

Stoffstromanalyse relevanter Produktgruppen

**Energie- und Stoffströme
der privaten Haushalte
in Deutschland im Jahr 2001**

Freiburg, Dezember 2004

Autorinnen

Dietlinde Quack

Ina Rüdener

Gefördert vom BMBF

01RP0003

Öko-Institut e.V.
Geschäftsstelle Freiburg
Postfach 6226
D-79038 Freiburg
Tel. +49 (0) 7 61 – 45 295-0
Fax +49 (0) 7 61 – 47 54 37

Hausadresse
Binzengrün 34a
D-79114 Freiburg
Tel. +49 (0) 761 – 45 295-0
Fax +49 (0) 761 – 47 54 37

Büro Darmstadt
Rheinstraße 95
D-64295 Darmstadt
Tel. +49 (0) 6151 – 81 91 - 0
Fax +49 (0) 6151 – 81 91 33

Büro Berlin
Novalisstraße 10
D-10115 Berlin
Tel. +49 (0) 30 – 28 04 86-80
Fax +49 (0) 30 – 28 04 86-88

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1 Einführung	7
2 Methodik und allgemeines Vorgehen	8
2.1 Zielsetzung	9
2.2 Festlegung funktionelle Einheit	9
2.3 Systemgrenzen	9
2.4 Anforderung an Daten und Datenqualität	12
3 Spezifisches Vorgehen in den Produktfeldern	13
3.1 Produktfeld 1 Haus und Wohnung	13
3.1.1 Statistische Datengrundlage	13
3.1.2 Ökobilanz Datengrundlage	18
3.1.3 Einschränkungen in der Belastbarkeit der Ergebnisse	20
3.2 Produktfeld 2 Mobilität	21
3.2.1 Statistische Datengrundlage	21
3.2.2 Ökobilanz Datengrundlage	23
3.3 Produktfeld 3 Lebensmittel	26
3.3.1 Statistische Datengrundlage	26
3.3.2 Ökobilanz Datengrundlage	28
3.3.3 Einschränkungen in der Belastbarkeit der Ergebnisse	30
3.4 Produktfeld 4 EcoTopTen Küche	31
3.4.1 Statistische Datengrundlage	31
3.4.2 Ökobilanz Datengrundlage	39
3.4.3 Einschränkungen in der Belastbarkeit der Ergebnisse	42
3.5 Produktfeld 5 Textilien	42
3.5.1 Statistische Datengrundlage	42
3.5.2 Ökobilanz Datengrundlage	43
3.5.3 Einschränkungen in der Belastbarkeit der Ergebnisse	43
3.6 Produktfeld 6 Badezimmer	44
3.6.1 Statistische Datengrundlage	44
3.6.2 Ökobilanz Datengrundlage	48

3.6.3	Einschränkungen in der Belastbarkeit der Ergebnisse	50
3.7	Produktfeld 7 Kommunikationsgeräte	50
3.7.1	Statistische Datengrundlage	51
3.7.2	Ökobilanz Datengrundlage	55
3.7.3	Einschränkungen in der Belastbarkeit der Ergebnisse	57
3.8	Produktfeld 8 Unterhaltungselektronik	57
3.8.1	Statistische Datengrundlage	57
3.8.2	Ökobilanz Datengrundlage	59
3.8.3	Einschränkungen in der Belastbarkeit der Ergebnisse	61
4	Ergebnisse	62
4.1	Gesamtergebnis	62
4.2	Gesamtergebnis nach Phasen	63
4.3	Ergebnisse nach Produktfeldern	64
4.3.1	Produktfeld 1 Haus und Wohnung	66
4.3.2	Produktfeld 2 Mobilität	68
4.3.3	Produktfeld 3 Lebensmittel	70
4.3.4	Produktfeld 4 EcoTopTen Küche	73
4.3.5	Produktfeld 5 Textilien	75
4.3.6	Produktfeld 6 Badezimmer	76
4.3.7	Produktfeld 7 Kommunikationsgeräte	79
4.3.8	Produktfeld 8 Unterhaltungselektronik	82
4.3.9	Reduktionspotenziale durch Grünstrom	84
5	Schlussfolgerungen und weiterer Forschungsbedarf	85
6	Literatur	86

Zusammenfassung

Die vorliegende Studie wurde im Rahmen der EcoTopTen-Initiative durchgeführt. EcoTopTen ist eine Initiative des Öko-Instituts zur Förderung von nachhaltigem Konsum und Produktinnovationen im Massenmarkt. In dem Projekt werden die zehn wichtigsten Produktgruppen bestimmt und Nachhaltigkeitsanalysen für ausgewählte Produktgruppen durchgeführt. Ausgehend von der für das Jahr 1999 erstellten orientierenden Stoffstromanalyse für die privaten Haushalte in Deutschland (vgl. Grießhammer und Möller 1999) wurde die Stoffstromanalyse im Rahmen des Projekts EcoTopTen aktualisiert, ergänzt und weiter detailliert. Vorgehen und Ergebnisse sollen im Folgenden kurz dargestellt werden.

Die funktionelle Einheit für die Stoffstromanalyse ist definiert als die gemäß Statistik in einem Jahr erfolgten Nachfragen nach Produkten und Dienstleistungen (Verbräuche und Gebräuche) eines bundesdeutschen Durchschnittshaushalts in den unten aufgeführten Produktfeldern 1 bis 8. Diese allgemeine Definition wurde im ersten Arbeitsschritt mit konkreten Daten zu den Nachfragen und Nutzungsmustern eines Durchschnittshaushalts hinterlegt. Dies geschah auf der Basis der durchschnittlichen Haushaltsausstattung, durchschnittlicher Nutzungsgewohnheiten, typischer Geräteeigenschaften etc.. Die untersuchten Produktfelder (PF) umfassen:

- **PF1 Haus und Wohnung:**
Bau an neuen Wohnungen; Bereitstellung von Raumwärme; Bereitstellung von Warmwasser; Bereitstellung von Beleuchtung; Instandhaltung/Modernisierung Wohnungen; Anschaffung Möbel; Entsorgung Wohnungen
- **PF2 Auto/Bahn/Fahrrad**
Anschaffung, Nutzung, Entsorgung PKW; Nutzung Bahn; Anschaffung und Nutzung Fahrrad; Urlaubsflüge
- **PF3 Lebensmittel**
Verbrauch an Lebensmitteln und Getränken im Haushalt; Verbrauch und Entsorgung von Lebensmittelverpackungen
- **PF4 EcoTopTen Küche**
Anschaffung, Nutzung und Entsorgung von Kühl- und Gefriergeräten, Herden (inkl. Mikrowelle) und Geschirrspülmaschinen
- **PF5 Textilien**
Anschaffung von Haushalts- und Bekleidungstextilien.
- **PF6 EcoTopTen Badezimmer**
Anschaffung, Nutzung und Entsorgung von Waschmaschinen und Wäschetrocknern.
- **PF7 Kommunikationsgeräte**
Anschaffung, Nutzung und Entsorgung von Computern, Monitoren, Internetanschlüssen, Druckern, Faxgeräten und Anrufbeantworter. Verbrauch von Papier

- **PF8 Unterhaltungselektronik**

Anschaffung, Nutzung und Entsorgung von Fernsehern, Videorekordern, Satellitenempfangsanlagen, HiFi-Anlagen.

Das Produktfeld *Grüner Strom* (PF 9) liegt quer zu allen anderen Produktfeldern und wurde entsprechend in PF 1 bis 8 schon berücksichtigt. Damit wurde eine direkte Zuordnung zu den Verursachern erreicht und eine Doppelzählung, wie sie infolge separater Berücksichtigung aufgetreten wäre, vermieden. PF10 *Nachhaltige Geldanlagen* konnte mangels geeigneter Daten zu den ökologischen Auswirkungen nicht berücksichtigt werden.

Bezugsjahr für die Stoffstromanalyse ist das Jahr 2001; in wenigen Fällen musste mangels Verfügbarkeit auf Daten für das Jahr 2000 oder 1999 zurückgegriffen werden. Dies ist im Text entsprechend ausgewiesen und soll im Rahmen dieser Kurzvorstellung aber nicht weiter vertieft werden.

Das methodische Vorgehen lehnt sich an die Methode der Ökobilanz an, wobei aufgrund der Komplexität der Fragestellung und der bestehenden Datenlücken Vereinfachungen vorgenommen werden mussten. Dies betrifft insbesondere die Auswahl der berücksichtigten Produkte; so konnten nicht alle in Haushalten nachgefragten Produkte und Dienstleistungen in die Bilanz einbezogen werden. Beispielsweise wurde im PF 3 Lebensmittel der Bereich „Essen außer Haus“ nicht in die Stoffstromanalyse aufgenommen. Ein solches Modul lässt sich aber problemlos ergänzen, wenn entsprechende statistische und ökobilanzielle Daten vorliegen.

In der Stoffstromanalyse wurden die Lebenswegphasen Herstellung, Nutzung und Entsorgung einschließlich der notwendigen Upstream- und Downstream-Prozesse betrachtet. Bezüglich der Datenverfügbarkeit gilt, dass die Herstellungs- und die Nutzungsphase relativ gut mit Daten hinterlegt werden konnten. Dies betrifft sowohl die statistischen Daten zur Definition der Nachfrage der Haushalte als auch die ökobilanziellen Daten. Teilweise mussten Abstriche gemacht werden, beispielsweise standen in verschiedenen Fällen (z.B. Herstellung Fahrrad) nur Daten zur Materialzusammensetzung, nicht aber zu Verarbeitungsprozessen zur Verfügung. Ähnlich mussten für die Nutzungsphase teilweise Näherungen zum Nutzungsverhalten getroffen werden. Für die Entsorgung lagen weder hinsichtlich der statistischen noch hinsichtlich der ökobilanziellen Daten befriedigende produktspezifische Grundlagen vor, so dass diese Phase mit einer großen Unsicherheit versehen ist. Grundsätzlich wurde darauf geachtet, dass die größten Quellen für Umweltbelastungen berücksichtigt werden, so dass das Ergebnis trotz der erwähnten Vereinfachungen als robust bezeichnet werden kann. Bestätigt wurde diese Einschätzung dadurch, dass die Ergebnisse der ersten Stoffstromanalyse von 1999 nicht wesentlich von den Ergebnissen der aktualisierten Stoffstromanalyse abweichen, obwohl eine Reihe zusätzlicher Nachfrageelemente neu hinzugenommen wurden (z.B. Möbel, Wohnungsrenovierung) und Detaillierungen vorgenommen werden konnten.

In der Wirkungsabschätzung wurden die Wirkungskategorien berücksichtigt, die standardmäßig in Ökobilanzen einbezogen werden. Hierzu gehören: Kumulierter Energieaufwand (KEA), Treibhauspotenzial (GWP), Versauerungspotenzial (AP), Eutrophierungspotenzial

(NP) und Photooxidantienbildung (POCP). Für die Kategorie Eutrophierung muss angemerkt werden, dass die Ergebnisse zum Produktfeld Lebensmittel aufgrund entsprechender Lücken in den Grundlagendaten zu Phosphaten unterschätzt sind. Die Aggregation der Wirkungskategorien erfolgte nach der am Öko-Institut entwickelten Methode EcoGrade (vgl. Bunke et al. 2002), die für die Gewichtungen der Wirkungskategorien offiziell festgelegte Umweltziele als Grundlage verwendet (z.B. Reduktion der CO₂-Emissionen um 25 % bis zum Jahr 2010 (Basisjahr: 1990; BMU 1998)).

Das Gesamtergebnis der Stoffstromanalyse ist in nachfolgender Tabelle dargestellt; die jeweiligen Beiträge sind beispielhaft für die Kategorie Gesamtumweltbelastung in der nachfolgenden Abbildung aufgezeigt.

Die Relevanz der Produktfelder entspricht für die ersten vier – PF 1 bis PF 4 – im Wesentlichen ihrer Nummerierung, wobei das PF 2 relevanter als PF 1 ist. Das Produktfeld Mobilität weist die größte Gesamtumweltbelastung auf, gefolgt vom Produktfeld Haus und Wohnung. Die übrigen 6 Produktfelder folgen in weitem Abstand. Den kleinsten – aufgrund der Datengrundlage tendenziell aber unterschätzten – Beitrag leistet das Produktfeld Textilien. In den Wirkungskategorien kumulierter Energieaufwand, Treibhaus- und Versauerungspotenzial sind die Produktfelder 1 bis 4 mit fallender Bedeutung am relevantesten. Zieht man die Produktfelder Lebensmittel und Küche zum Bedürfnisfeld Ernährung zusammen, so rückt dieses Feld für das Treibhauspotenzial auf den zweiten Platz nach dem Produktfeld Haus und Wohnung vor. In den Wirkungskategorien Eutrophierungspotenzial (NP) und Photooxidantienpotenzial liegt das Produktfeld Mobilität an erster Stelle. In der Wirkungskategorie Photooxidantienpotenzial spielt die Mobilität absolut dominierende Rolle. Das Produktfeld Lebensmittel rangiert bezüglich der Eutrophierung nur an fünfter Stelle, allerdings dürfte hierbei die mangelhafte Datengrundlage eine wesentliche Rolle spielen.

Tabelle 1 Gesamtergebnis der Stoffstromanalyse für einen statistischen Durchschnittshaushalt in Deutschland im Jahr 2001 nach Produktfeldern und Wirkungskategorien.

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamtumweltbelastung
	GJ	KgCO ₂ Äq	kgSO ₂ Äq	kgP04Äq	kgETHÄq	mikro UZBP
PF1 Haus und Wohnung	100,0	7.065	11,5	0,93	0,98	23.858
PF2 Mobilität	56,5	3.959	10,9	1,26	5,39	32.640
PF3 Lebensmittel	20,9	3.758	3,8	0,11	0,61	8.686
PF4 Küche	15,6	953	1,9	0,20	0,06	3.631
PF5 Textilien	2,0	97	0,8	0,04	0,08	935
PF6 Bad	6,1	360	1,0	0,07	0,07	1.581
PF7 Kommunikationsgeräte	14,6	462	1,3	0,29	0,07	2.713
PF8 Unterhaltungselektronik	5,2	323	0,7	0,06	0,02	1.293
Summe	220,9	16.977	32,0	2,98	7,27	75.338

An dieser Stelle sei aber darauf hingewiesen, dass für Verbraucherentscheidungen nicht nur der Anteil an Stoffströmen relevant ist, sondern auch die leichte Realisierbarkeit von Maßnahmen (versus Hemmnissen) sowie Zeitaspekte. Beispielsweise können Energiesparlampen, die T-NetBox, Ökostrom oder Car-Sharing schnell und unaufwändig gekauft bzw. genutzt werden. Änderungen im Haus (z.B. Wärmedämmung, Einbau von Heizungen) können mit der Entscheidungshoheit (Eigentümer/Mieter) kollidieren oder nur zu bestimmten Zeitpunkten sinnvoll ausgeführt werden (z.B. Ersatz von Altgeräten o.ä.)

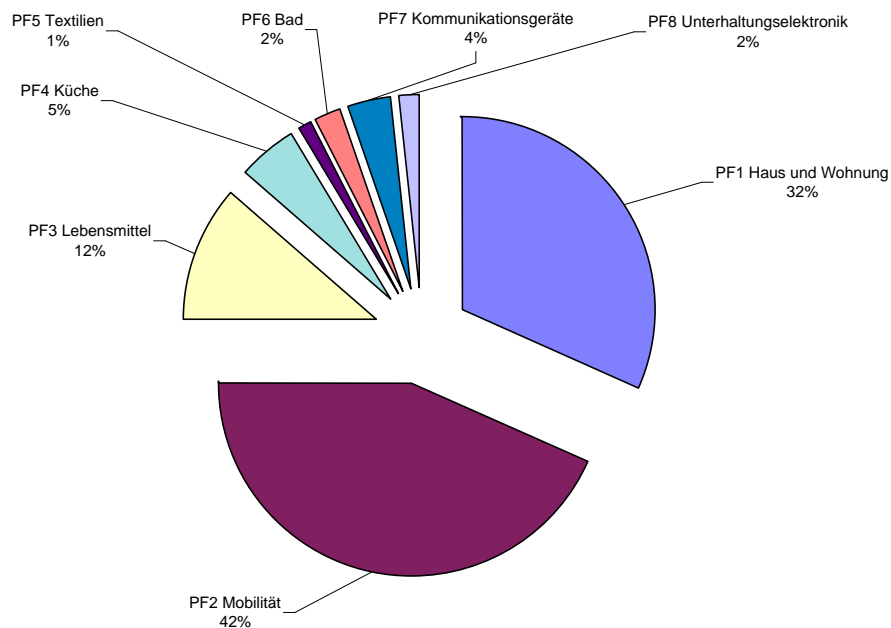


Abbildung 1 Gesamtergebnis der Stoffstromanalyse nach Anteilen der Produktfelder am Beispiel der Gesamtumweltbelastung (UZBP).

Die Beiträge der betrachteten Lebenswegphasen teilen sich für die Gesamtumweltbelastung mit etwa 72 % auf die Nutzungs- und etwa 28 % auf die Herstellungsphase auf. Die Entsorgungsphase hat nur einen Anteil von 0,1 % und spielt damit nicht zuletzt aufgrund ungenügender Datengrundlagen eine vernachlässigbare Rolle.

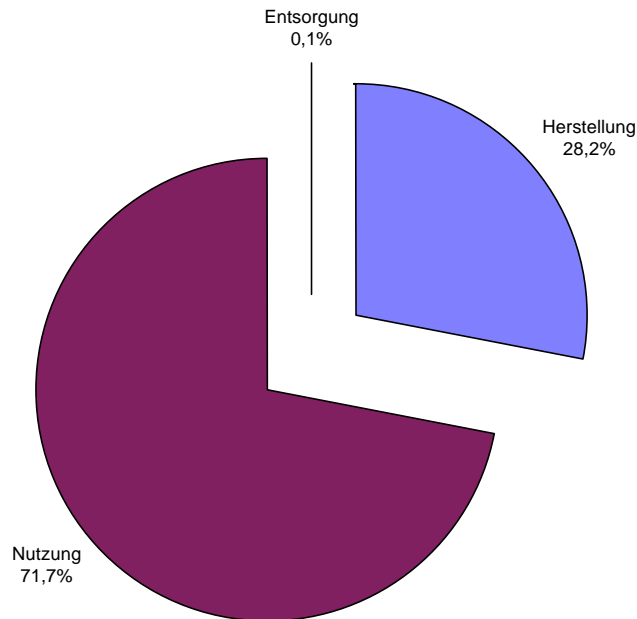


Abbildung 2 Anteil der betrachteten Phasen Herstellung und Nutzung am Gesamtergebnis der Stoffstromanalyse am Beispiel der Gesamtumweltbelastung (UZBP).

Für die Herstellungsphase zeigt sich ein gegenüber dem Gesamtergebnis deutlich verändertes Bild bezüglich der Bedeutung der Produktfelder bezogen auf die Gesamtumweltbelastung. Das Produktfeld Lebensmittel gewinnt mit einem Anteil von 40 % deutlich an Bedeutung, mit 31 % folgt das Produktfeld Mobilität und mit 17 % das Produktfeld Haus und Wohnung. Die verbleibenden 12 % teilen sich auf die übrigen Produktfelder auf.

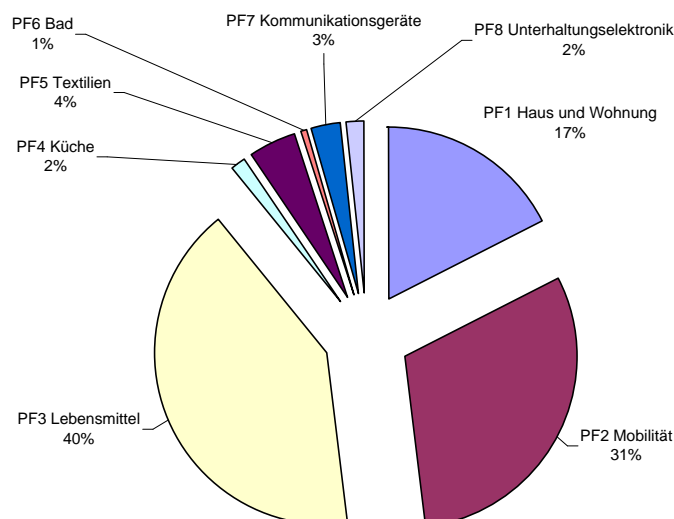


Abbildung 3 Herstellungsphase nach Produktfeldern am Beispiel der Gesamtumweltbelastung (UZBP).

Wird die Nutzungsphase für die Gesamtumweltbelastung isoliert betrachtet, so zeigen sich wieder das Produktfeld Mobilität mit 48 % und das Produktfeld Haus und Wohnung mit 37 % als wichtigste Verursacher. Die Produktfelder Lebensmittel und Textilien sind definitionsgemäß mit einem Anteil von 0 % vertreten, da die Zubereitung von Lebensmitteln im Produktfeld Küche und das Waschen der Textilien im Produktfeld Bad erfolgt.

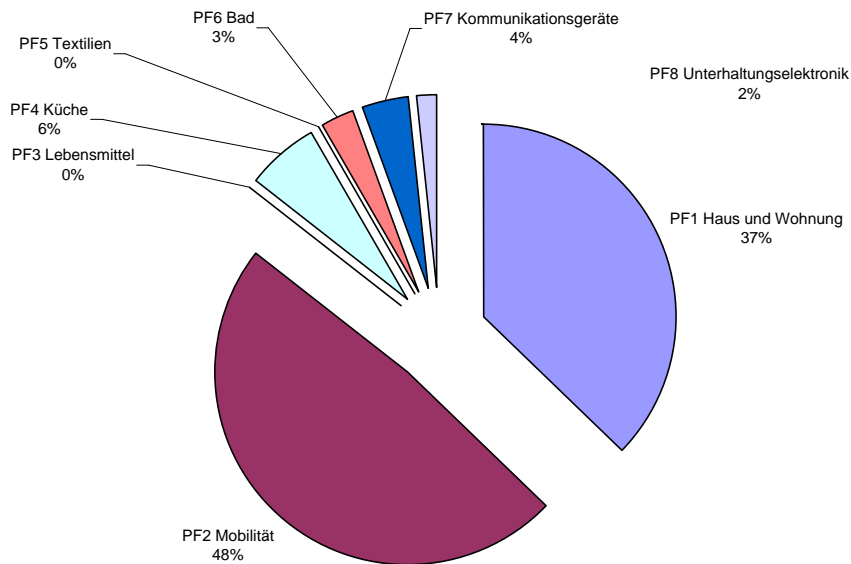


Abbildung 4 Nutzungsphase nach Produktfeldern am Beispiel der Gesamtumweltbelastung (UZBP).

