Kosten (in €) über Lebensdauer	Kosten-Ersparnis gesamt über Lebensdauer (in €)
Wasserduschkopf	23.00	2 750	864	544	521
Wassersparaufsatz	8.00	550	173	109	101
Summe		3 300	1 036	653	622

Zusammengenommen kann ein Haushalt durch die Installation und Nutzung der fünf Produkte Zeitschaltuhr, Steckerleiste, Energiesparlampe, Wasserduschkopf und Wassersparaufsatz bei einem Einkaufspreis von rund 60 € rund 1.000 € sparen (!) und 2,35 Tonnen Treibhausgase reduzieren.

Da mit den oben aufgeführten Elektro-Kleinprodukten erheblich Energie und Kosten eingespart werden können, wurde in Abstimmung mit der Quelle GmbH beschlossen, bei der exemplarischen Beratung der Haushalte solche Kleinprodukte mitzunehmen und kostenfrei zu installieren. Im Prinzip könnte man eine Stromsparberatung selbst bei Bezahlung der Stromsparberater mit hoher Einsparung durchführen!

9.8 Vorbereitung der Stromsparberatung in den Haushalten

Mit den einzelnen Haushalten wurde telefonisch der grundsätzliche Ablauf der Stromsparberatung besprochen und ein Termin vereinbart. Die Haushalte wurden gebeten, soweit verfügbar Unterlagen zum Energieverbrauch (Heizenergie, Wasser und Strom) sowie zu einzelnen Geräten (Verbrauchswerte ab Werk, Energieeffizienzklassen) vorzulegen.

Zur Stromsparberatung wurden folgende Unterlagen und Materialien mitgenommen:

- Produkte zur (kostenlosen) Direktinstallation: Steckerleisten, Energiesparlampen, Zeitschaltuhr, (warm-)wassersparende Wasserduschkopf und Wassersparaufsatz;⁵¹
- Messgeräte (Strommessgerät, Thermometer);
- Infomaterial zum Stromsparen;
- Marktübersichten zu einzelnen Produkten (www.ecotopten.de);
- Erfassungsbogen;
- Computer für mögliche Internetrecherche.

9.9 Ablauf der Stromsparberatung in den Haushalten

Für die Stromsparberatung vor Ort wurden folgende acht Schritte vorgegeben:

- **Fragen zum Haushalt** (Haushaltsgröße, Wohnfläche in m²; Art der Heizung, Jahresverbrauchswerte Heizenergie, Strom und Warmwasser; sonstiges);
- **Erfassung der stromverbrauchenden Geräte** (Typenschild, Betriebsanleitungen, Stromverbrauch und Standby, soweit möglich Messung⁵²);
- **Fragen zum Nutzerverhalten** (Anzahl Wäschen, Waschtemperatur, etc.);
- **überschlägige Berechnung des Stromverbrauchs** auf Basis der Angaben und Messungen;
- **Vergleich mit dem durchschnittlichen Stromverbrauch** von Vergleichshaushalten;⁵³

⁵¹ Die Produkte zur Direktinstallation wurden von Quelle kostenlos zur Verfügung gestellt.

⁵² Je nach Situation kann ein Strommessgerät auch für einige Tage ausgeliehen werden, z.B. für Messungen am Kühlschrank, Waschmaschine, Spülmaschine, Wäschetrockner

⁵³ Wenn der überschlägig errechnete Verbrauch und der tatsächliche Verbrauch deutlich voneinander abweichen, kann an dies an „vergessenen“ Geräten liegen (zum Beispiel Saunaofen in der Gartenhütte), an

- **Ermittlung von Reduktionspotentialen (Strom, Kosten, Treibhausgase);**
- **Vorschlag für Maßnahmen;**
- **Direktinstallation von Kleinprodukten – falls gewünscht.**

9.10 Erfahrungen aus der Vor-Ort-Beratung

Wie oben dargelegt wurden 15 Haushalte besucht und vor Ort beraten. Die Auswahl der Haushalte war zufällig (Preisausschreiben und Losentscheid) und ist natürlich nicht repräsentativ. Insgesamt zeigte sich, dass die Haushalte, die sich am Preisausschreiben für einen Gewinn der kostenlosen Stromsparberatung beteiligt hatten, schon ein gewisses Energiebewusstsein hatten und bereits in den vergangenen Jahren einige Energiemaßnahmen ergriffen hatten. Gerade deshalb war überraschend, dass bei allen Haushalten (HH) noch deutliche Einsparpotentiale gefunden wurden. Folgende Beobachtungen sollen hervorgehoben werden:

- Kaum Wissen über den durchschnittlichen Verbrauch von Vergleichshaushalten (zwei Haushalte hatten einen Jahresstromverbrauch von 5.500 kWh bzw. 4.650 kWh – der Durchschnittsverbrauch eines Zwei-Personen-Haushalts lag bei rund 3.030 kWh),
- mehrere HH mit alten Gefriergeräten (Gefrierschrank oder Gefriertruhen), in der Regel nicht optimal ausgenutzt; meist von den Eltern „geerbt“,
- mehrere HH mit „Deckenfluter im Wohnzimmer“ mit hoher Leistung,
- mehrere HH mit überdimensionierten oder schlecht eingestellten Umwälzpumpen,
- eingesteckte Geräte mit hohem Standby-Verbrauch oder im Dauerbetrieb, die gar nicht funktionierten (ein Satelliten-Empfänger), die über mehrere Monate gar nicht gebraucht wurden (eine Fußbodenheizung in der Küche, die in der kalten Jahreszeit Tag und Nacht durchläuft) oder die erst in einigen Jahren zum Einsatz kommen sollten (eine alte ans Netz angeschlossene Spielkonsole des Vaters für Computer-Autospiele – das Kind war erst ein Jahr alt ...),
- ein stromverbrauchsintensives Gerätes im Dauerbetrieb, das in Vergessenheit geraten war (eine Luftentfeuchtungsanlage im Keller),
- eine Solaranlage, deren Pumpe lief, die aber defekt war, ohne dass die Besitzer das bisher registriert hatten.

schlecht funktionierenden Geräten (stark verkalkte Waschmaschine) oder unzutreffenden Selbsteinschätzungen zum Nutzerverhalten. Der Grund der Differenz sollte möglichst ermittelt werden.

Insgesamt zeigte sich bei den Haushalten,

- dass trotz Eigeninteresse am Energiesparen und zum Teil schon ergriffener Energieeinsparmaßnahmen (Steckerleisten, Energiesparlampen, energieeffiziente Neugeräte) noch hohe leicht realisierbare Stromeinsparpotentiale bestanden,
- dass der Stromverbrauchserhebung und der Vergleich mit gleich großen Durchschnittshaushalten eine sehr hohe Bedeutung zukommt,
- dass noch erhebliches Unwissen über Einsparmaßnahmen und Funktionsweise von Geräten besteht.

Eine Stromsparberatung vor Ort bietet sich also an, hat aber Vor- und Nachteile:

Vorteile:

- In der Regel Aufdeckung von hohen Einsparpotentialen (Strom, Kosten, Treibhausgase),
- individuelle, an den tatsächlich im Haushalt vorhandenen Gegebenheiten ausgerichtete Beratung ist möglich,
- Energieberater kann Informationen über die Stromverbrauchssituation im Haushalt selbst einholen (z.B. Gerätestandard),
- Messdatenerfassung (z.B. Leistungsaufnahme Standby, Temperatur von Kühl- und Gefrier-Geräten) ist möglich,
- Bei gegebenem Interesse des Beratungsempfängers sind Direktinstallationen möglich (z.B. schaltbare Steckerleisten, Energiesparlampen, Wassersparaufsätze).

Nachteile:

- Kostenintensiv, da Anfahrt und längere Beratungszeit durch Begehung (allerdings werden die Beratungskosten durch die Einsparungen der Haushalte weit übertroffen),
- Akzeptanz von Hausbesuchen ist bei Verbrauchern wegen Störung der Privatsphäre nur teilweise vorhanden.

9.11 Perspektiven der Vor-Ort-Beratung

Für Vor-Ort-Beratung lassen sich folgende Perspektiven ableiten:

- Kostenlose Beratung im Rahmen von Förderprogrammen, bei denen die Beratung und die Direktinstallation von Kleingeräten für die privaten Haushalte kostenlos erfolgt, ggfs. auch in Verknüpfung mit Förderung für energieeffiziente Großgeräte – wie etwa das geplante Impulsprogramm des Bundesumweltministeriums (Grether et al. 2009),
- Ausbau der Gebäudeberatung („**Förderung der Beratung zur sparsamen und rationellen Energieverwendung in Wohngebäuden** vor Ort vom 11. April 2008“),

aber mit mehr Zeit für die Stromsparberatung, sowie kostenlosem Einbau von Kleinprodukten,