1 Einführung

Die Stoffstromanalyse wurde im Rahmen der **EcoTopTen-Initiative** des Öko-Instituts zur Förderung von nachhaltigem Konsum und Produkt-Innovationen im Massenmarkt durchgeführt (vgl. ausführlich unter www.ecotopten.de). Die EcoTopTen-Initiative besteht aus einem Forschungs-Projekt und der EcoTopTen-Kampagne.

EcoTopTen wendet sich an anspruchsvolle Verbraucher und bietet professionelle Informationen und Marktübersichten über Produkte und Dienstleistungen. Im Fokus stehen dabei die EcoTopTen-Produkte, die wie folgt definiert sind: hohe Qualität, angemessener und bezahlbarer Preis, ökologisch, sozialverträglich, Unterstützung eines umweltfreundlichen und Kosten sparenden Gebrauchs.

Die EcoTopTen-Kampagne wird durch ein Forschungs-Projekt vorbereitet, das im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und in Kooperation mit dem Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) bearbeitet wird. In dem Projekt werden die zehn wichtigsten Produktgruppen bestimmt und Nachhaltigkeits-Analysen für ausgewählte Produktgruppen durchgeführt. Für die Bestimmung dieser zehn Produktfelder wurde im Jahr 1999 eine orientierende Stoffstromanalyse durchgeführt. Diese wurde in der vorliegenden Studie für das Jahr 2003 überarbeitet und detailliert.¹

Bei den einzelnen Produktgruppen werden bestehende Produkte auf ihre Eignung geprüft und Produktentwicklungen begleitet. Dabei wird die Methode PROSA – Product Sustainability Assessment eingesetzt.

Aufbauend auf diesen Produkt-Nachhaltigkeits-Analysen werden Innovationsziele für EcoTopTen-Produkte festgelegt und den Unternehmensverbänden und interessierten Unternehmen vorgestellt. Nach einem festgelegten Zeitraum wird ein Ranking der dann auf dem Markt befindlichen Produkte durchgeführt, wobei die EcoTopTen-Innovationsziele als Kriterien zugrunde gelegt werden.

Die Ergebnisse der Marktübersicht werden mit der EcoTopTen-Kampagne (2005 – 2006) an die Verbraucher kommuniziert. Die Verbraucher können sich bei der Kampagne auch über nachhaltige Nutzungsoptionen, über Ökoeffizienz-Strategien ("Ökologie für den kleinen Geldbeutel") sowie über Best-Practice-Kampagnen mit ähnlicher Zielrichtung informieren.

¹ Die Ergebnisse der Stoffstromanalyse wurden in Quack (2003) bereits veröffentlicht.

2 Methodik und allgemeines Vorgehen

Die Stoffstromanalyse orientiert sich an der Methodik der Ökobilanz (vgl. DIN EN ISO 14000ff.), nimmt aber aufgrund der Komplexität des untersuchten Systems vielfach Vereinfachungen vor.

Auf eine Darstellung der einzelnen Schritte wird an dieser Stelle verzichtet und auf den Bericht PROSA T-NetBox verwiesen (vgl. Quack und Grießhammer 2004).

In der Wirkungsabschätzung wurden die Wirkungskategorien berücksichtigt, die standardmäßig in Ökobilanzen einbezogen werden. Hierzu gehören: Kumulierter Energieaufwand (KEA), Treibhauspotenzial (GWP), Versauerungspotenzial (AP), Eutrophierungspotenzial (NP) und Photooxidantienbildung (POCP). Für die Kategorie Eutrophierung muss angemerkt werden, dass die Ergebnisse zum Produktfeld Lebensmittel aufgrund entsprechender Lücken in den Grundlagendaten zu Phosphaten unterschätzt sind. Die Aggregation der Wirkungskategorien erfolgte nach der am Öko-Institut entwickelten Methode EcoGrade (vgl. Bunke et al. 2002), die für die Gewichtungen der Wirkungskategorien offiziell festgelegte Umweltziele als Grundlage verwendet (z.B. Reduktion der CO₂-Emissionen um 25 % bis zum Jahr 2010 (Basisjahr: 1990; BMU 1998)).

Die Bilanzierung erfolgte mit Hilfe des Softwaretools Umberto.

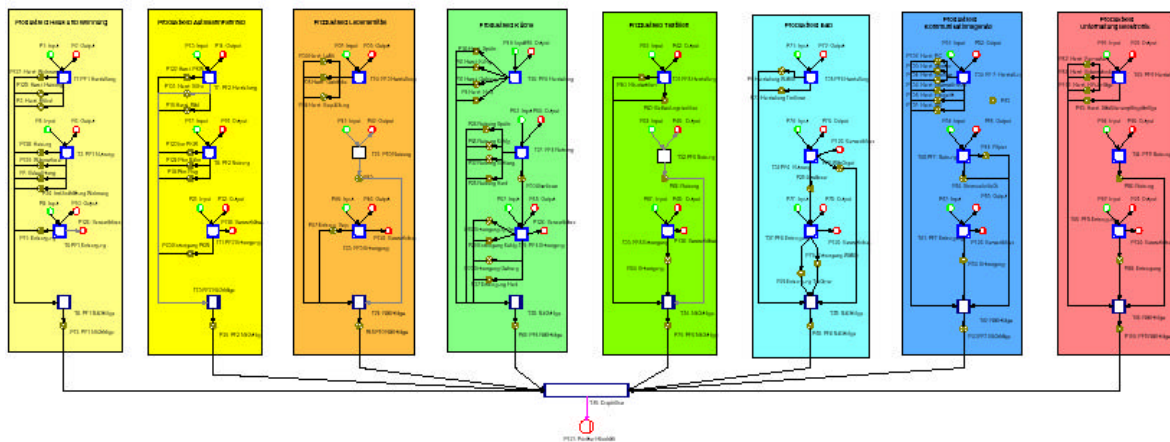


Tabelle 2 Das bilanzierte System, wie es sich in Umberto darstellt.

2.1 Zielsetzung

Mit der Stoffstromanalyse wurden drei Ziele verfolgt:

- Ausgehend von der für das Jahr 1999 erstellten orientierenden Stoffstromanalyse für die privaten Haushalte in Deutschland (vgl. Griebhammer und Möller 1999) sollte eine Aktualisierung für das Jahr 2001 durchgeführt werden.
- Die Stoffstromanalyse sollte zudem weitere Wirkungskategorien betrachten. Insgesamt sollten berücksichtigt werden: kumulierter Energieaufwand, Treibhauspotenzial, Versauerungspotenzial, Eutrophierungspotenzial und Photooxidantienpotenzial.
- Die Ergebnisse der Wirkungsabschätzung sollten auf der Basis des Bewertungssystems EcoGrade bewertet und als Gesamtumweltbelastung zusammengefasst werden.

2.2 Festlegung funktionelle Einheit

Die funktionelle Einheit ist definiert als ein bundesdeutscher Durchschnittshaushalt mit den gemäß Statistik in einem Jahr erfolgten Verbräuchen und Gebräuchen in den Produktfeldern 1 bis 8. Bezugsjahr ist 2001. Im Jahr 2001 gab es in Deutschland bei einer Bevölkerung von 82,188 Millionen Einwohnern 38,456 Millionen privater Haushalte. Ein statistischer Durchschnittshaushalt bestand im Jahr 2001 aus 2,16 Personen.

Diese allgemeine Definition wurde im ersten Arbeitsschritt mit konkreten Daten zu den Verbräuchen und Gebräuchen eines Durchschnittshaushalts hinterlegt. Dies geschah auf der Basis der durchschnittlichen Haushaltsausstattung, durchschnittlicher Nutzungsgewohnheiten, typischer Geräteeigenschaften etc. und ist im nächsten Kapitel näher ausgeführt.

2.3 Systemgrenzen

Basierend auf der Nachfrage der privaten Haushalte in Deutschland wurden die direkt und indirekt damit verknüpften Umweltauswirkungen ermittelt. Dazu wurden die jeweiligen Vorketten – z.B. Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse, Energiebereitstellung – ebenso einbezogen wie die Nachketten – Entsorgungs- und Recyclingprozesse. Im Detail ist dies für die einzelnen Produktfelder in den nachfolgenden Kapiteln dargestellt. Die Systemgrenzen wurden wie folgt festgelegt:

PF 1: Haus und Wohnung

(Zu-)Bau an neuen Wohnungen
Bereitstellung von Raumwärme
Bereitstellung von Warmwasser
Bereitstellung von Beleuchtung
Instandhaltung/Modernisierung Wohnungen
Anschaffung Möbel
Entsorgung Wohnungen

PF 2: Mobilität

Anschaffung, Nutzung und Entsorgung PKW
Nutzung Bahn
Anschaffung und Nutzung Fahrrad
Urlaubsflüge

PF 3: Lebensmittel

Verbrauch an Lebensmitteln
Verbrauch an Lebensmittelverpackungen

PF 4: EcoTopTen Küche

Anschaffung, Gebrauch und Entsorgung von Kühl- und Gefriergeräten
Anschaffung, Gebrauch und Entsorgung von Herden
Anschaffung, Gebrauch und Entsorgung von Geschirrspülmaschinen

PF 5: Textilien

Anschaffung von Haushaltstextilien
Anschaffung von Bekleidungstextilien

PF 6: EcoTopTen Bad

Anschaffung, Gebrauch und Entsorgung von Waschmaschinen
Anschaffung, Gebrauch und Entsorgung von Wäschetrocknern

PF 7: Kommunikationsgeräte

Anschaffung, Gebrauch und Entsorgung von Computern (inkl. Monitor)
Anschaffung, Gebrauch und Entsorgung von Internetanschlüssen
Anschaffung, Gebrauch und Entsorgung von Druckern
Anschaffung, Gebrauch und Entsorgung von Faxgeräten
Anschaffung, Gebrauch und Entsorgung von Anrufbeantwortern
Verbrauch von Papier

PF 8: Unterhaltungselektronikgeräte

Anschaffung, Gebrauch und Entsorgung von Fernsehern
Anschaffung, Gebrauch und Entsorgung von Videorekordern
Anschaffung, Gebrauch und Entsorgung von Satellitenempfangsanlagen
Anschaffung, Gebrauch und Entsorgung von HiFi-Anlagen

Anmerkung zu den Produktfeldern PF 9 und PF 10:

Bei PF 9 Grüner Strom handelt es sich um ein quer zu den anderen Produktfeldern liegendes Produktfeld, das aus diesem Grund jeweils integriert und nicht als separat ausgewiesenes Produktfeld berücksichtigt wird.

Im Fall von PF 10 Grüne Geldanlagen sind noch keine Erkenntnisse über quantitativ nachgewiesene Umweltentlastungspotenziale von Grünen Geldanlagen verfügbar. Darüber hinaus sind sie aus methodischen Gründen auch grundsätzlich schwer zu bestimmen. Hier lässt sich aus diesem Grund keine Berechnung durchführen.

Die oben aufgelisteten Kategorien wurden anhand statistischer Daten für einen bundesdeutschen Durchschnittshaushalt konkretisiert. Dabei wurden nach Möglichkeit Top-Down-Daten verwendet. Es wurden generell auch die jeweiligen Bottom-Up-Daten zu den Kategorien recherchiert. Dies dient einerseits zum Vergleich von Top-Down- und Bottom-Up-Daten (Kontrollschritt), andererseits ist es aber auch hilfreich für solche Fälle, in denen keine Top-Down-Daten verfügbar sind. Als Datenbasis stehen statistische Daten des Statistischen Bundesamtes, des Kraftfahrtbundesamtes, des VDEW etc. zur Verfügung. Wo aufgrund der Datenverfügbarkeit als Bezug das Jahr 2001 nicht eingehalten werden kann, ist dies explizit vermerkt.

Um eine bessere Einschätzung der bisherigen und zukünftigen Entwicklungen zu ermöglichen, wurden soweit möglich ergänzend zu den Daten für das Jahr 2001 auch Daten für die Jahre 1999 und 2000 dargestellt. Für die Berechnungen wurden die jeweils aktuellsten Daten i.d.R. aus dem Jahr 2001 verwendet; ggf. auch die Daten aus dem Jahr 1999 oder 2000. Dies ist im Text entsprechend beschrieben.

2.4 Anforderung an Daten und Datenqualität

Basierend auf der in Arbeitsschritt 1 definierten funktionellen Einheit und den Randbedingungen wurden in Arbeitsschritt 2 geeignete Ökobilanzdaten für die Hinterlegung recherchiert. Wesentlich sind Datensätze zur Herstellung der jeweiligen Produkte sowie zu deren Gebrauch. Wichtig war dabei, dass die jeweiligen Datensätze

- die entsprechenden Lebenswegphasen berücksichtigen, wie sie aus der Beschreibung der funktionellen Einheit hervorgehen (z.B. Herstellung und Nutzung – oder nur Nutzung - mit den jeweiligen Vor- und Nachketten);
- Input-/Output-Daten zu (möglichst) allen der nachfolgend aufgeführten Wirkungskategorien enthalten: Ressourceninanspruchnahme (energetische und metallische Ressourcen), Treibhauspotenzial, Versauerungspotenzial, Eutrophierungspotenzial (aquatisch, terrestrisch), Photooxidantienpotenzial.
- einem möglichst aktuellen Stand entsprechen, optimal ist Stand 2001.
- ansonsten dem üblichen Stand von Forschung und Wissenschaft bei Ökobilanzen entsprechen (u.a. Repräsentativität), der an dieser Stelle nicht mehr näher ausgeführt werden soll (vgl. dazu z.B. Bericht PROSA T-NetBox, Kapitel Ökobilanz, im gleichen Projekt unter Quack et al., 2004).

Als Datenquellen wurden u.a. die Softwareinstrumente GEMIS und Umberto[®] benutzt. In Fällen, in denen es keine Daten zu den konkreten Produkten gab, wurde auf generische Daten zurückgegriffen, d.h. die Produkte wurden allein auf der Basis der pro Produkt eingesetzten Materialien und ihren Vorketten berechnet (z.B. Fahrrad in PF 2).

3 Spezifisches Vorgehen in den Produktfeldern

3.1 Produktfeld 1 Haus und Wohnung

In Produktfeld 1 Haus und Wohnung wurde die Nachfrage der privaten Haushalte berücksichtigt, die direkt der Wohnung zuzuschreiben sind. Darunter fallen jeweils anteilig:

- Neubau von Wohnungen;
- Herstellung von Möbeln;
- Bereitstellung von Raumwärme, Warmwasser und Beleuchtung;
- Instandhaltung von Wohnungen;
- Abriss Entsorgung von Wohnungen.

3.1.1 Statistische Datengrundlage

Neubau

Tabelle 3 Wohnungsneubau ohne Maßnahmen in bestehenden Gebäuden. Quellen: DIW-Wochenbericht 34/02, Statistisches Jahrbuch 2002, Statistisches Jahrbuch 2000, Statistisches Jahrbuch 1998.

Neubau von Wohnungen	Einheit	1998	1999	2000	2001	2002*
Wohnungen in Wohn- und Nichtwohnbauten zusammen	Anzahl Wohnungen	443.748	418.800	379.300	292.600	256.700
Wohnungen pro Haushalt in Wohn- und Nichtwohnbauten zusammen	Anzahl Wohnungen/HH	0,012	0,011	0,010	0,008	-

* Prognose DIW

Tabelle 4 Im Jahr 2000 neu gebaute Wohngebäude nach Art des verwendeten Baustoffs. Quelle: Statistisches Jahrbuch 2002

Wohngebäude mit	Stahl	Stahlbeton	Holz	Ziegel	sonstiger Mauerstein	sonstiger Baustoff	Anzahl Wohngebäude [Stück]
1 Wohnung	0,0%	5,8%	12,5%	39,7%	41,0%	1,0%	157.696
2 Wohnungen	0,0%	3,8%	10,3%	46,2%	38,8%	0,9%	21.582
3 und mehr Wohnungen	0,1%	8,2%	2,0%	44,0%	45,4%	0,3%	13.747
Wohnheime	0,0%	27,0%	4,0%	41,2%	26,2%	1,6%	126
gewichtete Summe	0,0%	5,7%	11,5%	40,7%	41,1%	1,0%	193.151

Anschaffung von Möbeln

Tabelle 5 Übersicht über die zugrunde gelegten Daten zu Stückzahlen und Gewicht der pro Jahr angeschafften Möbelstücke. (Quelle: HDH und VDM u.a. auf der Basis von Daten des statistischen Bundesamtes). Die Spalten 2 bis 6 beziehen sich auf die Basisberechnung (1,26 Möbelstücke/HH), Spalte 7 auf die Hochrechnung auf Gesamtproduktion an Wohnmöbeln (2,24 Möbelstücke/HH).

Top-Down-Ansatz	Produzierte Stückzahl (1998)	Anteil an der Stückzahl	Stück pro Haushalt	Gewicht pro Stück ohne Verpackung	Massefluss pro Haushalt	Gesamtbedarf Möbelstücke Wohnen	Gewichtsanteil
	Stück	Prozent	Stück/HH	kg/Stück	kg pro Haushalt und Jahr	kg pro Haushalt und Jahr	Prozent
Stühle	4.757.000	10,20%	0,129	5,6* resp. 19,16**	1,56	2,78	2,23%
Tische	1.105.000	2,40%	0,03	45	1,35	2,4	1,93%
Schränke	5.721.000	12,30%	0,155	228,45	35,41	62,95	50,54%
Polstermöbel	5.978.000	12,80%	0,162	39,85** resp. 54,2****	7,47	13,29	10,67%
Matratzen	5.089.000	10,90%	0,138	16	2,21	3,93	3,15%
Küchenelemente	23.960.000	51,40%	0,648	34,03	22,05	39,2	31,48%
Summe	46.610.000	100,00%	1,26	-	70,06	124,55	100,00%

* Holzstuhl, gepolstert (0,067 Stück)

** Drehstuhl (0,062 Stück)

*** Polstersessel (0,091 Stück)

**** Zweisitzer-Sofa (0,071 Stück)

Maßnahmen im Wohnungsbestand

Tabelle 6 Bestand an Wohnungen. Quelle: DIW-Wochenbericht 34/02, Statistisches Jahrbuch 2002

Bestand an Wohnungen	Einheit	1998	2000
Wohnungen im Bestand in Wohn- und Nichtwohnbauten zusammen	Anzahl Wohnungen	37.529.202	38.383.774
Wohnungen pro Haushalt im Bestand in Wohn- und Nichtwohnbauten zusammen	Anzahl Wohnungen/HH	1,00	1,01

Tabelle 7 Verhältnis Bestand zu Neubau an Wohnungen. Quelle: DIW-Wochenbericht 34/02, Statistisches Jahrbuch 2002

	Einheit	1998	1999	2000	2001	2002
Anteil Neubau an Bestand	Prozent	1,33%	1,24%	1,10%	-	-
Neubau von Wohnungen in Wohn- und Nichtwohnbauten zusammen	Anzahl Wohnungen	443.748	418.800	379.300	292.600	256.700
Bau von Wohnungen in bestehenden Wohn- und Nichtwohnbauten zusammen	Anzahl Wohnungen	56.842	54.000	43.800	33.600	30.500
Wohnungen im Bestand in Wohn- und Nichtwohnbauten zusammen	Anzahl Wohnungen	37.529.202	37.984.298	38.383.774	-	-

Tabelle 8 Maßnahmen im Wohnungsbestand (Instandhaltung, Umbau etc.). Quelle: DIW-Wochenbericht 34/02, Statistisches Jahrbuch 2002

Bau von Wohnungen in bestehenden Gebäuden	Einheit	1998	1999	2000	2001	2002
Bau von Wohnungen in Wohn- und Nichtwohnbauten zusammen	Anzahl Wohnungen	56.842	54.000	43.800	33.600	30.500
Bau von Wohnungen pro Haushalt in Wohn- und Nichtwohnbauten zusammen	Anzahl Wohnungen/HH	0,0015	0,0014	0,0011	0,0009	

Heizwärmebereitstellung und Beleuchtung

Tabelle 9 Wohnfläche. Quelle: Statistisches Jahrbuch 2002

Wohnfläche	Einheit	1998	1999	2000
Gesamt-Wohnfläche	1.000 m ²	3.153.853	3.201.599	3.245.491
Wohnfläche pro Person	m ² /Person	38,45	39,00	39,49
Wohnfläche pro Haushalt	m ² /Haushalt	84,03	84,71	85,13

Tabelle 10 Raumwärmebedarf. Quellen: VDEW-Materialien M-23/2002, VDEW-Materialien M-21/2001, VDEW-Materialien M-35/2000, VDEW-Materialien M-22/1999, Statistisches Jahrbuch 2002

Raumwärmebedarf	Einheit	1998	1999	2000	2001
Raumwärme priv. Haushalte gesamt	Mrd. kWh	596,7	558,5	525,1	588,6
Raumwärme pro Haushalt	kWh/HH	15.899	14.776	13.773	15.306
Raumwärmebedarf pro Quadratmeter Wohnfläche	kWh/m ² *a	189,21	174,44	161,79	179,79

Tabelle 11 Anteil der Energieträger an der Raumwärmebereitstellung. Quellen: VDEW-Materialien M-23/2002, VDEW-Materialien M-21/2001, VDEW-Materialien M-35/2000, VDEW-Materialien M-22/1999, Statistisches Jahrbuch 2002

Energieträger für Raumwärme - anteilig	1998	1999	2000	2001
Heizöl EL	37,9%	36,9%	35,3%	35,1%
Ergas	42,7%	43,0%	44,2%	44,0%
Strom	3,8%	3,8%	4,0%	4,0%
Fernwärme	6,5%	6,9%	7,0%	6,6%
Kohle	2,2%	2,2%	1,7%	1,7%
Sonstiges	6,8%	7,3%	7,8%	8,6%
Summe	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabelle 12 In der Bilanz zugrunde gelegte Heizungssysteme. Quellen: VDEW-Materialien M-23/2002, VDEW-Materialien M-21/2001, VDEW-Materialien M-35/2000, VDEW-Materialien M-22/1999, Statistisches Jahrbuch 2002. Franz, R. in: Bericht zum Forum Hemmnisabbau Zukünftige Optionen für die rationelle Energienutzung am 25. und 26. Februar 2002 im Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe 2002.

	1998	1999	2000	2001
Gas, Brennwert	1,9%	2,5%	3,1%	3,8%
Gas, atm. Brenner	40,8%	40,5%	41,1%	40,2%
Heizöl, atm. Brenner	37,9%	36,9%	35,3%	35,1%
Strom (ab Netz)	3,8%	3,8%	4,0%	4,0%
Fernwärme (Umberto)	6,5%	6,9%	7,0%	6,6%
Kohle (Einzelofen, Steinkohlebrikett)	2,2%	2,2%	1,7%	1,7%
Sonstiges (Holz, Solar, Wärmepumpe)	6,8%	7,3%	7,8%	8,6%

Tabelle 13 Heizwärmebedarf für Warmwasser. Quellen: VDEW-Materialien M-23/2002, VDEW-Materialien M-21/2001, VDEW-Materialien M-35/2000, VDEW-Materialien M-22/1999, Statistisches Jahrbuch 2002.

	Einheit	1998	1999	2000	2001
Endenergie für Warmwasser priv. Haushalte gesamt	Mrd. kWh	87,1	85,5	82,2	82,2
Endenergie für Warmwasser pro Haushalt	kWh/HH*a	2.321	2.262	2.157	2.138
Warmwasserwärmebedarf pro Quadratmeter Wohnfläche	kWh/m ² *a	27,62	26,70	25,33	25,12

Energiebereitstellung (Energieträgermix etc.) für Warmwasser wird angenommen wie für Heizwärmebedarf.

Tabelle 14 Endenergiebedarf für die Beleuchtung. Quellen: Materialien M-23/2002, VDEW-Materialien M-21/2001, VDEW-Materialien M-35/2000, VDEW-Materialien M-22/1999

Top-Down-Ansatz 1	Einheit	1998	1999	2000	2001
Strombedarf priv. HH für Beleuchtung gesamt	kWh	11.397.400.000	11.397.400.000	11.397.400.000	11.397.400.000
Strombedarf pro HH für Beleuchtung	kWh/HH	303,67	301,56	298,96	296,38

Tabelle 15 Endenergiebedarf für die Beleuchtung zum Vergleich als Bottom-up-Ansatz. Quellen: Materialien M-23/2002, VDEW-Materialien M-21/2001, VDEW-Materialien M-35/2000, VDEW-Materialien M-22/1999

Bottom-Up-Ansatz	Einheit	2001
Endenergieverbrauch pro HH f. Bel.	kWh/HH	280
Endenergieverbrauch priv. HH f. Bel. gesamt	kWh	10.767.680.000

3.1.2 Ökobilanz Datengrundlage

Für die Bilanzierung des Neubaus, der Instandhaltung und der Entsorgung von Wohnungen wurde auf das Softwaretool BASIS zurückgegriffen, das am Öko-Institut entwickelt wurde (Buchert et al. 2004). Damit war es möglich, ausgehend von den Neubauraten im Jahr 2001, den Wohnungsbestand und die in einem Jahr (Bezugsjahr 2001) anfallenden Umweltauswirkungen zu bilanzieren. Grundlage für die Berechnung der Umweltauswirkungen des Neubaus war die in nachstehender Tabelle dargestellte Statistik.

Tabelle 16 Neubau. Grundlagendaten für die Berechnungen in BASIS. Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 5, R. 1, 2001 (Genehmigung Bauvorhaben im Hochbau 2001, Errichtung neuer Gebäude)

Anzahl Wohnungen pro Wohngebäude	Deutschland	Alte Bundesländer	Neue Bundesländer
1	136.722	109.622	27.100
2 – DHH	17.886	15.515	2.371
2 – RHH	17.886	15.515	2.371
3	7.731	7.116	615
4 bis 6	21.997	19.467	2.530
3 bis 6	29.728	26.583	3.145
7 bis 12	25.035	22.335	2.700
13 bis 19	11.080	9.821	1.259
20+	17.204	14.299	2.905
13+	28.284	24.120	4.164
Gesamtsumme Wohnungen in Wohngebäuden	255.541	213.690	41.851

Die Herstellung der Möbel wurde auf der Basis bzw. der Materialzusammensetzung von Möbelstücken des Möbelhauses Ikea bilanziert. Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die jeweils zugrunde gelegten Modelle.

Die anteiligen Wohnungen in Nichtwohngebäuden (vgl. Tab. 3) wurden ebenfalls anhand der BASIS-Daten bilanziert.

Tabelle 17 Überblick über die bilanzierten Möbel. Quelle: IKEA-Katalog 2000

Bereich	Kategorie	Möbelbezeichnung	Ausgewähltes Modell	Bemerkungen
Stühle	Sitzmöbel vorwiegend mit Gestell aus Metall	Drehstühle, gepolstert mit Rückenlehne und Rollen	Drehstuhl Maximal	Mit Armlehnen und Rollen.
	Sitzmöbel vorwiegend mit Gestell aus Holz	Andere gepolsterte Sitzmöbel mit Gestell aus Holz	Stuhl Adam, gepolsterter Holzstuhl	
Polstermöbel	Sitzmöbel vorwiegend mit Gestell aus Holz	Mehrsitzer gepolstert mit Anbauelement, Couches, Sofas	Ektorp 2-Sitzer	
	Sitzmöbel vorwiegend mit Gestell aus Holz	Polstersessel	Ektorp Polstersessel	
Küchen	Holzmöbel für Küchen	Holzmöbel für Küchenelemente	Küchensystem Faktum. Küchen-Unterschrank Ärglig weiß	Höhe 80 cm, Tiefe 60 cm, Breite 60 cm, 1 Schublade, 2 Regalböden, 1 Fronttür. melaminbeschichtete Spanplatte; Kantenleisten: ABS; Scharniere: Stahl
Schränke		Diverse Schränke, referenziert durch Kleiderschrank	Pax Kleiderschrank mit Nexus Türen	2 Elemente á 0,5m mit Schubladen und ein Element á 1m mit Türen, jeweils 2,36m hoch.
Tische		Wohn- und Esszimmertische aus Holz	Esstisch Jussi, ausziehbarer Esstisch	Holz furnier
Matratzen	Auflegematratzen	Auflegematratzen aus anderen Stoffen mit Federkern	Sultan Mansken	Federkernmatratze 200x90x16cm

Die Möbel wurden anhand ihrer Materialzusammensetzung bilanziert. Die dazu verwendeten Ökobilanzmodule für die einzelnen Materialien sind in nachfolgender Tabelle aufgelistet. Auf eine detaillierte Darstellung aller Möbelstücke wird an dieser Stelle allerdings verzichtet. Die entsprechenden Unterlagen stehen elektronisch zur Verfügung.

Tabelle 18 Datengrundlage für die Bilanzierung der Möbel

	Referenziertes Material	Quelle
ABS	ABS-Herstellung und Spritzguss	Umberto 3.5, APME
Bezugstoffe	Mischgewebe 50% BW & 50% PES	Umberto 3.5
	Rohbaumwolle	Grießhammer et al. 1994
	PES-Herstellung & Stapelfasern	Umberto 3.5
Glasfaserverstärktes Nylon		Umberto 3.5, APME
Hartfaserplatten		GEMIS 3.08
Karton	Wellkarton (Recyclingfaser 1)	BUWAL 250 1996
Massivholz (Buche, Pappel)		Umberto 3.5, ifeu
Massivholz (Kiefer, Fichte)		Umberto 3.5, ifeu
Melaminharz	Epoxidharz, flüssig	Umberto 3.5, APME
PE-Folie	Herstellung LDPE + Folienherstellung	Umberto 3.5, APME
Polyesterwattierung, Polyesterflocken	PES-Stapelfasern	Umberto 3.5
Polypropylen	PP-Herstellung und Spritzguss	Umberto 3.5, APME
Polyurethan Weichschaumstoff		Umberto 3.5, APME
PVC-Folie	PVC-Herstellung und Folien	Umberto 3.5, APME
Spanplatten		GEMIS 3.08
Sperrholz	Brettschichtholz	GEMIS 3.08
Stahl	80% Primärstahl (Module Eisen + Blasstahl); 20% Sekundärstahl (Modul Elektrostahl)	Umberto 3.5

Für den Energieverbrauch in der Nutzungsphase standen statistische Daten des VDEW zur Verfügung. Für die Bilanzierung der Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung beziehen sich die Daten auf den statistisch belegten Energieträger- und Heizungsanlagenmix, der anhand entsprechender Module aus GEMIS 4.1 abgebildet wurde. Die Strombereitstellung wurde anhand des Strommix aus Umberto 4.2 bilanziert.

Der Energiebedarf für die Nutzungsphase kann folgendermaßen zusammengefasst werden:

- 15.899 kWh/HH*a thermische Energie für Raumwärme
- 2.321 kWh/HH*a thermische Energie für Warmwasser
- 299 kWh/HH*a elektrische Energie für die Beleuchtung

Der Energie- und Anlagenmix für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser ist in Tabelle 12 schon dargestellt und braucht an dieser Stelle nicht wiederholt zu werden.

3.1.3 Einschränkungen in der Belastbarkeit der Ergebnisse

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Entsorgungsphase aufgrund mangelnder Datengrundlagen u.a. zu Entsorgungsprozessen unterschätzt wird. Bei einer Überarbeitung der Stoffstromanalyse sollte diesbezüglich nachgefasst werden.

3.2 Produktfeld 2 Mobilität

Im Produktfeld Mobilität wurden die Fortbewegungsmittel PKW, Fahrrad, Bahn und Flugzeug berücksichtigt. Konkret floss

- die Herstellung von PKW und Fahrrad,
- die Nutzung von PKW, Bahn und Flugzeug (nur Urlaubsflüge),
- die Entsorgung der PKW

mit jeweils dem einem Durchschnittshaushalt anzurechnenden Anteil in die Bilanz ein.

3.2.1 Statistische Datengrundlage

Personenkraftwagen

Tabelle 19 Neuzulassungen, Löschungen und anteilig jährlich zu entsorgende pro durchschnittlichem Haushalt. Quelle: Verkehr in Zahlen 2002/2003, Wallau 2001.

	Einheit	1998	1999	2000	2001
Bestand	1.000 PKW	41.674	42.324	42.840	44.307
Neuzulassungen	1.000 PKW	3.736	3.802	3.378	3.342
Löschungen	1.000 PKW	3.469	3.046	2.554	3.024
in Deutschland verwertete Altfahrzeuge (Export ca. 50%; Schätzwert siehe Diskussion in Wallau 2001)	1.000 PKW	1.735	1.523	1.277	1.512
Durchschnittsalter PKW bei Löschung*	a	11,8	11,6	11,6	11,8
<i>PKW pro Haushalt</i>					
Bestand	PKW/HH	1,11	1,12	1,12	1,15
Neuzulassungen	PKW/HH	0,10	0,10	0,09	0,09
Löschungen	PKW/HH	0,09	0,08	0,07	0,08
in Deutschland verwertete Altfahrzeuge (Export ca. 50%; Schätzwert siehe Wallau 2001)	PKW/HH	0,05	0,04	0,03	0,04
anzurechnende zu entsorgende Materialmenge pro Haushalt (bei einem Leergewicht von 1.000 kg pro Altfahrzeug; Schätzwert siehe Diskussion in Wallau 2001)	kg/HH	46,21	40,30	33,50	39,32

Tabelle 20 Überblick über den PKW-Bestand und die durchschnittliche Fahrleistung pro durchschnittlichem Haushalt .Quellen: DIW Wochenbericht 51/02, Statistisches Jahrbuch 2002, Verkehr in Zahlen 2001/2002, Pressebericht 2003 Kraftfahrtbundesamt

	Einheit	1999	2000	2001
Bestand PKW	1.000 Stück	42.324	42.840	44.307
Davon mit Otto Motor	1.000 Stück	36.691	36879	37.608
Anteilig mit Otto Motor	Prozent	87%	86%	85%
Davon mit Diesel Motor	1.000 Stück	5633	5.961	6.699
Anteilig mit Diesel Motor	Prozent	13%	14%	15%
Fahrleistung pro PKW	km/PKW*a	12.600	12.100	11.500
Bestand PKW pro 1.000 Einwohner	Anzahl/1.000 Einwohner	516	521	533
Bestand PKW pro durchschnittlichem Haushalt	Anzahl/HH	1,12	1,12	1,15
Fahrleistung gesamt pro durchschnittlichem Haushalt und Jahr	km/HH*a	14.110	13.597	13.225
Hochrechnung auf Personenkilometer bei einer Auslastung von 1,4 Personen/PKW	Pkm/HH*a	19.754	19.036	18.515

Ausstattung der Haushalte mit Fahrrädern

Tabelle 21 Fahrradbestand in Deutschland umgelegt auf einen statistischen Durchschnittshaushalt. Quelle: Verkehr in Zahlen 2001/2002

Top-Down-Ansatz	Einheit	1999	2000	2001
Gesamtbestand Fahrräder in Deutschland	1000 Stück	74.100	74.500	74.600
Bestand Fahrräder pro Haushalt	Stück pro Haushalt	1,96	1,95	1,94

Ein Fahrrad hat eine durchschnittliche Nutzungsdauer von acht Jahren.

Bahnnutzung

Tabelle 22 Pro Haushalt im Nah- und Fernverkehr der Bahn zurückgelegte Personenkilometer. Quelle: Verkehr in Zahlen 2001/2002

	Einheit	1999	2000	2001
Personenkilometer Schienenverkehr (Mrd. km/a)	Mrd km/a	73,60	75,10	75,30
davon Nahverkehr (Mrd. km/a)	Mrd. km/a	39,00	39,20	40,50
anteilig Nahverkehr	Prozent	53%	52%	54%
davon Fernverkehr (Mrd. km/a)	Mrd. km/a	34,60	35,90	35,00
anteilig Fernverkehr	Prozent	47%	48%	46%
Personenkilometer pro Haushalt und Jahr gesamt (km/HH*a)	km/HH*a	1.947,35	1.969,89	1.958,08
Personenkilometer pro Haushalt und Jahr Nahverkehr (km/HH*a)	km/HH*a	1.031,88	1.028,22	1.053,15
Personenkilometer pro Haushalt und Jahr Fernverkehr (km/HH*a)	km/HH*a	915,47	941,66	904,93

Urlaubsflüge

Tabelle 23 Pro Haushalt anzurechnenden Urlaubsflüge. Quelle: Verkehr in Zahlen 2002/2003, Statistisches Jahrbuch 2002

Top-Down-Ansatz	Einheit	1998	1999	2000	2001
Personenverkehr Urlaubsflüge gesamt (Verkehrsleistung)	Mrd. Pkm	21,4	21,5	22,4	k.A.
Personenverkehr Urlaubsflüge pro Haushalt (Verkehrsleistung)	Pkm/HH	570	569	588	k.A.

3.2.2 Ökobilanz Datengrundlage

Die Ökobilanzdaten zur Herstellung und zur Entsorgung der PKW sowie deren jeweiligen Vorketten wurden der Sachbilanz des Golf A4 der Volkswagen AG entnommen (Schweimer 2000). Abweichend davon wurde allerdings ein durchschnittliches Leergewicht von 1.000 kg pro PKW angenommen, da dies dem durchschnittlichen PKW am Markt eher zu entsprechen schien (vgl. dazu Wallau 2001). Der Einfluss dieser Leergewichtsveränderung auf das Ergebnis ist dabei allerdings nur gering.

Tabelle 24 Werkstoffzusammensetzung eines PKW mit einem Leergewicht von 1.000 kg. Quelle: Schweimer 2000

Werkstoff	Gewicht [kg]	Anteil [%]
Stahl und Eisen	634,392	59,92%
Kunststoffe	167,465	15,82%
Kraftstoff/Öl/Fett	63,989	6,04%
Leichtmetall	51,832	4,90%
Gummi	44,124	4,17%
Glas	30,095	2,84%
E-Motor, Kabel	24,944	2,36%
NE-Metalle	19,43	1,84%
Dämmstoffe	16,26	1,54%
Lacke	4,156	0,39%
Sonstige	2,113	0,20%
Summe	1058,8	100,00%

Tabelle 25 End-of-Life eines PKW mit einem Leergewicht von 1.000 kg. Quelle: Schweimer. 2000

	Einheit	Shredder	Demontage	Gesamt	Anteilig
Batterie	Stück	0	1	1	
Altöl	kg	0	7	7	1%
Reifen	kg		24,08	24,08	2%
Aluminium	kg	26,86	7,41	34,27	3%
Eisen	kg	615,94	22,23	638,17	64%
Kupfer	kg	8,80	1,48	10,28	1%
Kunststoff	kg		14,82	14,82	1%
Teileverkauf	kg		51,87	51,87	5%*
Leichtmüll	kg	219,51		219,51	22%
davon Verbrennung	kg	164,87		164,87	16%
davon Deponie	kg	54,65		54,65	5%
Gesamt	kg	871,11	128,89	1000	100%
Anteilig	Prozent	87%	13%	100%	

* in 80% der Autos Teile mit einem Gewicht von insgesamt 70 kg

Für die Nutzung der PKW wurden die Daten von Tremod (Transport Emission Estimation Model, Ausgabe 2000²) zugrunde gelegt. Diese umfassen Durchschnittsdaten u.a. zum Primärenergiebedarf, zu Emissionsfaktoren und beziehen sich auf das Jahr 2000.

Für die Herstellung der Fahrräder wurde ein generisches Modul auf der Basis der angenommenen Materialzusammensetzung verwendet (siehe nachfolgende Tabelle). Die Verarbeitung selbst wurde mangels Daten nicht betrachtet. Die Nutzung der Fahrräder ist nur in Form der anfallenden Verschleißteile berücksichtigt (siehe nachfolgende Tabelle), die menschliche Arbeit, die für die Fortbewegung erforderlich ist, wird in Ökobilanzen bislang generell nicht berücksichtigt.

Die Ökobilanzierung wurde anhand von Datenmodulen zu den jeweiligen Werkstoffen aus den Modul-Datenbanken Umberto und GEMIS durchgeführt.

² unter <http://www.umweltbundesamt.de/verkehr/datenumodelle/emission/tremod/tremod.htm>

Tabelle 26 Anteiliger Materialaufwand für die Bereitstellung von Fahrrädern in privaten Haushalten.
 Voraussetzung: Lebensdauer acht Jahre; Verschleißteile drei Jahre.
 Quelle: Materialzusammensetzung, mündl. Mitteilung R. Reuther 2003

Materialaufwand pro Jahr und Haushalt	Einheit	1999	2000	2001
Anzahl Fahrräder pro Haushalt	Stück/HH	1,96	1,95	1,94
Aluminium (Rahmen, Lenker)	kg/HH*a	2,21	2,19	2,18
Stahl (Lager, Kette, Umleger,)	kg/HH*a	2,70	2,68	2,67
Gummi/Kautschuk (Reifen, Schläuche)	kg/HH*a	1,80	1,79	1,78
Polystyrol (Schutzblech, Lampengehäuse etc.)	kg/HH*a	0,15	0,15	0,15
Polyester (Lackierung)	kg/HH*a	0,05	0,05	0,05
PVC (Kabel)	kg/HH*a	0,05	0,05	0,05
Gesamtmenge	kg/HH*a	6,94	6,91	6,87

Die Herstellung der Züge bzw. des Rollmaterials wird aufgrund der hohen Kilometerleistung, der langen Lebensdauer und der dementsprechend geringen pro Pkm anzurechnenden Materialmengen nicht einbezogen (vgl. dazu auch UmweltMobilCheck 2002). Züge werden typischerweise für 25 bis 30 Jahre genutzt (Köser et al. 2002) und weisen beispielsweise im Fernverkehr Gesamtleistungen von mehreren Millionen Kilometern auf.

Für die Bahnnutzung wurden ebenfalls Daten von TREMOD verwendet, allerdings beziehen sie sich aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit auf das Jahr 1999.

Die Herstellung der Flugzeuge wird wie schon die Herstellung der Züge aufgrund der hohen Kilometerleistung, der langen Lebensdauer und der dementsprechend geringen pro Pkm anzurechnenden Materialmengen nicht einbezogen.

Für die Bilanzierung der Urlaubsflüge wird das entsprechende Datenmodul aus GEMIS 4.07 verwendet.

3.3 Produktfeld 3 Lebensmittel

Das Produktfeld 3 „Lebensmittel“ umfasst die Bereitstellung von Lebensmitteln für den Inner-Haus-Verzehr und von Getränken. Die Zubereitung von Mahlzeiten wird nicht im Produktfeld „Lebensmittel“ behandelt, sondern im Produktfeld „Küche“, wo die Nutzung von Kühl- und Gefriergeräten, Herd und Spülmaschine berücksichtigt wird. Außerdem umfasst das Produktfeld die Herstellung und Entsorgung von Lebensmittel- und Getränkeverpackungen.

Die funktionelle Einheit ist die gemäß Statistik in einem Jahr erfolgte Nachfrage nach Lebensmitteln und Getränken (inklusive deren Verpackungen) eines bundesdeutschen Durchschnittshaushalts.

Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die verwendeten statistischen Daten (Kapitel 3.3.1) und die zugrunde liegenden Ökobilanzdaten (Kapitel 3.3.2).

3.3.1 Statistische Datengrundlage

Im Rahmen der Erhebungen der amtlichen Statistik zum Preisindex für die Lebenshaltung werden die Verbrauchsgewohnheiten der privaten Haushalte umfassend und detailliert erfasst. Aus der Fülle des Güterangebots werden einige Hundert (derzeit ca. 750) Waren und Dienstleistungen ausgewählt. Die Gesamtheit der ausgewählten Güter heißt Warenkorb.

Der Verbrauch privater Haushalte an verschiedenen Lebensmitteln wurde mit Hilfe des Warenkorbs berechnet. Hierzu wurden 20 Lebensmittelkategorien gebildet, die dann bilanziert wurden. Der Verbrauch an Lebensmitteln für den Außer-Haus-Verzehr wurde nicht abgebildet.

Der Verbrauch an Frucht- und Gemüsesäften und Nektaren sowie an Bier wurde ebenfalls mit Hilfe der amtlichen Statistik erhoben (Statistisches Jahrbuch 2002, Kapitel 9.12: Produktion ausgewählter Erzeugnisse und Kapitel 21.5: Verbrauch ausgewählter Genussmittel).

Die Gesamtmenge an Verpackungen für Lebensmittel und Getränke ergibt sich über einen bestimmten Prozentsatz an der Gesamtmenge an verbrauchten Lebensmitteln und Getränken. Aufschluss über den Anteil unterschiedlicher Verpackungsmaterialien an den Verpackungen und Verwertungsquoten gibt die Publikation „Daten zur Umwelt – der Zustand der Umwelt in Deutschland 2000“ des Umweltbundesamtes.

In der nachfolgenden Tabelle sind die entsprechenden Werte und Datenquellen zusammengestellt.