- Aufnahme in das Curriculum von Schulen, mit „Ausbildung der Schüler“ für die Stromsparberatung zu Hause,
- Angebot der Stromsparberatung als professionelle Dienstleistung – die Verbraucher bezahlen die Beratung und den Einbau von Kleinprodukten, die Kosten werden in der Regel durch die erzielten Einsparungen weit übertroffen,
- Entwicklung eines Internet-Tools, bei der die Haushalte die Struktur des eigenen Stromverbrauchs detailliert selbst erheben und Maßnahmen ableiten und umsetzen können.

10 Forschungsempfehlungen

Aufbauend auf den Ergebnissen des Projekt können speziell zum Bereich Product Carbon Footprint / Methodik folgende Empfehlungen gegeben werden:

- Ableitung von Product Category Rules für die wichtigsten Produktgruppen sowie Ableitung einer Prioritätenliste für die Erstellung weiterer Product Category Rules
- Ableitung von Bewertungsmethoden zur Schnell-Ermittlung von besonders relevanten Umweltkategorien bzw. „hot spots“ (außer Treibhauseffekt) sowie Ermittlung typischer hot spots bei unterschiedlichen Produktgruppen (z.B. Anbaufläche bei Biomasse, Wasserverbrauch bei Baumwoll-Produkten etc.).
- Weiterentwicklung der Modellierung von indirekten Landnutzungsänderungen (iLUC) und der Erfassung von globalen Landnutzungsänderungen.
- Verbesserung von Kommunikationsformen jenseits von Labeln, um Reduktionspotenziale auf der Nutzungsseite zu erschließen.

11 Literatur

- BDZV 2009 Bundesverband Deutscher Zeitungsverleger; Telefongespräch, September 2009
- BMU et al. 2009 Bundesministerium für Umwelt, Reaktorsicherheit und Naturschutz (BMU), Umweltbundesamt (UBA) und Öko-Institut e.V.; Memorandum Product Carbon Footprint; Berlin/Dessau/Freiburg 2009
- BMWi 2009 Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft – Projektgruppe Nutzenergiebilanzen 2009
- BSI 2008 British Standard Institute; Publicly Available Specification 2050: Specification of the assessment of life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. October 2008
- Buhaug et al. 2008 Buhaug, Ø.; Corbett, J.J.; Endresen, Ø.; Eyring, V.; Faber, J.; Hanayama, S.; Lee, D.S.; Lee, D.; Lindstad, H.; Mjelde, A.; Pålsson, C.; Wanquing, W.; Winebrake, J.J.; Yoshida, K.; Updated study on greenhouse gas emissions from ships: phase I report; International Maritime Organization (IMO), London 2008
- BUWAL 1999 Schweizerisches Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hrsg.); Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA, Version 1.2), Bern 1999
- CEPI 2007 Confederation of European Paper Industries; Carbon Footprints for Paper and Board Products. Marko Mensink; Introduction and Appendices.
- Chip 2008 Chip Communications; Energiesparen im Haushalt – Umfrage der GfK Marktforschung im Auftrag von Chip, 2008
- Dehoust et al. 2009 Dehoust, G.; Schüler, D.; Bleher, D.; Seum, S.; Süß, K.; Idelmann, M.; Turk, T.; Wöbbeking, K. H.; Wollny, V.; Schaubruch, W.; Optimierung der Abfallwirtschaft in Hamburg unter dem besonderen Aspekt des Klimaschutzes, 2009
- DIN EN 14040:2006: Deutsche Norm; Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen, Oktober 2006
- EC 2001 Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) BREF Document
- EC 2007 European Commission; REMOVE. Final Report. Prepared by TML Leuven for the DG Environment, 9 July 2007
- ECHA 2007 European Chemicals Agency; Technical Guidance Document for SEA – Authorisation Process. Draft Final Document of 18th December 2007, Helsinki 2007