Tabelle 27 Verbrauch an Lebensmitteln, statistische Datengrundlage

	Spezifikation	Quelle
Lebensmittelkategorie		
"Inner-Haus"-Verzehr	(in kg/Haushalt und Jahr)	Warenkorb BRD, 2000, eigene Zusammenfassungen
Milch	166,6	
Joghurt	48,2	
Käse	47,1	
Butter	32,9	
Margarine	15,3	
Pflanzenöl	28,5	
Rindfleisch	24,1	
Schweinefleisch	98,6	
Geflügel	21,9	
Brot	186,3	
Mehl	32,9	
Teigwaren	11,0	
Zucker	72,3	
Kartoffel	153,4	
Tomate-saisonal	21,9	
Tomate-asaisonal	15,3	
Gemüse	139,2	
Obst	54,8	
Apfel	65,8	
Erdbeere	13,2	
<i>SUMME</i>	<i>1249,3</i>	
"Außer-Haus"-Verzehr		Noch nicht integriert

Tabelle 28 Verbrauch an Getränken

	Spezifikation	Quelle
Getränkategorie		
Frucht- und Gemüsesäfte, Nektare	47,3 Liter/Einwohner und Jahr = 101,4 Liter/Haushalt und Jahr	Stat. Jahrbuch 2002, Kap. 9.12, S. 205
Bier	118 Liter/Einwohner und Jahr = 252,9 Liter/Haushalt und Jahr	Stat. Jahrbuch 2002, Kap. 21.5, S. 553

Tabelle 29 Verpackung für Lebensmittel und Getränke

	Spezifikation	Quelle
Anteil verschiedener Verpackungsmaterialien		
Anteil verschiedener Verpackungsmaterialien:		Daten zur Umwelt 2000, S. 63, Tab. 6.6
Glas	48,1 %	
Weißblech	9,4 %	
Aluminium	1,4 %	
Kunststoffe	13,2 %	
Papier	24,8 %	
Flüssigkeitskarton	3,1 %	
Verpackungsentsorgung		
Zusammensetzung Flüssigkeitskarton:		Ecological Profile Report for the European Aluminium Industry, EAA, Brussels 1996
Rohkarton	74,0 %	
Aluminiumfolie	5,0 %	
Polyethylen (LDPE)	21,0 %	
Verwertungsquote (Rest zu 100 %: Reststoffdeponie)		Daten zur Umwelt 2000, S. 63, Tab. 6.6
Glas	85,9 %	
Weißblech	84,4 %	
Aluminium	69,7 %	
Kunststoffe	70,4 %	
Papier	86,3 %	
Flüssigkeitskarton	67,9 %	

3.3.2 Ökobilanz Datengrundlage

Neben den statistischen Daten zum Verbrauch bzw. zur Entsorgung an Lebensmitteln, Getränken und den dazugehörigen Verpackungen werden zur Bilanzierung aller Stoff- und Energieströme noch ökobilanzielle Grundlagendaten benötigt.

Diese Daten geben Auskunft darüber, welche Energie- und Materialinputs und Materialoutputs mit der Bereitstellung einer Einheit eines bestimmten Lebensmittels, Getränks oder Verpackungsmaterials verbunden sind.

Die Daten sind den Datenbanken aus den Softwareinstrumenten „Gemis“ und „Umberto ®“ entnommen. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Modulbezeichnung und die Datenquelle, die der Modellierung der verschiedenen Produkte und Materialien zugrunde liegt.

Folgende Abkürzung für die Datenbanken wurde gewählt:

(1) U41_STANDARD_LIB

(2 a) GEMIS 4.13

(2 b) GEMIS 4.14

Tabelle 30 Ökobilanzielle Datengrundlage des Produktfelds 3 „Lebensmittel“

	Modulbezeichnung	Datenbasis
Lebensmittelbereitstellung		
Lebensmittel „Inner-Haus“ (außer Zucker und Mehl)		(2 b)
Zucker und Mehl	'NG-Mix\Mehl-konventionell'	(2 a)
Getränkebereitstellung	'NG-Herstellung/Zucker'	(2 a)
Frucht- und Gemüsesäfte	'NG-Herstellung/Saft (BMBF-SC)'	(2 a)
Bier	'NG-Herstellung/Bier'	(2 a)
Verpackungsbereitstellung		
Glas	Mischglas (75% Altglas)	(1), Habersatter, K.; Ökobilanzen von Packstoffen, Bern, 1991
Weißblech	Weißblech (ETH)	(1), Frischknecht, R. (1994); Ökoinventare für Energiesysteme, ETH Zürich
Aluminium	Aluminium	(1), Hofstetter, P. et al.; Ökoinventare für Energiesysteme. Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz, Zürich, 1994
Kunststoffe	Flasche (PE)_*	(1), Web-Publikationen von APME ³
Papier	Papier (Natur, ungebleicht)	(1), Göttsching, L. 1990 Habersatter, K.: Ökobilanz von Packstoffen, Bern, 1991
Flüssigkeitskarton	Getränkekarton, 1 Liter *	(1), Ecological Profile Report for the European Aluminium Industry, EAA, Brussels 1996
Verpackungsentsorgung		
Es wurde lediglich eine Aufteilung in Abfälle zur Verwertung und Abfälle zur Entsorgung getroffen (siehe oben). Die Entsorgung und das Recycling selbst wurden nicht bilanziert.		

³ Ausnahme: ein negativer Materialinput wurde als Kuppelprodukt gewertet und deshalb als positiver Output in die entsprechende Transition aufgenommen. Für Brennstoffinputs wird zusätzlich - abweichend von APME - der Kumulierte Energieaufwand (KEA) ausgewiesen.

3.3.3 Einschränkungen in der Belastbarkeit der Ergebnisse

Folgende Prozesse wurden im Produktfeld 3 nicht berücksichtigt:

- Außer-Haus-Verpflegung: aufgrund der fehlenden Datengrundlage konnte die Außer-Haus-Verpflegung nicht bilanziert werden.
- Andere Getränke außer Frucht- und Gemüsesäften und Bier: aufgrund fehlender Daten zur Bereitstellung von z.B. Mineralwässern, Limonaden, Wein und Schaumwein konnten diese Getränke nicht bilanziert werden.

Eine besondere Schwierigkeit im Produktfeld 3 „Lebensmittel“ ergibt sich aus den landwirtschaftlichen Prozessen, die zur Bereitstellung von Lebensmitteln und einigen Getränken notwendig sind. Insbesondere bei der Wirkungskategorie „aquatische Eutrophierung“ bestehen bei den bestehenden Daten erhebliche Unsicherheiten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die aquatische Eutrophierung über die Menge der anorganischen Stickstoff- und Phosphorverbindungen bestimmt wird, die aus dem Boden ausgewaschen werden. Das Eutrophierungspotenzial wird dann mit Hilfe bestimmter Faktoren aus diesen Emissionen berechnet.

Die Auswaschung der eutrophierenden Verbindungen hängt sehr stark von verschiedenen Faktoren ab:

- Menge an anorganischen Stickstoff- und Phosphorverbindungen im Boden. Dies ist abhängig von folgenden Faktoren:
 - Düngung: Art und Menge des aufgebrauchten Düngers
 - Art der Bodenbearbeitung: bei stärkerer Bodenbearbeitung wird der Boden besser durchlüftet. Dadurch findet eine stärkere Mineralisierung statt
 - Verbleib der Erntereste auf dem Feld oder nicht
 - Fruchtfolge, Anbau von Zwischenfrüchte (ob und welche)
- Die Auswaschung direkt betreffende Parameter:
 - Bodentyp (sandige Böden haben ein geringeres Wasserhaltevermögen als z.B. lehmige Böden. Dadurch werden Mineralien bei Regenfällen schneller ausgewaschen.)
 - Klima insgesamt aber auch kurzfristige Wetterereignisse (z.B. starke Regenfälle...)

Insgesamt ist es also sehr schwierig, belastbare Daten zur Auswaschung von anorganischen Stickstoff- und Phosphorverbindungen beim Anbau bestimmter Feldfrüchte aus dem Boden zu erhalten. Dies ist teilweise beim direkten Vergleich verschiedener Anbaumethoden oder verschiedener Anbaugelände mit bestimmten klimatischen Bedingungen möglich. Für den „durchschnittlichen“ Anbau einer bestimmten Feldfrucht erscheint die Schwankungsbreite der Daten zu hoch.

In der vorliegenden Untersuchung wurden daher keine anorganischen Stickstoff- und Phosphorverbindungen aus landwirtschaftlichen Prozessen zur Berechnung des aquatischen Eutrophierungspotenzials berücksichtigt.

3.4 Produktfeld 4 EcoTopTen Küche

Das Produktfeld 4 „Küche“ umfasst die Herstellung, Nutzung und Entsorgung der folgenden Haushaltsgeräte:

- Kühlgeräte
- Gefriergeräte
- Spülmaschinen
- Herde (Elektro-Herde, Gas-Herde und Mikrowellen)

Die Verkaufsverpackung ist ebenfalls berücksichtigt.

Die funktionelle Einheit ist die gemäß Statistik in einem Jahr erfolgte Herstellung, Nutzung und Entsorgung der genannten Haushaltsgeräte für bzw. durch einen bundesdeutschen Durchschnittshaushalt. Das heißt, es wird beispielsweise nicht die Herstellung eines ganzen Haushaltsgeräts angerechnet, sondern nur ein bestimmter Anteil davon. Hierzu wird mit Hilfe des Ausstattungsgrads oder –bestands und der durchschnittlichen Lebensdauer des Haushaltsgeräts die durchschnittliche jährliche Bezugsmenge an Haushaltsgerät pro Haushalt berechnet. Bezugsjahr ist, soweit aufgrund der vorliegenden Daten möglich, das Jahr 2001.

Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die verwendeten statistischen Daten (Kapitel 3.4.1) und die zugrunde liegenden Ökobilanzdaten (Kapitel 0).

3.4.1 Statistische Datengrundlage

Zur Bilanzierung der Umweltauswirkungen des Produktfelds 4 „Küche“ sind für jedes betrachtete Produkt folgende Daten notwendig:

- Gewicht und Materialzusammensetzung des Geräts
- Aufwendungen bei der Herstellung des Geräts
- Gewicht und Materialzusammensetzung der Verpackung des Geräts
- Verbrauch an Produkt pro Jahr (berechnet aus Lebensdauer und Ausstattungsbestand)
- Verbrauchswerte während der Nutzung (Energie, Wasser, Spül-/Reinigungsmittel)
- Energiequelle für die Nutzung (Strom, Gas)
- Angaben zur Menge an zu entsorgenden Geräten
- Angaben zur Abwasserbehandlung und zur Art der Entsorgung der Geräte

Die Daten wurden verschiedenen Quellen entnommen. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die angenommenen Daten und deren Quelle.

Tabelle 31 Statistische Datengrundlage im Produktfeld 4 „Küche“; Kühlgeräte

	Spezifikation	Quelle
Herstellung		
Masse	48 kg	berechnet nach Angaben aus bsve o.J.
Materialzusammensetzung		BASF 2002
Eisenmetalle	43,5%	
Aluminium	2,6%	
Kupfer	11,1%	
HIPS (High Impact Poly Styrol)	13,4%	
Polypropylen (PP)	0,2%	
Acryl-Butadien-Styrol (ABS)	1,6%	
Polyvinylchlorid (PVC)	0,9%	
Styrol-Acrylnitril (SAN)	0,3%	
Polyethylen/PMMA/Nylon/Gummi	1,2%	
Polyurethan (PUR) (Schaum)	17,0%	
Öl	0,7%	
Glas	2,1%	
Dichlorodifluoromethane (CFC 12 (R 12))	0,3%	
Anderes	5,2%	
Aufwendungen bei der Herstellung	66 kWh	BASF 2002
Materialzusammensetzung Verpackung		BASF 2002
Karton	3,8 kg/Gerät	
Kunststoff (PE-Folie)	0,2 kg/Gerät	
Lebensdauer	15 Jahre	BASF 2002
Ausstattungsbestand	116,4 %	www.destatis.de, Mai 2003
Verbrauch an Kühlgeräten pro Haushalt und Jahr	0,08 Stück	Eigene Rechnung
Nutzung		
Energieverbrauch während der Nutzung (Ausstattungsgrad)		
Erstgerät	305 kWh p.a. (99 %)	HEA 2003c
Zweitgerät	210 kWh p.a. (19 %)	HEA 2003c
Gesamt	342 kWh p.a.	Eigene Rechnung
Energiequelle für die Nutzung	Strom	

	Spezifikation	Quelle
Entsorgung		
Menge an zu entsorgenden Geräten		
In Gesamtdeutschland	2 800 000 Stück	berechnet nach Angaben aus bsve o.J.
Recycelt werden folgende Materialien:		Eigene Annahme
Eisenmetalle		
Aluminium		
Kupfer		
Dichlorodifluoromethane (CFC 12 (R 12))		
Nicht recycelt werden folgende Materialien:	MVA / Deponie	
HIPS (High Impact Poly Styrol)	76 % / 24 %	
PP	76 % / 24 %	
Acryl-Butadien-Styrol (ABS)	76 % / 24 %	
PVC	76 % / 24 %	
SAN (Styrol-Acrylnitril)	76 % / 24 %	
PE/PMMA/Nylon/Gummi	76 % / 24 %	
PUR (Schaum)	76 % / 24 %	
Öl	76 % / 24 %	
Glas	76 % / 24 %	
Energieaufwand Nachgebrauchsphase	8,34 kWh	Analog Waschmaschinen, Kursbuch Lebensqualität 1995, S. 168

Tabelle 32 Statistische Datengrundlage im Produktfeld 4 „Küche“; Gefriergeräte

	Spezifikation	Quelle
Herstellung		
Masse	78 kg	berechnet nach Angaben aus bsve o.J.
Materialzusammensetzung		BASF 2002
Analog Kühlgeräten		
Aufwendungen bei der Herstellung	66 kWh	BASF 2002
Materialzusammensetzung Verpackung		BASF 2002
Analog Kühlgeräten		
Lebensdauer	15 Jahre	Kursbuch Lebensqualität
Ausstattungsbestand	83,0 %	www.destatis.de, Mai 2003
Verbrauch an Gefriergeräten pro Haushalt und Jahr	0,06 Stück	Eigene Berechnung

	Spezifikation	Quelle
Nutzung		
Energieverbrauch während der Nutzung (Ausstattungsgrad)		
Erstgerät	355 kWh p.a. (75 %)	HEA 2003c
Zweitgerät	420 kWh p.a. (16 %)	HEA 2003c
Gesamt	333 kWh p.a.	Eigene Berechnung
Energiequelle für die Nutzung	Strom	
Entsorgung		
Menge an zu entsorgenden Geräten		
In Gesamtdeutschland	816 667 Stück	berechnet nach Angaben aus bsve o.J.
Recycelt werden folgende Materialien:		Eigene Annahme
Analog Kühlgeräten		
Nicht recycelt werden folgende Materialien:		
Analog Kühlgeräten		
Energieaufwand Nachgebrauchsphase	8,34 kWh	Analog Waschmaschinen, Kursbuch Lebensqualität, 1995, S. 168

Tabelle 33 Statistische Datengrundlage im Produktfeld 4 „Küche“; Spülmaschinen

	Spezifikation	Quelle
Herstellung		
Masse	78 kg	berechnet nach Angaben aus bsve o.J.
Materialzusammensetzung		Kursbuch Lebensqualität
Stahlblech	23,3%	
Chromnickelstahl	15,0%	
Kunststoffe (Trend zu Recycling PP)	10,0%	
Holzfaserplatte	6,7%	
Beton	18,3%	
elektrische Teile/Metalle	6,7%	
Tauscherharz	1,7%	
sonstiges	18 %	
Aufwendungen bei der Herstellung	Pauschal 5 % der Umweltauswirkungen der Materialbereitstellung	PA Consulting 1992
Materialzusammensetzung Verpackung		BASF 2002
Karton	3,8 kg/Gerät	
Kunststoff (PE-Folie)	0,2 kg/Gerät	
Lebensdauer	12 Jahre	www.mietrecht.ch
Ausstattungsgrad	51,3 %	www.destatis.de, Juni 2002
Verbrauch an Spülmaschinen pro Haushalt und Jahr	0,04 Stück	Eigene Rechnung
Nutzung		
Verbrauchswerte während der Nutzung		
Anzahl Spülgänge p.a.	200	Eigene Annahme
Energieverbrauch pro Spülgang	1,3 kWh	VDI Bericht „Mittelklasse Modell“
Wasserverbrauch pro Spülgang	19 Liter	VDI Bericht „Mittelklasse Modell“
Verbrauch Reiniger pro Spülgang	22,5 g	VDI-Berichte Nr. 1400
Verbrauch Klarspüler pro Spülgang	2,5 g	VDI-Berichte Nr. 1400
Energiequelle für die Nutzung	Strom	

Entsorgung		
Schadstofffracht je kg Abwasser		
Phosphorverbindungen	5,0E-06 kg	Raach o.J. zitiert aus Möller/ Grießhammer 1999
Ammonium	2,5E-05 kg	
AOX	7,5E-08 kg	
BSB-5	3,0E-04 kg	
CSB	6,0E-04 kg	
Abwasserbehandlung in öffentlichen Kläranlagen in Deutschland		UBA 2002
Mechanische Abwasserbehandlung	1,0 %	
Biologische Abwasserbehandlung ohne gezielte Nährstoffelimination	7,2 %	
Biologische Abwasserbehandlung mit gezielter Nährstoffelimination	91,8 %	
Menge an zu entsorgenden Geräten		
In Gesamtdeutschland	50 % des jährlichen Verbrauchs an Spülmaschinen pro Haushalt und Jahr: 0,2 Stück	berechnet nach Angaben aus Entsorgungsstatistik 1999 und bsve o.J.
Recycelt werden folgende Materialien:		Eigene Annahme
Stahlblech		
Chromnickelstahl		
elektrische Teile/Metalle		
Nicht recycelt werden folgende Materialien:	MVA / Deponie	
Kunststoffe (Trend zu Recycling PP)	76 % / 24 %	
Holzfasertafel	76 % / 24 %	
Beton	76 % / 24 %	
Tauscherharz	76 % / 24 %	
Energieaufwand Nachgebrauchsphase	8,34 kWh	Analog Waschmaschinen, Kursbuch Lebensqualität, 1995, S. 168

Tabelle 34 Statistische Datengrundlage im Produktfeld 4 „Küche“; Herde und Mikrowellen

	Spezifikation	Quelle
Herstellung		
Masse (Mikrowelle)	80 kg (126,67 kg)	analog Waschmaschinen aus VZ BaWü 1996
Materialzusammensetzung		analog Waschmaschinen aus VZ BaWü 1996
Stahlblech	24,9%	
Blasstahl	30,1%	
Kunststoffe	8,4%	
Beton	29,0%	
Glas	1,8%	
Kupfer	2,0%	
Aluminium	3,9%	
Aufwendungen bei der Herstellung	Pauschal 5 % der Umweltauswirkungen der Materialbereitstellung	PA Consulting 1992
Materialzusammensetzung Verpackung		BASF 2002
Karton	3,8 kg/Gerät	
Kunststoff (PE-Folie)	0,2 kg/Gerät	
Lebensdauer		
E- und Gas-Herd	13 Jahre	Ebök 1998, zitiert nach Möller/Grießhammer 1999
Mikrowelle	12 Jahre	www.mietrecht.ch
Ausstattungsgrad		
E-Herd	84 %	ZVEI 2002
Gas-Herd	16 %	Annahme
Mikrowelle	59,4 %	www.destatis.de, Stand Mai 2003
Verbrauch an ... pro Haushalt und Jahr		
E-Herd	0,06 Stück	
Gas-Herd	0,01 Stück	
Mikrowelle	0,05 Stück	
Nutzung		
Energieverbrauch und Jahr		
pro Gerät: E-Herd	375,0 kWh (Strom)	HEA 2003c
Pro Haushalt: Gas-Herd	140,0 kWh (Gas)	Eigene Rechnung nach Prognos 2002
pro Gerät: Mikrowelle	36,5 kWh (Strom)	Böde et al 2000
Energiequelle für die Nutzung	Strom, Gas	

	Spezifikation	Quelle
Entsorgung		
Menge an zu entsorgenden Geräten		
In Gesamtdeutschland (Rest wird exportiert)	50 % des jährlichen Verbrauchs an Herden und 46 % des jährlichen Verbrauchs an Mikrowellen pro Haushalt und Jahr	berechnet nach Angaben aus Entsorgungsstatistik 1999 und bsve o.J.
Recycelt werden folgende Materialien:		
Stahlblech, Stahl		VZ BaWü 1996
Edelstahl		
Grauguss		
Aluminium		
Zink		
Kupfer		
Nicht recycelt werden folgende Materialien:		
	MVA / Deponie	
Beton	76 % / 24 %	
Glas	76 % / 24 %	
Elastomere	76 % / 24 %	
Thermoplaste	76 % / 24 %	
Energieaufwand Nachgebrauchsphase		
E- und Gas-Herd	8,34 kWh	Analog Waschmaschinen, Kursbuch Lebensqualität, 1995, S. 168
Mikrowelle	2,78 kWh	1/3 E-/Gas-Herd

3.4.2 Ökobilanz Datengrundlage

Neben den statistischen Daten zur Herstellung, Nutzung und Entsorgung der Haushaltsgroßgeräte im Produktfeld 4 „Küche“ werden zur Bilanzierung aller Stoff- und Energieströme noch ökobilanzielle Grundlagendaten benötigt.

Diese Daten geben Auskunft darüber, welche Energie- und Materialströme (Inputs, Outputs) mit der Bereitstellung einer Einheit eines bestimmten Materials oder einer Endenergieeinheit verbunden sind.

Die Daten sind den Datenbanken aus den Softwareinstrumenten „Gemis“ und „Umberto®“ entnommen. Umberto greift dabei z.T. auf die Daten der Ecolvent-Datenbank der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich zurück. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick darüber mit welchen Modulen die jeweiligen Materialien oder Endenergieeinheiten modelliert wurden, welcher Datenbank diese Module entnommen wurden und welche Datenquelle den Modulen zugrunde liegen.

Folgende Abkürzung für die Datenbanken wurde gewählt:

- (1) Standard Datenbank der Software Umberto®
- (2 a) Daten aus der Software GEMIS, Version 4.13
- (2 b) Daten aus der Software GEMIS, Version 4.14
- (3) Datenbank der ETH Zürich in Umberto®

Tabelle 35 Ökobilanzielle Datengrundlage des Produktfelds 4 „Küche“

	Modulbezeichnung	Datenbasis
Materialbereitstellung Kühl- und Gefriergeräte		
Eisenmetalle	Roheisen (ETH)	(1) Hofstetter, P. et al. 1994 Ullmann's 1990
	Blasstahl (ETH)	(1) Grunddaten von ETH Zürich
Aluminium	Aluminium	(1) Hofstetter, P. et al. 1994
Kupfer	Reinkupfer, primär	(1) Bruch, K. H., et al. 1995
HIPS (High Impact Poly Styrol)	Polystyrol (HIPS)_*	(1) Web-Publikationen von APME
Polypropylen (PP)	Polypropylen_*	(1) Web-Publikationen von APME
Acryl-Butadien-Styrol (ABS)	ABS Co-Polymer_*	(1) Web-Publikationen von APME
Polyvinylchlorid (PVC)	PVC (Durchschnitt)_*	(1) Web-Publikationen von APME
Styrol-Acrylnitril (SAN)	SAN Copolymer_*	(1) Web-Publikationen von APME
Polyethylen/PMMA/Nylon/Gummi	PMMA, Granulat_*	(1) Web-Publikationen von APME

Polyurethan (PUR) (Schaum)	Polyurethanschaum, starr	(1) ARCO Chemical, BASF, Bayer, Dow, EniChem, ICI, Rhone Poulenc, Shell Eco-profiles of the European plastics industry, Report 9: Polyurethane Precursors (TDI, MDI, Polyols) (Second Edition), A Report for ISOPA, Brussels, September 1997
Öl	Nicht bilanziert	
Glas	Mischglas (56% Altglas)	(1) Habersatter, K.: Ökobilanzen von Packstoffen, Bern, 1991
Dichlorodifluoromethane (CFC 12 (R 12))	Kältemittel R22	(3) "Ökoinventare von Energiesystemen" der Gruppe Energie-Stoffe-Umwelt (ESU) der ETH Zürich, 3. Auflage 1996
Materialbereitstellung Spülmaschine		
Stahlblech	Feinblech, el-verzinkt (IISI)	(1) IISI: Worldwide LCI Database for Steel Industry Products. Brüssel, 1998
Chromnickelstahl	Roheisen (ETH)	(1) Hofstetter, P. et al. 1994 - Ullmann's 1990
	Blasstahl (ETH)	(1) Grunddaten von ETH Zürich
Kunststoffe (Trend zu Recycling PP)	Polypropylen_*	(1) Web-Publikationen von APME
Holzfaslerplatte	Holz (Fichte)	(1) ifeu 1994
Beton	Beton Top 10	Eigene Modellierung
elektrische Teile/Metalle	Reinkupfer, primär	(1) Bruch, K. H. et al. 1995
Tauscherharz	Epoxidharz, flüssig_*	(1) Web-Publikationen von APME
Materialbereitstellung Herde		
Stahlblech	Feinblech, el-verzinkt (IISI)	(1) IISI 1998
Blasstahl	Roheisen (ETH)	(1) Hofstetter, P. et al. 1994 Ullmann's 1990
	Blasstahl (ETH)	(1) Grunddaten von ETH Zürich
Kunststoffe	Polystyrol (HIPS)_*	(1) Web-Publikationen von APME
Beton	Beton Top 10	Eigene Modellierung
Glas	Mischglas (56% Altglas)	(1) Habersatter, K. 1991
Kupfer	Reinkupfer, primär	(1) Bruch, K. H. et al. 1995.
Aluminium	Aluminium	(1) Hofstetter, P. et al. 1994

Materialbereitstellung Verpackung		
Karton	Karton (Verpackungs-)	(3) ETH 1996
Kunststoff (PE-Folie)	Polyethylen (HDPE)_*	(1) Web-Publikationen von APME
Energiebereitstellung Nutzung		
Strom		Eigene Modellierung nach BMW 2000 Frischknecht, R. et al. 1996
Erdgas	Erdgas (HH)	(1) GEMIS 2.1; Frischknecht, R. et al. 1994
Abwasserbehandlung		
Mechanisch	Kläranlage, mechanisch o.V.	(1) ifeu (1994)
Biologisch, ohne gezielte Nährstoffelimination	Kläranlage, biologisch m.V.	Ebd.
Biologisch, mit gezielter Nährstoffelimination	Kläranlage, weitergehend m.V.	Ebd.
Müllverbrennungsanlage	MVA mittlerer Standard	(1) IFEU o.J. UBA [1999] Achernbosch/Richters 1999 Achernbosch/Richters 1997 Schäfl 1995 Auksutat, Löffler 1998 Thome-Kozmiensky, 1994

3.4.3 Einschränkungen in der Belastbarkeit der Ergebnisse

Folgende Datenlücken bestehen bei der Bilanzierung des Produktfelds 4 „Küche“:

- Zur Materialzusammensetzung von Herden und Mikrowellen lagen leider keine Daten vor. Die Herstellung wurde daher entsprechend der Herstellung von Waschmaschinen bilanziert. Mikrowellen wurden entsprechend einer Drittel Waschmaschine bilanziert.
- Der Vertrieb der Geräte (vom Hersteller über den Händler zum Endverbraucher) wurde nicht bilanziert. Entsprechend den Ergebnissen anderer Studien trägt der Vertrieb jedoch nur zu einem geringen Anteil zu den gesamten Umweltauswirkungen entlang des Lebenswegs von Haushaltsgeräten bei.⁴

3.5 Produktfeld 5 Textilien

3.5.1 Statistische Datengrundlage

Für die Bestimmung der Menge der in Deutschland pro Haushalt jährlich verbrauchten Menge an Textilien stehen praktisch keine zuverlässigen und aktuellen Daten zur Verfügung. Die meisten Quellen, z.B. im Internet, nennen Zahlen – meist zwischen 11 und 23 kg pro Kopf und Jahr – ohne eine entsprechende Quelle zu zitieren. Wo dies geschieht sind die Daten relativ alt, beispielsweise bezieht sich die Umweltberatung Bayern in einer Veröffentlichung von 2002⁵ auf Daten von 1991. Zitiert wird ein Verbrauch von 11 kg Bekleidungstextilien pro Kopf und Jahr bzw. 23 kg Textilien insgesamt, Heimtextilien und Technische Textilien eingeschlossen.

Die Daten des Gesamtverbands der deutschen Textilindustrie sind stark monetär ausgerichtet und lassen keine zuverlässigen Rückschlüsse auf die verbrauchte Menge zu. Unten sind die entsprechenden Daten dargestellt, doch es wird deutlich, dass sie – nicht zuletzt aufgrund des hohen, aber nicht mengenmäßig bestimmbar Importanteils – die tatsächlichen Verbräuche stark unterschätzen.

Tabelle 36 Verbrauch an Rohfasern in der deutschen Textilindustrie für Bekleidungs- sowie Heim- und Haustextilien pro Haushalt und Jahr in Deutschland. Quelle für die Gesamtproduktionsdaten: Zahlen zur Textil- und Bekleidungsindustrie, Gesamtverband der deutschen Textil- und Modeindustrie, Bezugsjahr 2000

	Einheit	2000
Bekleidungstextilien	kg/HH*a	5,64
Heim-/Haustextilien	kg/HH*a	7,79

⁴ Vergleiche z.B. Rüdener, I. et al. 2004

⁵ Textilien und Umwelt – Neue Entwicklungen. Fachinformation spezial der Zentralen Informationsstelle Umweltberatung Bayern Stand: Juli 2002 im Internet unter <http://www.bayern.de/ifu/umwberat/textil.pdf>

Tabelle 37 Relativer Anteil der Faserarten bei den in Deutschland verbrauchten Rohfasern für die Bekleidungs- bzw. Heim- und Haustextilienherstellung. Quelle: Zahlen zur Textil- und Bekleidungsindustrie, Gesamtverband der deutschen Textil- und Modeindustrie, Bezugsjahr 2000

Menge relativ [%]	Bekleidung	Heim-/Haustextilien
Chemiefasern	56%	74%
Baumwolle	32%	19%
Wolle	12%	7%
Gesamt	100%	100%

Tabelle 38 Gesamtproduktionsdaten an Bekleidungs- bzw. Heim- und Haustextilien nach Faserart. Quelle: Zahlen zur Textil- und Bekleidungsindustrie, Gesamtverband der deutschen Textil- und Modeindustrie, Bezugsjahr 2000

Menge [in 1.000 t]	Bekleidung	Heim-/Haustextilien
Chemiefasern	120,4	219,78
Baumwolle	68,8	56,43
Wolle	25,8	20,79
Gesamt	215	297

3.5.2 Ökobilanz Datengrundlage

Für die Bilanzierung des Produktfelds Textilien wurden vereinfachend folgende Annahmen getroffen:

- Herstellung: Herstellung von Baumwoll-Polyester-Mischgarn mit einer Mischung von 50 : 50; modelliert wurde dies mit dem entsprechenden Datenmodul aus Umberto;
- Die Nutzung wird im Produktfeld Bad bilanziert;
- Entsorgung: Es wurde angenommen, dass jährlich genauso viele Alttextilien anfallen wie neue gekauft werden. Zudem wurde angenommen, dass von diesen Alttextilien 50% wiederverwertet werden, die übrigen 50 % gelangen in die Müllverbrennung.

Zugrunde gelegt wird eine verbrauchte Menge von insgesamt 11 kg Bekleidungs- und 13 kg Heimtextilien jährlich pro Haushalt.

3.5.3 Einschränkungen in der Belastbarkeit der Ergebnisse

Das Produktfeld Textilien wurde stark vereinfacht bilanziert. Sowohl, was die Faserzusammensetzung angeht – vereinfachend wurde ein Verhältnis von 1:1 von Polyester zu Baumwolle angenommen - als auch weitere Prozesse der Textilverarbeitung, die nicht berücksichtigt wurden. Bezüglich der Menge jährlich verbrauchter Textilien bestehen auch große Unsicherheiten, da die verschiedenen Statistiken nicht konsistent sind und im wesentlichen monetär und nicht mengenmäßig bewerten. Insofern ergibt sich eine Unterschätzung des tatsächlichen Verbrauchs, die in einer Überarbeitung der Stoffstromanalyse detaillierter geprüft werden sollte.

3.6 Produktfeld 6 Badezimmer

Das Produktfeld 6 „Badezimmer“ umfasst die Herstellung, Nutzung und Entsorgung der Haushaltsgeräte Waschmaschine und Wäschetrockner inklusive deren Verkaufsverpackung. Daneben wird auch das Trocknen auf der Leine berücksichtigt, welches z.T. ebenfalls Energie benötigt.⁶

Die funktionelle Einheit ist die gemäß Statistik in einem Jahr erfolgte Herstellung, Nutzung und Entsorgung der genannten Haushaltsgeräte und der restlichen Wäschetrocknung für bzw. durch einen bundesdeutschen Durchschnittshaushalt. Das heißt, es wird beispielsweise nicht die Herstellung eines ganzen Haushaltsgeräts angerechnet, sondern nur ein bestimmter Anteil davon. Hierzu wird mit Hilfe des Ausstattungsgrads oder –bestands und der durchschnittlichen Lebensdauer des Haushaltsgeräts die durchschnittliche jährliche Bezugsmenge an Haushaltsgerät pro Haushalt berechnet. Bezugsjahr ist, soweit aufgrund der vorliegenden Daten möglich, das Jahr 2001.

Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die verwendeten statistischen Daten (Kapitel 3.6.1) und die zugrunde liegenden Ökobilanzdaten (Kapitel 3.6.2).

3.6.1 Statistische Datengrundlage

Zur Bilanzierung der Umweltauswirkungen des Produktfelds 6 „Badezimmer“ sind folgende Daten notwendig:

- Gewicht und Materialzusammensetzung des Geräts
- Aufwendungen bei der Herstellung des Geräts
- Gewicht und Materialzusammensetzung der Verpackung des Geräts
- Verbrauch an Produkt pro Jahr (berechnet aus Lebensdauer und Ausstattungsbestand)
- Ausstattungsgrad an Kondensations- und Abluftwäschetrocknern, Anteil der Haushalte ohne Wäschetrockner
- Verbrauchswerte während der Nutzung (Energie, Wasser, Waschmittel)
- Energiequelle für die Nutzung (Strom, Gas)
- Angaben zur Menge an zu entsorgenden Geräten
- Angaben zur Abwasserbehandlung und zur Art der Entsorgung der Geräte

Die Daten wurden verschiedenen Quellen entnommen. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die angenommenen Daten und deren Quelle.

⁶ Vergleiche Gensch/Rüdenauer 2004.

Tabelle 39 Statistische Datengrundlage im Produktfeld 6 „Badezimmer“; Waschmaschinen

	Spezifikation	Quelle
Herstellung		
Masse	80 kg	VZ BaWü 1996
Materialzusammensetzung		VZ BaWü 1996
Stahlblech	24,9%	
Blasstahl	30,1%	
Kunststoffe	8,4%	
Beton	29,0%	
Glas	1,8%	
Kupfer	2,0%	
Aluminium	3,9%	
Aufwendungen bei der Herstellung	Pauschal 5 % der Umweltauswirkungen der Materialbereitstellung	PA Consulting 1992
Materialzusammensetzung Verpackung		BASF 2002
Karton	3,8 kg/Gerät	
Kunststoff (PE-Folie)	0,2 kg/Gerät	
Lebensdauer	2079 Zyklen = 12,7 Jahre	StiWa 2002
Ausstattungsgrad	95,1 %	www.destatis.de, Juni 2002
Verbrauch an Waschmaschinen pro Haushalt und Jahr	0,075 Stück	Eigene Rechnung
Nutzung		
Anfallende Wäschemenge pro Jahr	525 kg	Berechnet nach IKW 2002a
Anzahl an Wäschezyklen pro Jahr	164 Zyklen	Berechnet nach GfK 2001
Waschtemperaturverteilung und Energieverbrauch je Waschgang		IKW 2002b
90°C	10 %, 2,15 kWh	
60°C	33 %, 1,34 kWh	
40°C	34 %, 0,71 kWh	
30°C	22 %, 0,42 kWh	
Wasserverbrauch je Waschgang	59,1 Liter	Berechnet nach IKW 2002a
Waschmitteltyp	Superkompaktwaschmittel	Annahme
Waschmitteldosierung je Waschgang	102 g	Berechnet nach IKW 2002a
Durchschnittliche Beladung je Waschgang	3,21 kg	Berechnet aus Wäschemenge und Wäschezyklen pro Jahr
Energiequelle für die Nutzung	Strom	

	Spezifikation	Quelle
Entsorgung		
Schadstofffracht je kg Abwasser		
Phosphorverbindungen	5,0E-06 kg	Raach o.J. zitiert aus: Möller/Grießhammer 1999
Ammonium	2,5E-05 kg	
AOX	7,5E-08 kg	
BSB-5	3,0E-04 kg	
CSB	6,0E-04 kg	
Abwasserbehandlung in öffentlichen Kläranlagen in Deutschland		UBA 2002
Mechanische Abwasserbehandlung	1,0 %	
Biologische Abwasserbehandlung ohne gezielte Nährstoffelimination	7,2 %	
Biologische Abwasserbehandlung mit gezielter Nährstoffelimination	91,8 %	
Menge an zu entsorgenden Geräten pro Haushalt und Jahr	50 % des jährlichen Verbrauchs an Waschmaschinen: 0,0374 St.	berechnet nach Angaben aus Entsorgungsstatistik 1999 und bsve o.J.
Recycelt werden folgende Materialien:		VZ BaWü 1996
Stahlblech, Stahl		
Edelstahl		
Grauguss		
Aluminium		
Zink		
Kupfer		
Nicht recycelt werden folgende Materialien:	MVA / Deponie	
Beton	76 % / 24 %	
Glas	76 % / 24 %	
Elastomere	76 % / 24 %	
Thermoplaste	76 % / 24 %	
Energieaufwand Nachgebrauchsphase	8,34 kWh	Kursbuch Lebensqualität, 1995, S. 168

Tabelle 40 Statistische Datengrundlage im Produktfeld 6 „Badezimmer“; Wäschetrockner

	Spezifikation	Quelle
Herstellung		
Herstellung Wäschetrockner		Pauschale Übernahme der Daten aus Gemis
Materialzusammensetzung Verpackung		BASF 2002
Karton	3,8 kg/Gerät	
Kunststoff (PE-Folie)	0,2 kg/Gerät	
Lebensdauer	1600 Zyklen = 10,9 Jahre	StiWa 1998
Ausstattungsgrad	33,3 %	www.destatis.de, Juli 2003
Anteil Ablufttrockner	42 %	HEA 2004
Anteil Kondensationstrockner	58 %	
Verbrauch an Wäschetrocknern pro Haushalt und Jahr	0,031 Stück	Eigene Rechnung
Nutzung		
Anfallende Wäschemenge pro Jahr	525 kg	Berechnet nach IKW 2002a
Anteil Trockenprogramme bei Wäschetrocknernutzung		
Baumwolle, schranktrocken	80 %	
Mischgewebe, schranktrocken	10 %	
Keine Trocknernutzung	10 %	
Anteil Wäsche die ...		Berechnet aus Ausstattungsgrad und Anteil Wäschetrocknertypen, und Wäsche, die nicht im Trockner getrocknet wird.
... im Ablufttrockner getrocknet wird	12,6 %	
... im Kond.trockner getrocknet wird	17,4 %	
... nicht im Trockner getrocknet wird	70,0 %	
Energieverbrauch Ablufttrockner nach Trockenprogramm	Strom / Raumwärme	StiWa 2000, Gensch/Rüdenauer 2004
Baumwolle, schranktrocken	0,71 / 0,18 kWh	
Mischgewebe, schranktrocken	0,51 / 0,17 kWh	
Energieverbrauch Kond.trockner nach Trockenprogramm	Strom / Raumwärme	StiWa 2000, Gensch/Rüdenauer 2004
Baumwolle, schranktrocken	0,75 / - 0,19 kWh	
Mischgewebe, schranktrocken	0,56 / - 0,14 kWh	
Energieverbrauch Trockenraum, nach Wäscheart (nur für halbe Wäschemenge, die nicht im	Strom / Raumwärme	

	Spezifikation	Quelle
Trockner getrocknet wird, wird diese Energie benötigt, da während eines halben Jahres keine Energie benötigt wird)		
Baumwolle	- / 0,98 kWh	Gensch/Rüdenauer 2004
Mischgewebe	- / 0,70 kWh	
Energiequelle für die Nutzung	Strom, Raumwärme-bereitstellung	
Entsorgung		
Menge an zu entsorgenden Geräten pro Haushalt und Jahr	50 % des jährlichen Verbrauchs an Wäschetrocknern: 0,015 Stück	berechnet nach Angaben aus Entsorgungsstatistik 1999 und bsve o.J.
Recycelt werden folgende Materialien:		Analog Waschmaschinen, VZ BaWü 1996
Stahlblech, Stahl		
Edelstahl		
Grauguss		
Aluminium		
Zink		
Kupfer		
Nicht recycelt werden folgende Materialien:	MVA / Deponie	
Beton	76 % / 24 %	
Glas	76 % / 24 %	
Elastomere	76 % / 24 %	
Thermoplaste	76 % / 24 %	
Energieaufwand Nachgebrauchsphase	8,34 kWh	Analog Waschmaschinen, Kursbuch Lebensqualität, 1995, S. 168

3.6.2 Ökobilanz Datengrundlage

Neben den statistischen Daten zur Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Waschmaschinen und Wäschetrocknern und der Wäschetrocknung allgemein werden zur Bilanzierung aller Stoff- und Energieströme noch ökobilanzielle Grundlagendaten benötigt.

Diese Daten geben Auskunft darüber, welche Energie- und Materialströme (Inputs, Outputs) mit der Bereitstellung einer Einheit eines bestimmten Materials oder einer Endenergieeinheit verbunden sind.

Die Daten sind den Datenbanken aus den Softwareinstrumenten „Gemis“ und „Umberto®“ entnommen. Umberto greift dabei z.T. auf die Daten der Ecolnvent-Datenbank der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich zurück. Die nachfolgende Tabelle gibt

einen Überblick darüber mit welchen Modulen die jeweiligen Materialien oder Endenergieeinheiten modelliert wurden, welcher Datenbank diese Module entnommen wurden und welche Datenquelle den Modulen zugrunde liegen.

Folgende Abkürzung für die Datenbanken wurde gewählt:

- (1) Standard Datenbank der Software Umberto ®
- (2 a) Daten aus der Software GEMIS, Version 4.13
- (2 b) Daten aus der Software GEMIS, Version 4.14
- (3) Datenbank der ETH Zürich in Umberto ®

Tabelle 41 Ökobilanzielle Datengrundlage des Produktfelds 6 „Badezimmer“

	Modulbezeichnung	Datenbasis
Materialbereitstellung Waschmaschine		
Stahlblech	Feinblech, el-verzinkt (IISI)	(1) IISI 1998
Blasstahl	Roheisen (ETH)	(1) Hofstetter, P. et al. 1994 Ullmann's 1990
	Blasstahl (ETH)	(1) Grunddaten von ETH Zürich
Kunststoffe	Polystyrol (HIPS)_*	(1) Web-Publikationen von APME
Beton	Beton Top 10	Eigene Modellierung
Glas	Mischglas (56% Altglas)	(1) Habersatter, K. 1991
Kupfer	Reinkupfer, primär	(1) Bruch, K. H. et al. 1995.
Aluminium	Aluminium	(1) Hofstetter, P. et al. 1994
Herstellung Wäschetrockner		(2 a), direkte Datenübernahme aus Projekt
Materialbereitstellung Verpackung		
Karton	Karton (Verpackungs-)	(3) ETH 1996
Kunststoff (PE-Folie)	Polyethylen (HDPE)_*	(1) Web-Publikationen von APME
Energiebereitstellung Nutzung		
Strom		Eigene Modellierung nach BMW 2000 Frischknecht, R. et al. 1996
Raumwärme	Heizungsmix D	Eigene Modellierung, entsprechend Produktfeld 1 „Bauen & Wohnen“

	Modulbezeichnung	Datenbasis
Abwasserbehandlung		
Mechanisch	Kläranlage, mechanisch o.V.	(1) ifeu (1994)
Biologisch, ohne gezielte Nährstoffelimination	Kläranlage, biologisch m.V.	Ebd.
Biologisch, mit gezielter Nährstoffelimination	Kläranlage, weitergehend m.V.	Ebd.
Müllverbrennungsanlage	MVA mittlerer Standard	(1) IFEU o.J. UBA [1999] Achernbosch/Richters 1999 Achernbosch/Richters 1997 Schäfl 1995 Auksutat, Löffler 1998 Thome-Kozmiensky 1994

3.6.3 Einschränkungen in der Belastbarkeit der Ergebnisse

Insgesamt werden die Ergebnisse im Produktfeld 6 „Badezimmer“ als recht umfassend eingeschätzt, da auf umfangreiche Erfahrung und Daten zurückgegriffen werden konnte.