ECHA 2008	European Chemicals Agency; Guidance on Socio-Economic Analysis – Restrictions, Helsinki 2008
EcoInvent 1.3 2006	Modulbibliothek zur Ökobilanzsoftware „ecoinvent“, v1.3, Stand 2006
Ecoinvent 2007	Life Cycle Inventories for Chemicals; Data v2.0, Ecoinvent report No. 8, 2007
Escouflaire, F.	Bau- + Energiekonzepte GmbH; persönliche Kommunikation
EU COM 2001a	European Commission; Best Available Techniques Document Reference Document on the Production of Iron and Steel, 2001
EU COM 2001b	European Commission; Best Available Techniques Document Reference Document in the Non Ferrous Metals Industries, 2001
EU COM 2001c	European Commission; Best Available Techniques Document Reference Document in the Glass Manufacturing Industry, 2001
Eyerer und Reinhardt 2000	Eyerer, P.; Reinhardt, H.-W.; Ökologische Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden, Baupraxis, Birkhäuser 2000
Fachverband Fensterbau BW	Mitteilung der Technischen Beratungsstelle im Fachverband Fensterbau Baden-Württemberg; http://www.fensterberater.de/Page0503.htm
Fritsche und Hennenberg 2009	Fritsche, U.; Hennenberg, K.; Methodological Issues: GHG Emissions from Land Use Change and Carbon Storage in Products, Darmstadt 2009
Gehr 2008	Gehr, V.; Grafic Recycled Papers save on Resources and protect the Climate, Glückstadt 2008
Grether et al. 2009	Grether, S.; Graulich, K.; Griebshammer, R.; Seifried, D.; Konzeption eines produktbezogenen Impulsprogramms im Rahmen der Nationalen Klimaschutz-Initiative – Erarbeitung von Programm-Modulen zur praktischen Umsetzung, Freiburg 2009
Griebshammer 2007	Griebshammer, R.; Der Klima-Knigge, Booklett-Verlag, Berlin 2007
Griebshammer et al. 1996	Griebshammer, R.; Bunke, D.; Gensch, C.O.; Produktlinienanalyse Waschen und Waschmittel, Freiburg 1996
Griebshammer et al. 2006	Griebshammer, R.; Benoit, C.; Dreyer, L.C.; Flysjö, A.; Manhart, A.; Mazijin, B.; Methot, A.L.; Weidema, B.: Feasibility Study: Integration of social aspects into LCA, Freiburg 2006.
Griebshammer et al. 2007	Griebshammer, R.; Buchert, M.; Gensch, C.O.; Hochfeld, C.; Manhart, A.; Rüdener, I.; PROSA – Product Sustainability Assessment, Freiburg 2007
Griebshammer et al. 2007a	Griebshammer, R.; Graulich, K.; Bunke, D.; Eberle, U.; Gensch, C.-O.; Möller, M.; Quack, D.; Rüdener, I.; Zangl, S.; EcoTopTen – Innovationen für einen nachhaltigen Konsum, in Zusammenarbeit mit Götz, K.; Birzle-Harder, B.; Öko-Institut e.V. in Kooperation mit Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE); Freiburg 2007

- Grießhammer et al. 2008 Grießhammer, R.; Zangl, S.; Agricola, A.-Cl.; Brischke, L. A.; Jäschke, M.; Löber, M.; Seifried, S.: Konzeption eines produktbezogenen Impulsprogramms im Rahmen der Nationalen Klimaschutz-Initiative, Freiburg/Berlin 2008
- Grießhammer et al. 2009 Grießhammer, R.; Groß, R.; Möller, M.; Public Value von Lichtstabilisatoren im Automobilbereich, Freiburg 2009
- Grießhammer et al. 2010 CO2-Einsparpotenziale für Verbraucher Grießhammer, R.; Brommer, E.; Gattermann, M.; Grether, S.; Krüger, M.; Teufel, J.; Zimmer, W.; Freiburg 2010
- Grießhammer und Hartmann 2008
Grießhammer, R.; Hartmann, D.; Comments on PAS 2050, Template, Freiburg, Berlin 2008
- Harthan et al. 2010 Harthan, R., Brohmann, B., Fritsche, U., Grießhammer, R.; Seebach, D.; Positionspapier Klimakompensation, Öko-Institut, Berlin, Freiburg, Darmstadt, 2010
- Häusler und Lorenz-Scherer 2002
Häusler, A.; Lorenz-Scherer, M.; Nachhaltige Forstwirtschaft in Deutschland im Spiegel des ganzheitlichen Ansatzes der Biodiversitätskonvention. BfN-Script 62, 2002. Bundesministerium für Naturschutz
- Henkel 2008 Henkel, Ø; Adhesives and Coatings for Flexible Packaging, Liofol Technical Service Center, 2008
- Hermes 2008 Hermes, M.; Die neue wärmedämmtechnische Bewertung von Fenstern mit Einführung der EnEV 2002, Fachbeitrag aus GLASFENSTER-FASSADE, 2008;
<http://www.fensterberater.de/PagEnEV1.htm>
- Hischier 2007 Hischier, R.; Life Cycle Inventories of Packagings and Graphical Papers, Ecoinvent-Report No. 11, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf 2007.
- Hochfeld et al. 2009 Hochfeld, C.; Grießhammer, R.; Quack, D.; Stratmann, B.; PCF Pilotprojekt Deutschland – inhaltliche und konzeptionelle Leitung der Task Force „Methodik“, in Zusammenarbeit mit Eberle, U.; Öko-Institut e.V. in Kooperation mit WWF Deutschland; Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK); corporate sustainability (corsus); Berlin, Freiburg 2009
- IFC 2006 IFC Consulting; Revised Memorandum for EPA/OSW and USDA-FS, Estimates of Effect of Paper Recycling on Forest Carbon, 2006
- IFEU 2006 Institut für Energie- und Umweltforschung; Ökologischer Vergleich von Büropapieren in Abhängigkeit vom Faserstoff, im Auftrag der Initiative „Pro Recycling“, Heidelberg 2006
- IFEU 2008 Institut für Energie- und Umweltforschung; EcoTransIT: Ecological Transport Information Tool – Environmental Methodology and Data;