Nicht berücksichtigt wurde die Ausstattung von Haushalten mit neueren Entwicklungen an Wäschetrocknern, wie beispielsweise Wärmepumpentrocknern oder gasbeheizten Ablufttrocknern. Wärmepumpentrockner gewinnen einen Teil der Energie zurück und verbrauchen dadurch nur rund die Hälfte der Energie eines konventionellen Kondensationstrockners. Gasbeheizte Ablufttrockner nutzen zum Aufheizen der Trockenluft Erdgas. Die Marktdurchdringung dieser Wäschetrocknertypen wird jedoch als sehr gering eingeschätzt.

3.7 Produktfeld 7 Kommunikationsgeräte

Die Stoffstromanalyse fokussiert im Produktfeld Kommunikationsgeräte auf die Gerätegruppen

- PC: stationär und mobil;
- Monitor: Röhren und Flachbildschirm;
- Drucker: Tintenstrahl und Laser;
- Internetanschluss: Modem und ISDN;
- Faxgerät;
- Anrufbeantworter.

Berücksichtigt wird die anteilig anzurechnende Herstellung, die Nutzung und die Entsorgung. Die Bilanzierung stützt sich bezüglich Daten zur Herstellung auf verschiedene Literaturquellen, für die Entsorgung dient Strubel et al. (1999) als Grundlage. Aus Cremer et al. (2003) werden Ausstattungsgrade der Haushalte und Energieverbräuche (Leistungs-

aufnahme und Nutzungsdauern in den unterschiedlichen Betriebszuständen) der Endgeräte entnommen.

Die Zurechnung des Papiers zu Produktfeld 7 erweitert den Blick von der Nutzung von IuK-Geräten hin zur Tätigkeit des Informierens und Kommunizierens, da Papier für Zeitungen, Zeitschriften etc. beinhaltet ist und nicht nur solches Papier, das für den Ausdruck am Computer verwendet wird. Insofern greift diese Vorgehensweise der später erfolgten Umbenennung dieses Produktfelds von „Kommunikationsgeräte“ in „Informieren und Kommunizieren“ vor.

3.7.1 Statistische Datengrundlage

Als Grundlage für die Stoffstromanalyse wurden zur Ausstattung der Haushalte mit Informations- und Kommunikationsgeräten die Daten aus Cremer et al. (2003) verwendet, die wiederum auf der Auswertung zahlreicher Statistiken beruhen. Ergänzend dazu wurden in den nachfolgenden Tabellen auch die vom Statistischen Bundesamt angegebenen Ausstattungsgrade angegeben. In der Regel findet sich eine gute Übereinstimmung mit den Daten von Cremer et al. (2003).

Tabelle 42 Ausstattung der deutschen Privathaushalte mit mobilen und stationären Computern. Top-Down- und Bottom-Up-Daten zeigen nur geringe Unterschiede (Cremer et al. (2003) und Statistisches Jahrbuch 2002).

PCs und Laptops/Notebooks*	Einheit	1999	2000	2001
Desktop-PC	Mio. Geräte			18,62
Laptop/Notebook	Mio. Geräte			2,61
Desktop-PCs pro Haushalt	Anzahl Geräte/HH			0,48
Laptops/Notebooks pro Haushalt	Anzahl Geräte/HH			0,07
Bottom-Up**	Einheit	1999	2000	2001
Ausstattungsgrad der HH mit PC stationär	Prozent	43,1%	45,6%	51,6%
Ausstattungsgrad der HH mit Laptop	Prozent	4,9%	5,5%	6,1%
Ausstattungsgrad der HH mit PC gesamt***	Prozent	44,9%	47,3%	53,4%

Datenquellen:

Statistisches Jahrbuch 2002

* Cremer et al. 2003

** Stat. Bundesamt 2002 www.destatis.de

***Es ist unklar, woher die Inkonsistenz der Summe kommt; ev. wg. Mehrfachausstattung der HH

Tabelle 43 Ausstattung der deutschen Privathaushalte mit PC-Monitoren.

PC Monitore*	Einheit	2001
Röhrenbildschirme	Mio. Geräte	17,78
Flachbildschirme	Mio. Geräte	0,84
Röhrenbildschirme pro Haushalt	Anzahl Geräte/HH	0,46
Flachbildschirme pro Haushalt	Anzahl Geräte/HH	0,02

* Cremer et al. 2003

Tabelle 44 Ausstattung der deutschen Privathaushalte mit Druckern. Annahme: 95% der in Haushalten vorhandenen PCs sind mit Drucker ausgestattet. Quelle: Cremer et al. 2003

Drucker	Einheit	2001
Tintenstrahldrucker	Mio. Geräte	14,57
Laserdrucker	Mio. Geräte	4,40
Tintenstrahldrucker pro Haushalt	Anzahl Geräte/HH	0,38
Laserdrucker pro Haushalt	Anzahl Geräte/HH	0,11

Tabelle 45 Ausstattung der deutschen Privathaushalte mit Internetanschlüssen. Top-Down- und Bottom-Up-Daten zeigen nur geringe Unterschiede (Cremer et al. und Statistisches Bundesamt 2002).

Telefon Modem*	Einheit	1998	1999	2000	2001
Modems in Deutschland insgesamt	Mio. Geräte				9,42
Modems in Haushalte	Mio. Geräte				8,48
Modems in (Kleinst)Unternehmen	Mio. Geräte				0,94
Modems pro Haushalt	Anzahl Geräte/HH				0,24
Bottom-Up**	Einheit	1998	1999	2000	2001
Ausstattungsgrad der HH mit Modems	Prozent		11,3%	24,0%	21,5%
ISDN-Anschluss*	Einheit	1998	1999	2000	2001
ISDN in Deutschland insgesamt	Mio. Anschlüsse				6,28
ISDN pro Haushalt	Anzahl Anschlüsse/HH				0,16
Bottom-Up**	Einheit	1998	1999	2000	2001
Ausstattungsgrad der HH mit ISDN	Prozent	4,0%	5,0%	8,0%	12,0%

Datenquellen:

Statistisches Jahrbuch 2002

* Cremer et al. 2003

** Stat. Bundesamt 2002 www.destatis.de

Tabelle 46 Ausstattung der deutschen Privathaushalte mit Anrufbeantwortern. Top-Down- und Bottom-Up-Daten zeigen nur geringe Unterschiede (Cremer et al. und Statistisches Bundesamt 2002).

Anrufbeantworter	Einheit	1998	1999	2000	2001
AB stand alone	Mio. Geräte				16,18
AB im Netz	Mio. Geräte				1,2
AB stand alone pro Haushalt	Anzahl Geräte/HH				0,42
AB im Netz pro Haushalt	Anzahl Geräte/HH				0,03
Bottom-Up**	Einheit	1998	1999	2000	2001
Ausstattungsgrad der HH mit ABs	Prozent		39,3%	41,4%	43,1%

Datenquellen:

Statistisches Jahrbuch 2002

* Cremer et al. 2003

** Stat. Bundesamt 2002 www.destatis.de

Tabelle 47 Ausstattung der deutschen Privathaushalte mit Faxgeräten. Top-Down- und Bottom-Up-Daten zeigen nur geringe Unterschiede (Cremer et al. und Statistisches Bundesamt 2002).

Faxgeräte	Einheit	1998	1999	2000	2001
Faxgeräte insgesamt	Mio. Geräte				5,31
Faxgeräte pro Haushalt	Anzahl Geräte/HH				0,14
Bottom-Up**	Einheit	1998	1999	2000	2001
Ausstattungsgrad der HH mit Faxgeräten	Prozent		14,9%	14,9%	16,0%

Datenquellen:

Statistisches Jahrbuch 2002

* Cremer et al. 2003

** Stat. Bundesamt 2002 www.destatis.de

Tabelle 48 Gesamtdeutscher Papierverbrauch und Altpapiereinsatz- sowie Rücklaufquote. Quelle: ifeu 2000

Papierverbrauch gesamt	Einheit	1998	1999	2000	2001
Graphische Papiere	1.000 t	8.529	8.743	9.434	8.943
Papier, Karton, Pappe für Verpackung	1.000 t	6.473	6.849	7.352	7.348
Hygienepapiere	1.000 t	938	979	1.068	1.062
Papiere und Pappen für techn. Verwendung	1.000 t	1.133	1.195	1.258	1.190
Summe	1.000 t	17.073	17.766	19.112	18.543
Altpapier-Einsatzquote	Prozent	60,80%	61,10%	60,40%	64,50%
Altpapier-Rücklaufquote	Prozent	71,20%	72,60%	71,60%	75,20%

Tabelle 49 Papierverbrauch pro Haushalt nach Papiertypen. Quelle: ifeu 2000

Papierverbrauch pro Haushalt	Einheit	1998	1999	2000	2001
Graphische Papiere	kg/HH*a	227,25	231,33	247,46	232,55
Papier, Karton, Pappe für Verpackung	kg/HH*a	172,47	181,21	192,84	191,08
Hygienepapiere	kg/HH*a	24,99	25,90	28,01	27,62
Papiere und Pappen für techn. Verwendung	kg/HH*a	30,19	31,62	33,00	30,94
Summe	kg/HH*a	455,00	470,00	501,00	482,00

3.7.2 Ökobilanz Datengrundlage

Die Herstellung der Endgeräte wurde – sofern vorhanden - mit passenden Daten abgebildet. Dies trifft für die Computer- und die Monitoren-Herstellung zu. Hier kann auf eine Ökobilanz von 1998 zu Computern (AC & IPU 1998) und eine Ökobilanz von 2001 zu Monitoren (Socolof et al. 2001) verwiesen werden.

Im Falle der übrigen Geräte wird vereinfachend folgendermaßen vorgegangen:

Drucker und Internetanschlüsse werden so bilanziert wie in Gensch und Quack (2000) das Faxgerät. Berücksichtigt wurden dabei die Microchips und die Leiterplatte, da diese erfahrungsgemäß mit Abstand die meisten Umweltbelastungen verursachen. Daten zum Anrufbeantworter konnten direkt aus Gensch und Quack (2000) entnommen werden. Auch hier beschränkt sich die Bilanzierung auf die anteilig enthaltenen Microchips und Leiterplatten.

Für die Berechnung des Energieverbrauchs bei der Nutzung der IuK-Geräte wurden die Daten von Cremer et al. (2003) zu durchschnittliche Leistungsaufnahme und Nutzungsdauer der verschiedenen Geräte in den unterschiedlichen Betriebszuständen in Kombination mit den oben aufgeführten Ausstattungsgraden der Haushalte verwendet.

Tabelle 50 Überblick über die in Produktfeld 7 der Bilanzierung zugrunde gelegten Rahmenbedingungen, Annahmen und Datenquellen. Bezugsjahr ist 2001

	Haushaltsausstattung	Lebensdauer*	Jährlicher Zukauf	Durch. Gewicht der Geräte**	Gewicht pro Haushalt und Jahr	Endenergieverbrauch pro Haushalt	Energieverbrauch aller Haushalte	Ökobilanzdaten Herstellung
Einheit	Stück/HH	Jahre	Stück/HH* a	kg/Gerät	kg/HH*a	kWh/HH*a	GWh/a	
PC			0,183					
Stationär	0,48	3	0,160	27 (inkl. Tastatur und Monitor)	4,32	34,36	1.321	Atlantic Consulting 1998
Mobil	0,07	3	0,023	3,5	0,082	2,23	86	wird als stationärer PC berechnet, s.o. (nicht anteiliges Gewicht)
Monitor			0,160					
Röhren	0,46	3	0,153	20		21,59	830	Socolof 2001 2001
Flach	0,02	3	0,007	4	0,027	0,42	16	Socolof 2001 2001
Drucker			0,163					
Tintenstrahl	0,38	3	0,127	7	0,887	11,64	448	Bilanziert wie Fax aus Gensch und Quack 2000 (Leiterplatte & Microchip)
Laser	0,11	3	0,037	10	0,367	3,61	139	
Internetanschluss			0,067		0,033			
Modem	0,24	6	0,040		0,020	5,29	203	
ISDN	0,16	6	0,027		0,013	8,13	313	
Faxgerät	0,14	6	0,023	7	0,163	4,93	190	
Anrufbeantworter	0,42	6	0,070	0,4	0,028	11,05	425	Bilanziert wie Anrufbeantworter aus Gensch und Quack 2000 (Leiterplatte & Microchip)
Summe	2,48	-	0,670	8,973	5,940	103,25	3.971	

* nach der aktuellen AfA-Tabelle, gültig ab 2001

** Bezugsjahr 1996

Der Papierverbrauch wird mit 232,55 kg pro Haushalt und Jahr angenommen und entspricht damit dem Verbrauch graphischer Papiere pro Haushalt im Jahr 2001. 70 % davon werden auf der Basis von Frischfasern und 30 % auf der Basis von Recyclingfasern hergestellt. Der Bilanzierung wurden die Module Kopierpapier, Frischfaser und Kopierpapier, Recyclingfaser aus Umberto 4.2 zugrunde gelegt.

Druckpatronen und Toner für Drucker und Faxgeräte wurden nicht berücksichtigt.

3.7.3 Einschränkungen in der Belastbarkeit der Ergebnisse

Die Herstellung der Geräte wird mangels entsprechender Daten teilweise mit generischen Daten zu anderen Geräten bilanziert (z.B. Gehäuse Faxgeräte und Anrufbeantworter). Insgesamt ist aber davon auszugehen, dass diese Ungenauigkeiten nur wenig ergebnisrelevant sind. Auch die Vernachlässigung von Druckfarbe und Toner dürfte keinen großen Einfluss auf das Ergebnis haben.

Es ist insgesamt davon auszugehen, dass bezogen auf die privaten Haushalte die wesentlichen Verursacher von Umweltbelastungen im Produktfeld Kommunikationsgeräte berücksichtigt wurden.

3.8 Produktfeld 8 Unterhaltungselektronik

Die Stoffstromanalyse fokussiert im Produktfeld Unterhaltungselektronik auf die Gerätegruppen

- Fernseher,
- Videorekorder,
- HiFi-Anlage und
- Satellitenempfangsanlage.

Berücksichtigt wird die anteilig anzurechnende Herstellung, die Nutzung und die Entsorgung. Die Bilanzierung stützt sich im Wesentlichen auf die beiden Literaturquellen Strubel et al. 1999 (Herstellung und Entsorgung) und Cremer et al. 2003 (Ausstattungsgrade der Haushalte und Energieverbräuche der Endgeräte).

3.8.1 Statistische Datengrundlage

Der Bestand an Fernsehgeräten in deutschen Privathaushalten ist in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

Tabelle 51 Bestand an Fernsehgeräten in deutschen Privathaushalten. Quelle: Cremer et al. 2003

Bezugsjahr	Fernseher insgesamt	Davon Erstgeräte	Davon Zweitgeräte	Davon Drittgeräte
2001	54.952.194	36.864.106	11.639.288	6.448.800

Tabelle 52 Ausstattung deutscher Privathaushalte mit Fernsehgeräten. Quelle: Cremer et al. 2003

Bezugsjahr	Durchschnittliche Ausstattung HH mit Fernseher insgesamt	HH mit mindestens 1 Gerät	HH mit mindestens 2 Geräten	HH mit 3 Geräten
Einheit	Stück/HH	Prozent	Prozent	Prozent
2001	1,43	95,9%	30,3%	16,8%

Die durchschnittliche Lebensdauer eines Fernsehgeräts beträgt 10 Jahre (vgl. Strubel et al. 1999), pro Jahr und Haushalt werden also im Jahr 2001 – statistisch gesehen – 0,143 Fernsehgeräte angeschafft und entsorgt.

Die nachfolgenden Tabellen führen die Ausstattung der Haushalte mit Videorekordern, Satellitenempfangsanlagen sowie HiFi-Anlagen aus.

Tabelle 53 Ausstattung der Haushalte mit Videorekordern. Vergleich der beiden Quellen * Cremer et al. 2003 und **Stat. Bundesamt 2002 www.destatis.de

Videorekorder*	Einheit	1998	1999	2000	2001
Videorekorder in Deutschland insgesamt	Mio. Geräte				24,627
Video-DVD-Spieler/-Recorder	Mio. Geräte				2,717
Videorekorder pro Haushalt	Anzahl Geräte/HH				0,64
Video-DVD-Spieler/-Recorder pro Haushalt	Anzahl Geräte/HH				0,07
Bottom-Up**	Einheit	1998	1999	2000	2001
Ausstattungsgrad der HH mit Videorekordern	Prozent		65,7%	65,9%	68,6%

Tabelle 54 Ausstattung der Haushalte mit Satellitenempfangsanlagen. Vergleich der beiden Quellen *Cremer et al. 2003 und **Stat. Bundesamt 2002 www.destatis.de

Satellitenempfangsanlage	Einheit	1998	1999	2000	2001
Satellitenempfänger und LNB	Mio. Geräte				12,184
Satellitenempfänger und LNB pro Haushalt	Anzahl Geräte/HH				0,32
Fernsehempfang über Kabel	Anzahl Geräte/HH				
Fernsehempfang über Antenne	Anzahl Geräte/HH				
Bottom-Up**	Einheit	1998	1999	2000	2001
Ausstattungsgrad der HH mit Satellitenempfangsanlage	Prozent		28,0%	31,5%	31,7%
Ausstattungsgrad der HH mit Kabelanschluss	Prozent		53,2%	54,0%	54,2%

Tabelle 55 Ausstattung der Haushalte mit HiFi-Anlagen. Vergleich der beiden Quellen * Cremer et al. 2003 und **Stat. Bundesamt 2002 www.destatis.de

HiFi-Anlage	Einheit	1999	2000	2001
Kompaktanlage	Mio. Geräte			19,882
Stereoanlage	Mio. Geräte			29,392
Kompaktanlage pro Haushalt	Anzahl Geräte/HH			0,52
Stereoanlage pro Haushalt	Anzahl Geräte/HH			0,76
HiFi-Anlagen pro Haushalt	Anzahl Geräte/HH			1,28
Bottom-Up**	Einheit	1999	2000	2001
Ausstattungsgrad der HH mit HiFi-Anlage	Prozent	65,6%	62,9%	64,5%

Nachfolgend ist für die Produktgruppe Fernseher dargestellt, wie der Energieverbrauch eines Geräts berechnet wurde. Auf der Basis der Leistungsaufnahme in verschiedenen Betriebszuständen und Annahmen zu den jeweiligen Betriebszeiten nach Cremer et al. 2003 kann der Gesamtenergieverbrauch pro Gerät und Haushalt bestimmt werden. In Kenntnis der Ausstattung der Haushalte kann dann der Gesamtenergieverbrauch bestimmt werden. Für die detaillierte Darstellung der entsprechenden Daten zu den übrigen Gerätetypen (HiFi-Anlage etc.) wird auf Cremer et al. verwiesen, der entsprechende Jahresverbrauch wird im nächsten Kapitel aufgeführt.

Tabelle 56 Überblick über die in der Bilanz zugrunde gelegten Nutzungsbedingungen und den Endenergieverbrauch eines Fernsehgeräts. Bezugsjahr ist 2001 (nach Cremer et al. 2003)

	Leistungsaufnahme [W]			Nutzungszeit [h/a]			Leistung [kWh/a]		
	Normalbetrieb	Bereitschaft	Schein-Aus	Normalbetrieb	Bereitschaft	Schein-Aus	Normalbetrieb	Bereitschaft	Schein-Aus
pro Fernseher	75	7	2	1646	3305	1905	123,45	23,135	3,81

Betriebszustand	Leistung [kWh/HH*a]			
	Normalbetrieb	Bereitschaft	Schein-Aus	Summe
Endenergieverbrauch pro Haushalt und Jahr	175,30	32,85	5,41	213,56

Bei 1,43 Geräten pro Haushalt summiert sich der Stromverbrauch für das Fernsehen auf insgesamt 213,56 kWh/HH*a.

3.8.2 Ökobilanz Datengrundlage

Die Herstellung der im Produktfeld Unterhaltungselektronik bilanzierten Geräte wird anhand eines Fernsehgerätes referenziert, d.h. die Umweltauswirkungen eines Videorekorders beispielsweise werden entsprechend seinem Gewicht berechnet wie die gleiche Menge Fern-

seher - allerdings ohne den Röhrenbildschirm. In gleicher Weise wird für die HiFi- und die Satellitenempfangsanlage verfahren. Die konkreten Annahmen sind in nachfolgender Tabelle dargestellt. Das zugrunde gelegte Fernsehgerät ist im nachfolgenden Text näher beschrieben.

Tabelle 57 Überblick über die im Produktfeld Unterhaltungselektronik für die Bilanzierung zugrunde gelegten Annahmen für die durchschnittliche Haushaltsausstattung, Gerätespezifikationen (Lebensdauer, Gewicht, Energieverbrauch). Quelle: Ivisic, R.A.. Erwartetes Altgeräteaufkommen als Grundlage zur Planung von Entsorgungskonzepten. Entsorgungspraxis. Wiesbaden. 4/2000; Cremer et al 2003.

	Haushaltsausstattung	Lebensdauer*	Durchschnittl. Gewicht *	Endenergieverbrauch pro Haushalt	Energieverbrauch aller Haushalte	Datenquelle Ökobilanz Herstellung
Einheit	Geräte/HH	Jahre	kg/Gerät	kWh/HH*a	GWh/a	
Fernseher	1,42	10	35	214	8.230	Strubel et al. 1999 - komplettes Gerät
Videorekorder	0,64	8	5	22	857	Strubel et al. 1999 - ohne Röhrenbildschirm
Satellitenempfangsanlage	0,32	10	5	14	530	Strubel et al. 1999 - ohne Röhrenbildschirm
HiFi-Anlage			ca. 12 - 23		0	
Kompaktanlage	0,52	8		19	723	Strubel et al. 1999 - ohne Röhrenbildschirm mit zwei Gehäusen
Stereoanlage	0,76	8		61	2.334	Strubel et al. 1999 - ohne Röhrenbildschirm mit zwei Gehäusen
Summe	3,66			330	12.691	
Anzahl Geräte pro Jahr	0,414		8,33			

* In der aktuellen AfA-Tabelle, gültig ab 2001, werden jeweils 7 Jahre angegeben; dies erscheint aber für private Haushalte zu kurz

** Bezugsjahr 1996

*** gewichtet nach Ausstattung und Lebensdauer

TV-Gerät. Bei dem bilanzierten Fernsehgerät handelt es sich um ein Gerät des unteren Preissegments, das Anfang der neunziger Jahre in Serienproduktion ging. Die wichtigsten technischen Spezifikationen dieses Geräts sind in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend aufgeführt. Die Bilanzierung selbst wurde im Rahmen der Studie „Green TV“ (vgl. Strubel et al. 1999) durchgeführt und ist dort detailliert beschrieben.