	update 2008, commissioned by Railion Deutschland; Green Cargo AB; Schweizerische Bundesbahnen; Société Nationale des Chemin de Fer Francais; Société Nationale des Chemins de Fer Belges; Trenitalia S.p.A.; Red Nacional de los Ferrocarriles Espanoles; English, Welsh and Scottish Railway, Heidelberg 2008
Infras 1998	Infras Forschung und Beratung; LCA Graphic Paper and Print Products (Part 2). An environmental project of Axel Springer Verlag AG, Stora and Canfor, Zürich 1998
Initiative 2000 Plus NRW 2004	Bartz, L.; Fenner, R.; Gerhard, P.; Happe, B.; Salge, O. und Rocholl, C. (Fachliche Beratung Forum Ökologie & Papier); Kritischer Bericht 2004, gefördert durch das Umweltbundesamt
Integratio 2008	Integratio Fensterhelfer; Montage, grundsätzliche Hinweise – technischer Stand bis Ende Januar 2002; http://www.fensterberater.de/Page471.htm
ISO 14040	International Organization for Standardization; Environmental Management – Life Cycle Assessment; Principles and Framework. October 2006
Larsen et al. 2006	Larsen, H. F.; Hauschild, M.; Hansen, M.S.; Ecolabelling of Printed Matter, Part II: Life Cycle Assessment of model sheet fed offset printed matter, report for the Danish Ministry of the Environment, TU of Denmark 2006
Manhart und Grießhammer 2006	Manhart, A.; Grießhammer, R.; Soziale Auswirkungen der Produktion von Notebooks, Freiburg 2006
Moberg et al. 2007	Moberg, A.; Johansson, M.; Finnveden, G.; Jonsson, A.; Screening Environmental Life Cycle Assessment of printed, web-based and tablet e-paper newspaper. Reports from the KTH Centre for Sustainable Communications, Stockholm 2007
OECD 2006a	Organisation for Economic Co-operation and Development; Emission Scenario Document on Kraft Pulp Mills, OECD Series on Emission Scenario Documents No. 15. Environmental Directorate, joint meeting of the Chemicals Committee and the working party on chemicals, pesticides and biotechnology, 2006
OECD 2006b	Organisation for Economic Co-operation and Development; Emission Scenario Document on non-integrated Paper Mills, OECD Series on Emission Scenario Documents No. 16. Environmental Directorate, joint meeting of the Chemicals Committee and the working party on chemicals, pesticides and biotechnology, 2006
OECD 2006c	Organisation for Economic Co-operation and Development; Emission Scenario Document on Recovered Paper Mills, OECD Series on Emission Scenario Documents No. 17. Environmental Directorate, joint meeting of the Chemicals Committee and the working party on chemicals, pesticides and biotechnology, 2006