Tabelle 58 Technische Spezifikation des ausgewählten Standard-Fernsehgeräts (eigene Zusammenstellung nach Strubel et al. 1999, 36)

Funktion/ Eigenschaft	weitere Differenzierung	Spezifikation Standard-Fernsehgerät
Bildschirmgröße		28"
Audioleistung	Leistung Sinus Leistung Musik Lautsprechertyp	2*5 W 2*10 W 2 wide band 15 W
Empfangsmöglichkeiten	Standard Norm	PAL/SEC/ NTSC(AV) L, B/G, D/KK'
Tuner		HYP 8/12 MHz
Sat-Empfangsteil	nachrüstbar	nein
NICAM B/G	-/-	nein
Videotext	Seitenzahl	4/8/8/ bzw. 128
Frontanschlüsse		Kopfhöreranschluss
Rückanschlüsse	Scart (Euro AV)	2
Bedienfeld	Tasten LED on/off-switch	4 1 ja
Netzversorgung	Spannung Frequenz	230 V 50 Hz

Für die Daten zu den Nutzungsbedingungen und dem Endenergieverbrauch wurde auf Daten von Cremer et al. (2003) zurückgegriffen

Die Entsorgung wurde bilanziert wie in Strubel et al. (1999) beschrieben.

3.8.3 Einschränkungen in der Belastbarkeit der Ergebnisse

Da die unterschiedlichen Geräte – HiFi-Anlage, Videorekorder etc. - auf der Basis eines Fernsehgeräts bilanziert wurden, besteht hier eine gewisse Ungenauigkeit. Allerdings ist davon auszugehen, dass diese Ungenauigkeit das Gesamtergebnis nur unwesentlich beeinflusst.

4 Ergebnisse

4.1 Gesamtergebnis

Das Gesamtergebnis der Stoffstromanalyse ist in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 59 Gesamtumweltbelastung der deutschen Privathaushalte über alle Produktfelder und Lebenswegphasen

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamtumweltbelastung
Einheit	GJ	kgCO ₂ Äq	kgSO ₂ Äq	kgP _{0,4} Äq	kgETHÄq	mikro UZBP
Alle 38,46 Mio. privaten Haushalte in Deutschland	8,49E+09	6,53E+11	1,23E+09	1,14E+08	2,80E+08	2,90E+12
Ein statistischer Durchschnittshaushalt	220,9	16.977	32,0	2,98	7,27	75.338

Im Vergleich zu der vorigen Stoffstromanalyse aus dem Jahr 1999 (Grießhammer und Möller 1999) hat sich der Energieverbrauch pro Haushalt minimal von 220 auf 221 GJ/HH*a erhöht. Das Treibhauspotenzial sank etwas von 18 Tonnen auf 17 Tonnen CO₂-Äquivalente.

Betrachtet man die Gesamtbelastungen über alle Haushalte so sieht die Situation trotz der gegenüber dem Jahr 1999 gestiegenen Anzahl an Haushalten ganz ähnlich aus: Die damals 37,457 Mio. Haushalte hatten einen kumulierten Energieaufwand von 8,24 mal 10⁹ GJ/Jahr, im Jahr 2001 waren es mit 8,49 mal 10⁹ GJ/Jahr etwa 3 % mehr. Das Treibhauspotenzial der privaten Haushalte ist dagegen um etwa 3,15 % gesunken.

4.2 Gesamtergebnis nach Phasen

Die Umweltbelastungen verteilen sich im Wesentlichen auf die Herstellungs- und die Nutzungsphase. Die Entsorgungsphase wurde zwar ebenfalls bilanziert, konnte allerdings nicht so gut mit Daten hinterlegt werden. Aus diesem Grund erscheint ihr Anteil an den Gesamtumweltbelastungen vernachlässigbar gering, wie auch nachfolgende Tabelle zeigt.

Tabelle 60 Anteil der Lebenswegphasen an den Umweltbelastungen für einen statistischen Durchschnittshaushalt in Deutschland

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamtumweltbelastung
Einheit	GJ	kgCO ₂ Äq	kgSO ₂ Äq	kgP04Äq	kgETHÄq	mikro UZBP
Herstellung	49	5.573	10	0,6	1,4	21.221
Nutzung	172	11.371	22	2,4	5,9	54.013
Entsorgung	0	33	0	0,0	0,0	103
Summe	221	16.977	32	3,0	7,3	75.338

Die mit Abstand meisten Umweltbelastungen entstehen in der Nutzungsphase. Der Anteil der Herstellung bewegt sich demgegenüber zwischen 18,6 % für das Photooxidantienbildungspotenzial und 32,8 % für das Treibhauspotenzial. Orientiert man sich an den Gesamtumweltbelastungen als gewichteter Größe, so entfallen etwas mehr als ein Viertel der Belastungen auf die Herstellung, fast drei Viertel dagegen auf die Nutzung.

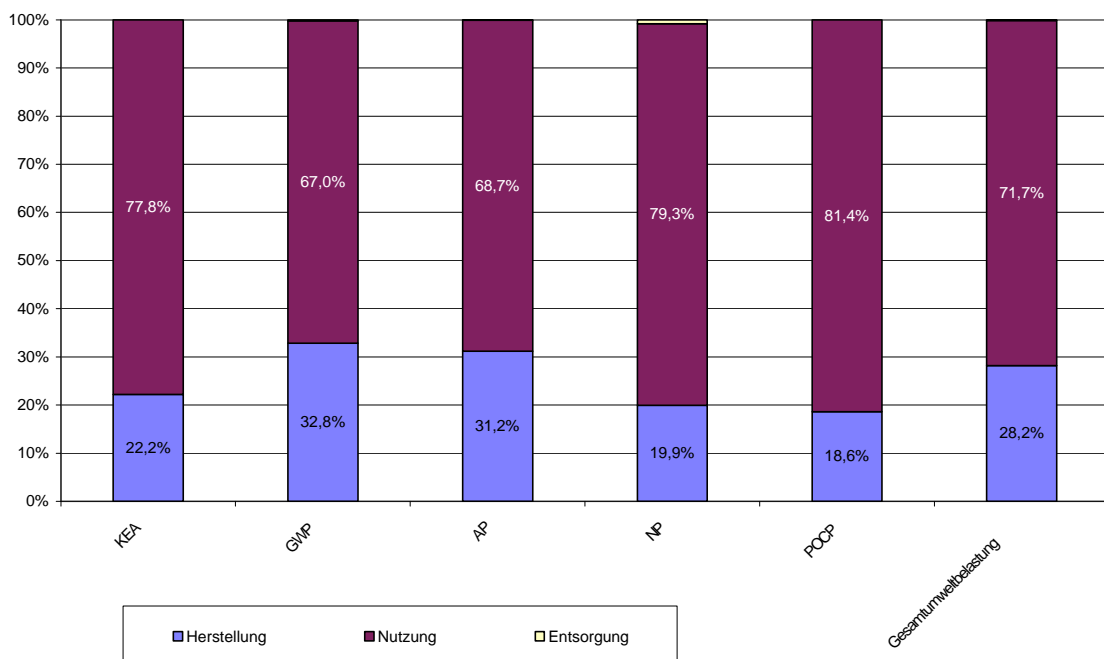


Abbildung 5 Gesamtergebnis nach Anteilen der Lebenswegphasen in den einzelnen Wirkungskategorien.

4.3 Ergebnisse nach Produktfeldern

Die einzelnen Produktfelder leisten einen sehr unterschiedlich hohen Beitrag zu den Belastungen in den deutschen Privathaushalten: Die Produktfelder Haus und Wohnung sowie Mobilität liegen an der Spitze, gefolgt von den Produktfeldern Lebensmittel, Küche und Kommunikationsgeräte.

Tabelle 61 Umweltbelastungen pro Haushalt nach Wirkungskategorien

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamt- umwelt- belastung
Einheit	GJ	kgCO ₂ Äq	kgSO ₂ Äq	kgP04Äq	kgETHÄq	mikro UZBP
PF1 Haus und Wohnung	100,0	7.065	11,5	0,93	0,98	23.858
PF2 Mobilität	56,5	3.959	10,9	1,26	5,39	32.640
PF3 Lebensmittel	20,9	3.758	3,8	0,11	0,61	8.686
PF4 Küche	15,6	953	1,9	0,20	0,06	3.631
PF5 Textilien	2,0	97	0,8	0,04	0,08	935
PF6 Bad	6,1	360	1,0	0,07	0,07	1.581
PF7 Kommunikationsgeräte	14,6	462	1,3	0,29	0,07	2.713
PF8 Unterhaltungselektronik	5,2	323	0,7	0,06	0,02	1.293
Summe	220,9	16.977	32,0	2,98	7,27	75.338

Die konkrete Rangfolge der Produktfelder ist je nach Wirkungskategorie unterschiedlich. Ohne auf alle Ergebnisse im Detail einzugehen, soll im Folgenden auf ein paar Auffälligkeiten hingewiesen werden:

- Das Produktfeld Haus und Wohnung liegt in den Kategorien kumulierter Energieaufwand und Treibhauspotenzial mit 45 % bzw. 43 % an der Spitze.
- Das Produktfeld Mobilität dominiert mit 74 % und weitem Abstand die Kategorie Photooxidantienpotenzial. Einen vergleichsweise hohen Anteil hat diese Produktgruppe auch in der Kategorie Eutrophierung und den Gesamtumweltbelastungen mit je 43 %.
- Das Produktfeld Lebensmittel hat mit 22 % den höchsten Anteil in der Kategorie Treibhauspotenzial. Aufgrund von Datenunsicherheiten muss allerdings angemerkt werden, dass das Eutrophierungspotenzial in diesem Produktfeld vermutlich nicht adäquat abgebildet ist.
- Die Produktfelder Küche und Kommunikationsgeräte sind in ihrer Bedeutung ähnlich, beide haben beispielsweise einen Anteil von 7 % am kumulierten Energieaufwand.
- Die Produktfelder Bad und Unterhaltungselektronik liegen ebenfalls in einer ähnlichen Größenordnung, der Anteil am kumulierten Energieaufwand beträgt allerdings nur 2 % bis 3 %.
- Das Produktfeld Textilien zeichnet sich durch den geringsten Beitrag aus. Hier bestehen allerdings größere Unsicherheiten bezüglich der Berechnungsgrundlage, so dass man annehmen kann, dass dieses Produktfeld momentan noch unterschätzt wird.

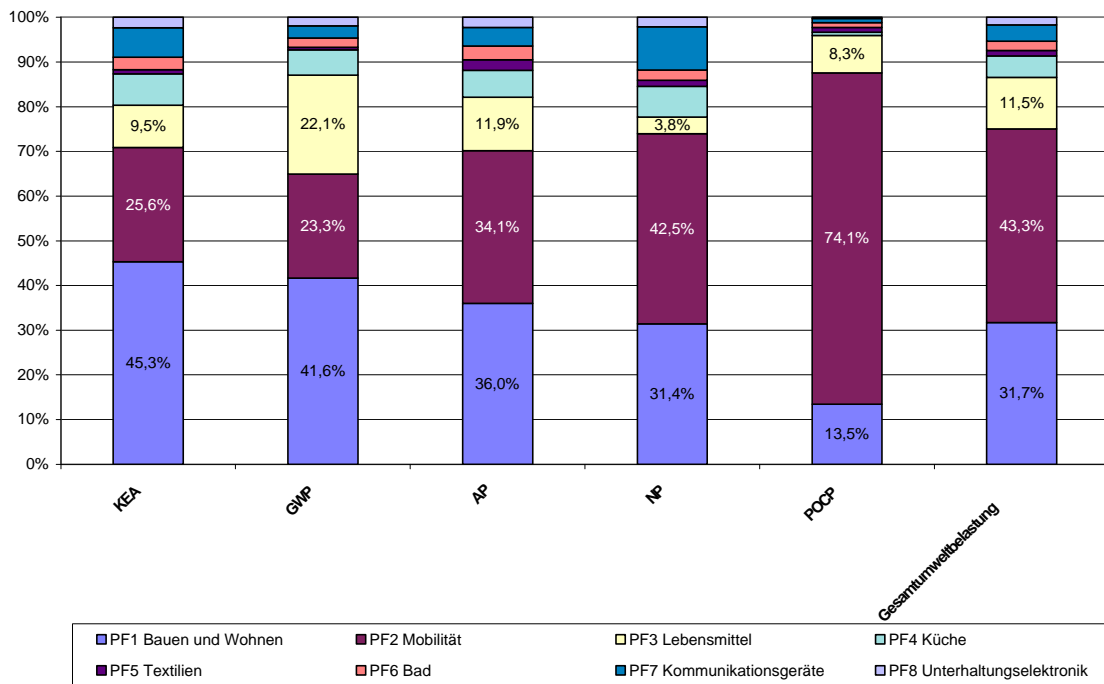


Abbildung 6 Gesamtumweltbelastung nach Anteilen der Produktfelder in den einzelnen Wirkungskategorien.

Tabelle 62 Gesamtumweltbelastung nach Anteilen der Produktfelder in den einzelnen Wirkungskategorien.

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamtumweltbelastung
PF1 Haus und Wohnung	45,3%	41,6%	36,0%	31,4%	13,5%	31,7%
PF2 Mobilität	25,6%	23,3%	34,1%	42,5%	74,1%	43,3%
PF3 Lebensmittel	9,5%	22,1%	11,9%	3,8%	8,3%	11,5%
PF4 Küche	7,0%	5,6%	6,0%	6,8%	0,8%	4,8%
PF5 Textilien	0,9%	0,6%	2,4%	1,3%	1,1%	1,2%
PF6 Bad	2,8%	2,1%	3,1%	2,3%	1,0%	2,1%
PF7 Kommunikationsgeräte	6,6%	2,7%	4,2%	9,7%	1,0%	3,6%
PF8 Unterhaltungselektronik	2,3%	1,9%	2,3%	2,1%	0,3%	1,7%
Summe	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

4.3.1 Produktfeld 1 Haus und Wohnung

Das Produktfeld Haus und Wohnung ist einer der wichtigsten Verursacher von Umweltbelastungen. Das Gesamtergebnis für das Produktfeld Haus und Wohnung ist in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 63 Umweltbelastungen im Produktfeld Haus und Wohnung pro Haushalt nach Wirkungskategorien

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamt- umwelt- belastung
Einheit	GJ	kgCO ₂ Äq	kgSO ₂ Äq	kgP04Äq	kgETHÄq	mikro UZBP
PF1 Haus und Wohnung	100,0	7.065	11,5	0,93	0,98	23.858
Anteil PF1 Haus und Wohnung an den gesamten Umweltauswirkungen	45,3%	41,6%	36,0%	31,4%	13,5%	31,7%

Die nähere Analyse des Ergebnisses zeigt (siehe nachstehende Abbildung), dass der Anteil der Nutzungsphase an der Gesamtbelastung sehr hoch ist. Die Herstellungsphase macht nur etwa 10 % (kumulierter Energieaufwand) bis 26 % (Photooxidantienpotenzial) der Belastungen aus. Ähnliche Anteile wurden auch in verschiedenen Ökobilanz-Studien von Wohngebäuden gefunden (z.B. Quack 2001).

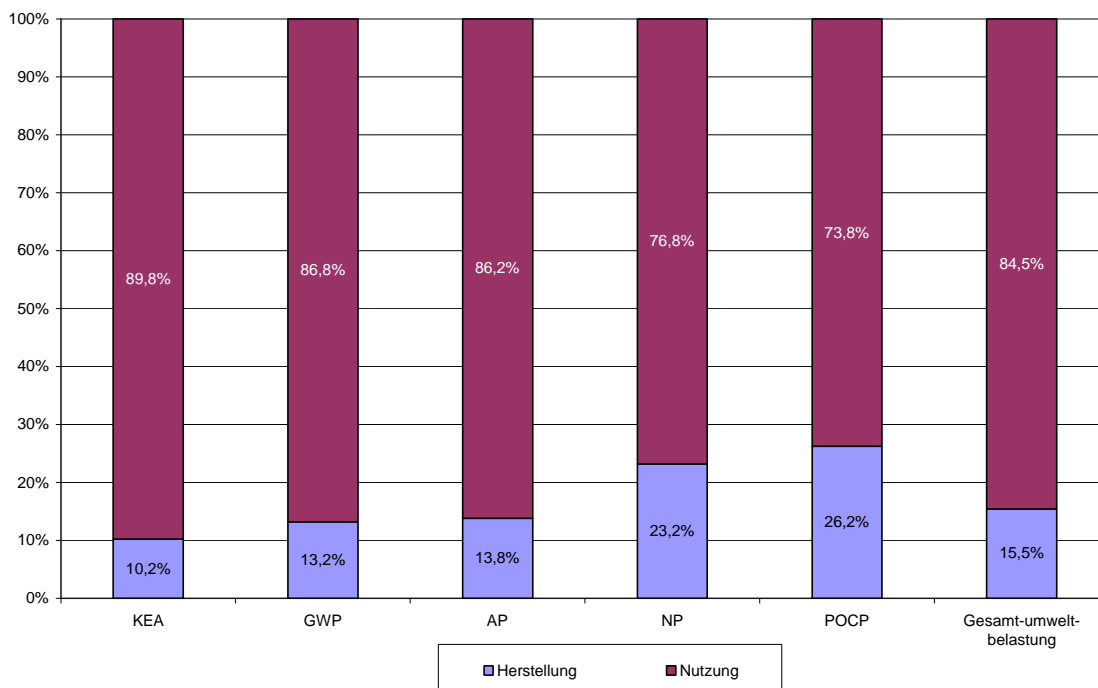


Abbildung 7 Anteil der Lebenswegphasen an den Umweltauswirkungen in Produktfeld 1

Tabelle 64 Anteile der einzelnen Verursacher an den Lebenswegphasen Herstellung und Nutzung. Der Anteil der Entsorgung ist aufgrund der schlechten Daten vernachlässigbar gering.

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamt- umwelt- belastung
Einheit	GJ	KgCO ₂ Äq	kgSO ₂ Äq	kgP04Äq	kgETHÄq	mikro UZBP
Summe Herstellungsphase PF1 Haus und Wohnung	10,22	935	1,59	0,21	0,25	3.686
Neubau Wohnung	4,74	589	1,58	0,21	0,24	3.060
Herstellung Möbel	5,48	347	0,01	0,00	0,01	626
Summe Nutzungsphase PF1 Haus und Wohnung	89,8	6.130	9,9	0,7	0,7	20.172
Heizung	70,8	4.824	7,5	0,5	0,5	15.325
Warmwasser	13,5	870	1,3	0,1	0,1	2.749
Beleuchtung	3,2	197	0,3	0,0	0,0	689
Instandhaltung	2,3	239	0,8	0,1	0,1	1.408

Die Herstellungsphase berücksichtigt den Zubau von neuen Wohnungen sowie die Bereitstellung von Möbeln. Abgesehen vom kumulierten Energieaufwand, bei dem die Möbel etwa die Hälfte der Belastungen ausmachen, dominiert der Neubau von Wohnungen das Ergebnis sehr deutlich.

Bei der Nutzungsphase liegt mit je nach Kategorie 68 % bis 79 % der Belastungen die Heizwärmebereitstellung an der Spitze. Gefolgt von der Warmwasserbereitstellung mit ca. 13 % bis 15 %. Die Beleuchtung trägt nur mit maximal 4 % zu den Belastungen bei und ist damit relativ unbedeutend. Die Instandhaltung fällt durch einen relativ hohen Anteil beim Photooxidantien- und beim Eutrophierungspotenzial auf, das Versauerungspotenzial ist ebenfalls relativ hoch.

Tabelle 65 Anteile der einzelnen Verursacher an den Lebenswegphasen Herstellung und Nutzung. Der Anteil der Entsorgung ist aufgrund der schlechten Datenlage vernachlässigbar gering.

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamt- umwelt- belastung
Summe Herstellungsphase PF1 Haus und Wohnung	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Neubau Wohnung	46,4%	62,9%	99,4%	99,2%	97,9%	83,0%
Herstellung Möbel	53,6%	37,1%	0,56%	0,8%	2,1%	17,0%
Summe Nutzungsphase PF1 Haus und Wohnung	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Heizung	78,8%	78,7%	75,8%	67,9%	74,1%	76,0%
Warmwasser	15,0%	14,2%	13,1%	15,4%	7,0%	13,6%
Beleuchtung	3,6%	3,2%	3,0%	4,9%	0,7%	3,4%
Instandhaltung	2,6%	3,9%	8,1%	11,8%	18,2%	7,0%

4.3.2 Produktfeld 2 Mobilität

Das Gesamtergebnis für das Produktfeld Mobilität ist in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 66 Umweltbelastungen im Produktfeld Mobilität pro Haushalt nach Wirkungskategorien

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamt- umwelt- belastung
Einheit	GJ	kgCO ₂ Äq	kgSO ₂ Äq	kgP04Äq	kgETHÄq	mikro UZBP
PF2 Mobilität	56,5	3.959	10,9	1,26	5,39	32.640
Anteil von PF2 Mobilität an den gesamten Umwelt- auswirkungen	25,6%	23,3%	34,1%	42,5%	74,1%	43,3%

Die Analyse der Ergebnisse nach Lebenswegphasen zeigt, dass in der Kategorie Photooxidantienpotenzial die Nutzungsphase mit über 93 % sehr viel stärker dominiert als in den anderen Kategorien. In der Kategorie Versauerungspotenzial spielt die Herstellung mit 26 % beispielsweise die relativ größte Rolle. Die Gesamtumweltbelastung verteilt sich zu 20 % auf die Herstellungs- und zu 80 % auf die Nutzungsphase.