- Pehnt et al. 2009 Pehnt, M.; Seebach, D.; Irrek, W.; Seifried, D.; Umweltnutzen von Ökostrom – Vorschlag zur Berücksichtigung in Klimaschutzkonzepten. Diskussionspapier, IFEU in Kooperation mit Wuppertal Institut, Büro Ö-Quadrat und Öko-Institut; Heidelberg, Freiburg, Wuppertal 2009
- Öko-Institut und IFEU 2009 Öko-Institut und IFEU, Nachhaltige Bioenergie: Stand und Ausblick; Zusammenfassung bisheriger Ergebnisse des Forschungsvorhabens 'Entwicklung von Strategien und Nachhaltigkeitsstandards zur Zertifizierung von Biomasse für den internationalen Handel'; i. A. des Umweltbundesamts; Darmstadt, Heidelberg 2009
- Quack et al. 2009 Quack, D.; Liu, R.; Schmied, M.; Klimabilanz der Metro Group: Aktualisierung für das Geschäftsjahr 2008, Freiburg 2009
- Ries 2007 Ries, K.-H.; Fensterabdichtung, Deutsches Architekturblatt 39 Nr. 11, 2007, S. 9-73.
- Rüdenauer et al. 2007 Rüdenauer, I.; Gensch, C.-O.; Möller, M.; Quack, D.; Environmental and economic evaluation of the accelerated replacement of domestic appliances. Case study refrigerators and freezers. Revision; Freiburg 2007
- Schneider 2008 Schneider R.; Die luftdichte Montage der Fenster ist Stand der Technik.
www.fenster-sachverstaendiger-schneider.de/htm/bauabdichtungen.htm
- Searchinger 2009 Searchinger, T. Evaluating Biofuels – The Consequences of Using Land to Make Fuel, Brussels Forum Paper Series of the German Marshall Fund of the United States, Washington D.C. 2009
- Seum und Bleher 2009a Seum, S.; Bleher, D.; Product Carbon Footprint of Window Sealing Systems by Henkel AG, Berlin 2009
- Seum und Bleher 2009b Seum, S.; Bleher, D.; Product Carbon Footprint of Liofol Systems by Henkel AG – Comparing different adhesives for composite of packaging, Berlin 2009
- Seum et al. 2009 Seum, S.; Dehoust, G.; Möller, M.; Bleher, D.; Harves, K.: Treibhausgasbilanz der tageszeitung (taz), Berlin 2009
- SEMCo 2008 Swedish Environmental Management Council; Product Category Rules (PCR) for Preparing an Environmental Product Declaration (EPD) for Windows, Transparent Surfaces, Shutters, PCR 2008:03
- Tiedmann et al. 2000 Tiedmann, A.; Tiedemann, C.B.; Buschardt, A.; Georgi, B.; Giersberg, G.; Goosmann, G.; Gregor, H.-D.; Mehdorn, B.; Modi, A.; Neitzel, H.; Oels, H.-J.; Schmitz, S.; Suhr, M.; Ökobilanzen für graphische Papiere; Umweltbundesamt, UBA-Texte 22/00
- Trauth und Schönheit 2005 Trauth, J.; Schönheit, E.; Kritischer Papierbericht 2005. Initiative 2000 Plus NRW (Hrsg.) mit Förderung durch das Umweltbundesamt Berlin, Sassenberg 2005

Umberto 5.5 2007	Modulbibliothek zur Ökobilanzsoftware „Umberto“; Version 5.5, Stand 2007
UBA	Umweltbundesamt; Daten zur Umwelt, Dessau 2007
UPM-Kymmene 2007	UPM-Kymmene GmbH; Carbon Profile, Newsprint Paper (UPM News); Site Schwedt PM11; information gathered from 1.1.2007–31.12.2007
Wagner 1989	Wagner, H.; Luftdichtigkeit und Feuchteschutz, DBZ 12/1989, S. 1639–1646
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen; Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung, Berlin 2009
Würdinger et al. 2001	Würdinger, E.; Wegener, A., Roth, U., Reinhardt, G. A.; Detzel, A.; Kunststoff aus nachwachsenden Rohstoffen: Exemplarische Ökobilanz für Loose-fill-Packmittel aus Stärke bzw. Polystyrol. In: Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft und Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe für die Chemie. 7. Symposium 2001. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“ Band 18, S. 677–683. Landwirtschaftsverlag, Münster 2001
Zeitungsdruck Leipzig 2003	Ökobilanz 2003. Leipziger Verlags- u. Druckereigesellschaft mbH & Co. KG, Leipzig 2003