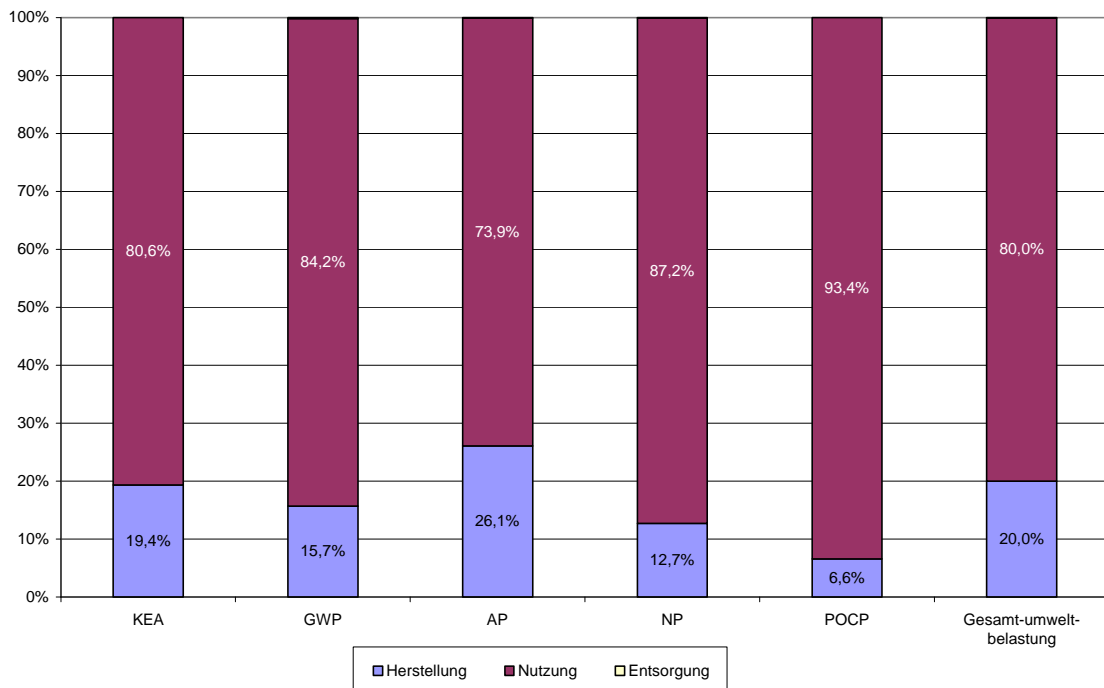


Abbildung 8 Anteil der Lebenswegphasen an den Umweltauswirkungen in Produktfeld 2

Die nähere Analyse der Herstellungsphase zeigt, dass der PKW mit einem mindestens 99 %igen Anteil hier mit weitem Abstand über das Fahrrad dominiert. Die jährlich anfallende Menge „PKW“ ist eben ein Mehrfaches dessen, was an Fahrrädern in den Haushalten gebraucht wird.

Auch in der Nutzungsphase ist der Anteil, der der PKW-Nutzung zuzurechnen ist, bei 88 % und darüber. In der Kategorie Photooxidantienpotenzial sind es sogar 99 % der Belastungen, die durch PKW-Nutzung verursacht werden. Für Bahn und Flugzeug bleiben nur je 0,4 %.

Tabelle 67 Ergebnisse für das Produktfeld 2 nach Verursacher und Lebenswegphasen.

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamt- umwelt- belastung
Summe Herstellungsphase PF2 Mobilität	10,94	620,76	2,85	0,16	0,355	6.522,40
Herstellung Fahrrad	0,04	2,23	0,02	0,00	0,001	20,39
Herstellung PKW	10,91	618,53	2,83	0,16	0,355	6.502,00
Summe Nutzungsphase PF2 Mobilität	45,6	3.333,7	8,1	1,1	5,0	26.107,1
Nutzung PKW	40,6	3.091,1	7,1	1,0	5,0	24.570,3
Nutzung Flugzeug	3,4	86,2	0,5	0,0	0,0	738,7
Nutzung Bahn	1,6	156,4	0,5	0,1	0,0	798,0
Summe Entsorgungsphase PF2 Mobilität	0,00	4,85	0,00	0,00	0,00	10,33

Tabelle 68 Relative Ergebnisse für das Produktfeld 2 nach Verursacher und Lebenswegphasen. Die Entsorgungsphase wurde aufgrund ihrer minimalen Beiträge nicht separat dargestellt.

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamt- umwelt- belastung
Einheit	GJ	kgCO ₂ Äq	kgSO ₂ Äq	kgP04Äq	kgETHÄq	mikro UZBP
Summe Herstellungsphase PF2 Mobilität	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Herstellung Fahrrad	0,4%	0,4%	0,7%	0,7%	0,2%	0,3%
Herstellung PKW	99,6%	99,6%	99,3%	99,3%	99,8%	99,7%
Summe Nutzungsphase PF2 Mobilität	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Nutzung PKW	89,1%	92,7%	87,5%	89,9%	99,2%	94,1%
Nutzung Flugzeug	7,4%	2,6%	6,5%	4,0%	0,4%	2,8%
Nutzung Bahn	3,4%	4,7%	6,0%	6,1%	0,4%	3,1%

4.3.3 Produktfeld 3 Lebensmittel

Das Produktfeld 3 Lebensmittel umfasst wie in Kapitel 3.3 beschrieben, die Bereitstellung von Lebensmitteln und Getränken im Haushalt sowie die Herstellung und die Entsorgung der zugehörigen Verpackungen.

Tabelle 67 zeigt die Ergebnisse des Produktfelds in den betrachteten Wirkungskategorien sowie den Anteil, den diese Ergebnisse an den Gesamtergebnissen in der jeweiligen Wirkungskategorie ausmachen.

Tabelle 69 Auswirkungen des Produktfelds 3 in den betrachteten Wirkungskategorien, Anteil am Gesamtergebnis

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamt- umwelt- belastung
Einheit	GJ	kgCO ₂ Äq	KgSO ₂ Äq	kgP04Äq	kgETHÄq	mikro UZBP
Ergebnis PF 3 Lebensmittel	20,90	3.758,33	3,82	0,11	0,61	8.686
Anteil von PF 3 Lebensmittel am Gesamtergebnis	9 %	22 %	12 %	3 %	8 %	11,5 %

Vor allem beim Treibhauspotenzial hat das Produktfeld mit 22 % einen überdurchschnittlichen Anteil an den gesamten Auswirkungen der Wirkungskategorie.

Die Umweltauswirkungen werden alle in der Herstellungsphase verursacht. Die Nutzung (d.h. in diesem Fall die Verarbeitung und Zubereitung der Lebensmittel) wird im Produktfeld 4 „Küche“ betrachtet. In der Entsorgungsphase wird ausschließlich die Entsorgung der Verpackungsabfälle betrachtet. Aufgrund mangelnder Daten wurden die Aufwendungen, die zur Entsorgung (Sammlung, Recycling, Deponierung) notwendig sind, nicht berücksichtigt. Dadurch sind auch hier keine Auswirkungen zu verzeichnen.

Abbildung 9 zeigt die Beiträge der Herstellung von Lebensmitteln, von Getränken und der zugehörigen Verpackungen an den Wirkungsindikatorergebnissen an. Tabelle 68 zeigt die dazugehörigen Werte und Anteile.

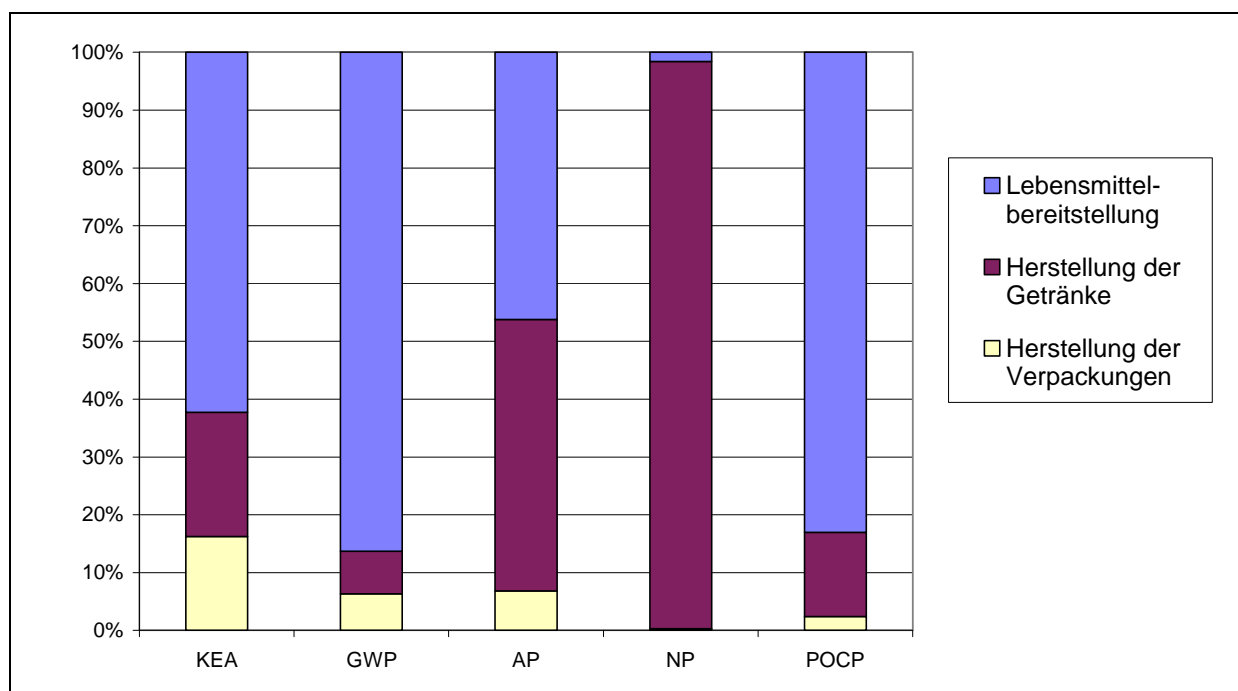


Abbildung 9 Anteile der Herstellung von Lebensmitteln, Getränken und Verpackungen an den gesamten Auswirkungen durch die Herstellung

Tabelle 70 Wirkungsergebnisse und relative Anteile der Herstellung von Lebensmitteln, Getränken und Verpackungen an den gesamten Auswirkungen in der Herstellungsphase

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamtumweltbelastung
Absolute Ergebnisse	GJ	KgCO₂Äq	kgSO₂Äq	kgP04Äq	kgETHÄq	mikro UZBP
Lebensmittelbereitstellung	13,01	3.243,13	1,77	0,00	0,50	5.926,20
Herstellung der Getränke	4,49	276,33	1,80	0,11	0,09	2.165,10
Herstellung der Verpackungen	3,40	238,88	0,26	0,00	0,01	564,54
Summe	20,90	3.758,33	3,82	0,11	0,61	8.685,84
Relative Anteile						
Lebensmittelbereitstellung	62,2%	86,3%	46,2%	1,6%	83,1%	68,6 %
Herstellung der Getränke	21,5%	7,4%	47,0%	98,1%	14,6%	24,9 %
Herstellung der Verpackungen	16,2%	6,4%	6,8%	0,3%	2,4%	6,5 %
Summe	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0 %

Beim kumulierten Energieaufwand, dem Treibhauspotenzial und der Photooxidantienbildung ist die Lebensmittelbereitstellung der dominierende Faktor. Zur Versauerung tragen Lebensmittelbereitstellung und die Herstellung der Getränke zu etwa gleichen Teilen bei, während die Eutrophierung fast ausschließlich durch die Herstellung der Getränke verursacht wird.

Der geringe Anteil der Lebensmittelbereitstellung an der Eutrophierung ist auf die Unsicherheiten in den Grundlagendaten zu Phosphat- und Nitratemissionen bei landwirtschaftlichen Prozessen zurückzuführen, aufgrund dessen diese nicht bilanziert wurden (vgl. Kapitel 3.3.3).

Die Herstellung der Verpackung von Lebensmitteln und Getränken trägt nur zu einem geringeren Anteil zu den Ergebnissen der betrachteten Wirkungskategorien bei. Lediglich beim kumulierten Energieaufwand ist dessen Anteil mit etwa 16 % relativ groß.

4.3.4 Produktfeld 4 EcoTopTen Küche

Das Produktfeld 4 Küche umfasst wie in Kapitel 3.4 beschrieben, die Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Kühl- und Gefriergeräten, Spülmaschinen und Herden (Elektroherde, Gasherde und Mikrowellenherde) inklusive der Verkaufsverpackungen.

Tabelle 69 zeigt die Ergebnisse des Produktfelds in den betrachteten Wirkungskategorien sowie den Anteil, den diese Ergebnisse an den Gesamtergebnissen in der jeweiligen Wirkungskategorie ausmachen.

Tabelle 71 Auswirkungen des Produktfelds 4 in den betrachteten Wirkungskategorien, Anteil am Gesamtergebnis

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamt- umwelt- belastung
Einheit	GJ	kgCO ₂ Äq	kgSO ₂ Äq	kgP04Äq	kgETHÄq	mikro UZBP
PF4 EcoTopTen Küche	15,57	953,13	1,92	0,34	0,06	3.631
Anteil von PF4 EcoTopTen Küche am Gesamtergebnis	7%	6%	6%	10%	1%	4,8 %

Abbildung 10 gibt einen Überblick darüber, wie stark die betrachteten Lebenswegphasen zu den Auswirkungen der Wirkungskategorien beitragen.

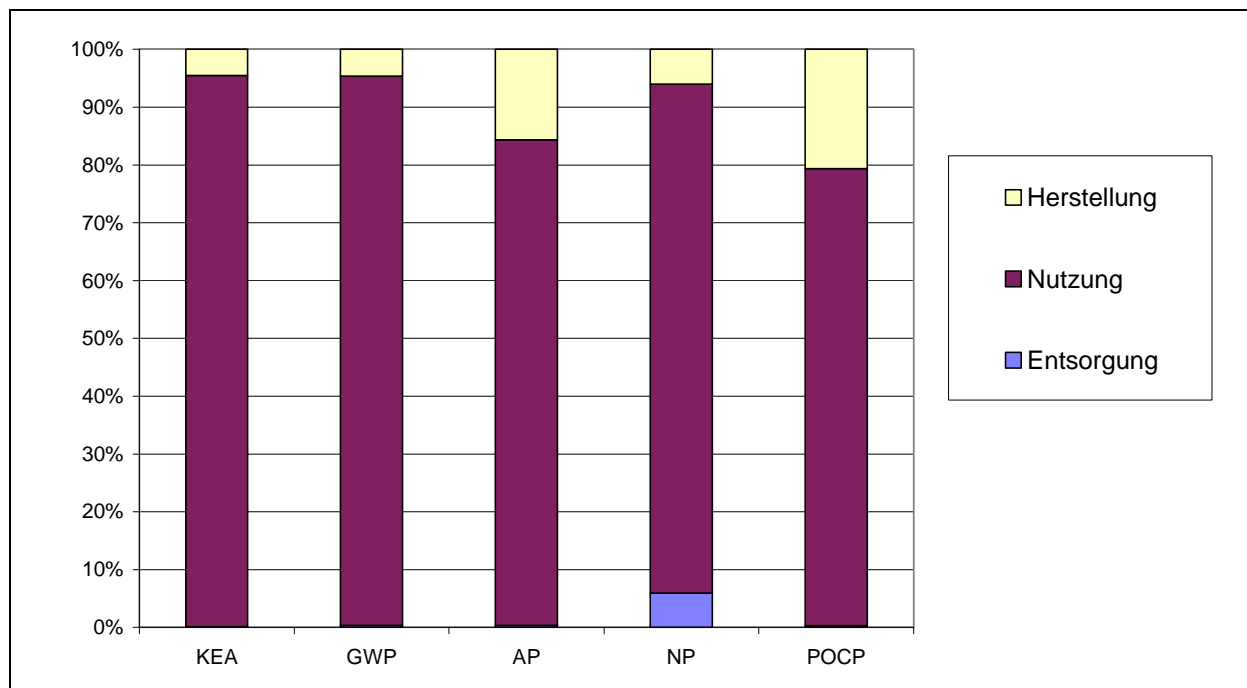


Abbildung 10 Anteile der Herstellung, Nutzung und Entsorgung an den gesamten Auswirkungen durch Produktfeld 4

Man erkennt deutlich, dass in allen Wirkungskategorien die Nutzungsphase dominiert. Die Herstellung trägt nur zur Versauerung und zur Photoxidantienbildung mit mehr als 10 % bei. Der Beitrag der Entsorgung ist außer beim Eutrophierungspotenzial vernachlässigbar. Im Folgenden werden die Beiträge der verschiedenen Haushaltsgeräte zu den Ergebnissen durch die Nutzungsphase analysiert.

Abbildung 11 zeigt die Beiträge der Nutzung der verschiedenen Haushaltsgeräte zu den gesamten Auswirkungen der Nutzungsphase von Produktfeld 4. Tabelle 70 zeigt die dazugehörigen Werte und Anteile.

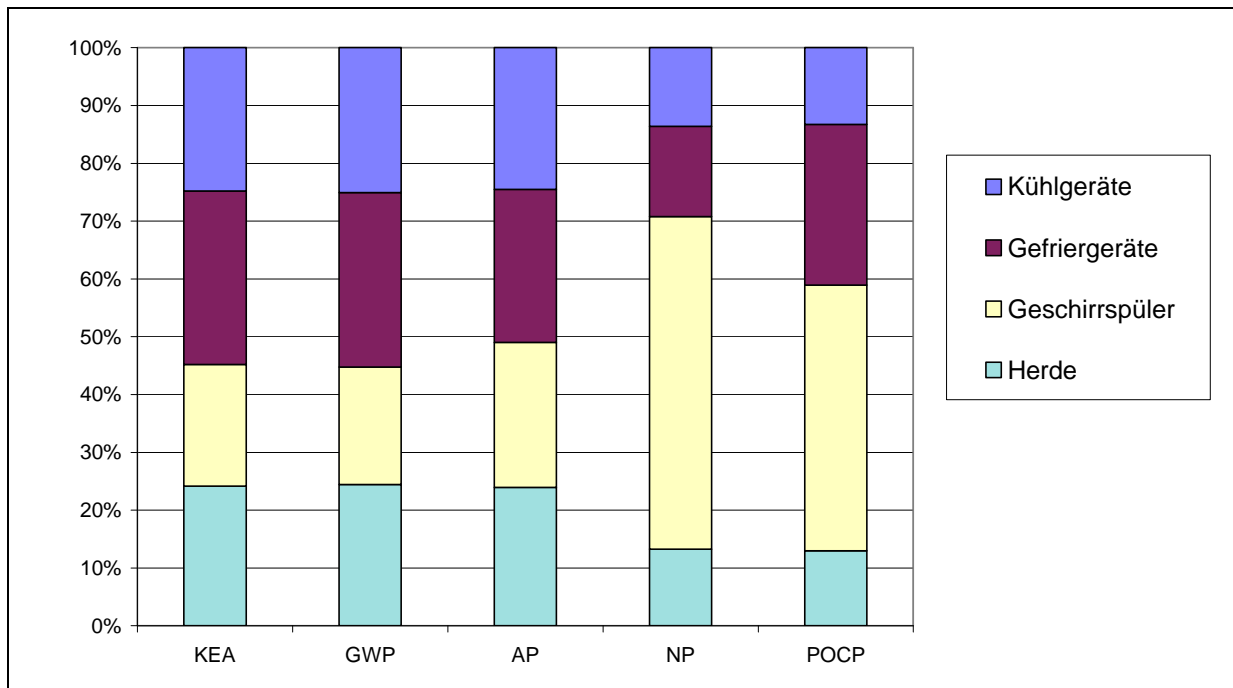


Abbildung 11 Relative Beiträge der Nutzung verschiedener Haushaltsgeräte im Produktfeld 4 „Küche“

Tabelle 72 Absolute Ergebnisse und relative Anteile der Nutzung verschiedener Haushaltsgeräte im Produktfeld 4 „Küche“

	KEA	GWP	AP	NP	POCP
Absolute Ergebnisse	GJ	kgCO₂Äq	kgSO₂Äq	kgP04Äq	kgETHÄq
Kühlgeräte	3,68	226,68	0,40	0,04	0,01
Gefriergeräte	4,45	273,56	0,43	0,05	0,01
Geschirrspüler	3,13	184,08	0,41	0,17	0,02
Herde	3,59	221,11	0,39	0,04	0,01
Relative Anteile					
Kühlgeräte	24,8%	25,0%	24,5%	13,6%	13,3%
Gefriergeräte	30,0%	30,2%	26,5%	15,6%	27,7%
Geschirrspüler	21,1%	20,3%	25,1%	57,6%	46,0%
Herde	24,2%	24,4%	23,9%	13,2%	13,0%

Die Beiträge der verschiedenen Haushaltsgeräte zu den gesamten Auswirkungen durch die Nutzung unterscheiden sich nur geringfügig. Beim kumulierten Energieaufwand und beim Treibhauspotenzial dominiert die Nutzung der Gefriergeräte leicht mit etwa 30 %. Bei Versauerung tragen alle Haushaltsgeräte etwa zu einem Viertel zu den Belastungen bei. Lediglich bei der Eutrophierung und Photooxidantienbildung ist die Nutzung des Geschirrspülers mit etwa 50 % deutlich dominierend.

4.3.5 Produktfeld 5 Textilien

Das Produktfeld Textilien hat zwischen 0,6 % und 2,4 % Anteil an den Gesamtumweltbelastungen der deutschen Haushalte. Aufgrund der mangelhaften Datengrundlage muss man allerdings davon ausgehen, dass dies eine Unterschätzung der tatsächlichen Situation darstellt.

Tabelle 73 Umweltbelastungen im Produktfeld Textilien pro Haushalt nach Wirkungskategorien

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamtumweltbelastung
Einheit	GJ	kgCO₂Äq	kgSO₂Äq	kgP04Äq	kgETHÄq	mikro UZBP
PF5 Textilien	2,0	97	0,8	0,04	0,08	935
Anteil von PF5 Textilien am Gesamtergebnis	0,9%	0,6%	2,4%	1,3%	1,1%	1,2%

Abweichend von den meisten anderen Produktfeldern wird in PF5 nur die Herstellung und die Entsorgung betrachtet. Die Wäsche und das Trocknen der Textilien – was der Nutzungsphase von Textilien entsprechen würde – wird im Produktfeld Bad abgehandelt. Dies ist sicher ein Teil der Erklärung, warum das Produktfeld Textilien im Gesamtkontext eher unbe-

deutend ist, zumal die Nutzungsphase typischerweise etwa drei Viertel der Gesamtbelastung in einem Produktfeld ausmacht. Hier stellt sich das Bild anders dar: Die Herstellungsphase dominiert mit mindestens 91 % und die Entsorgungsphase erreicht maximal 9 % der Auswirkungen (Treibhauspotenzial).

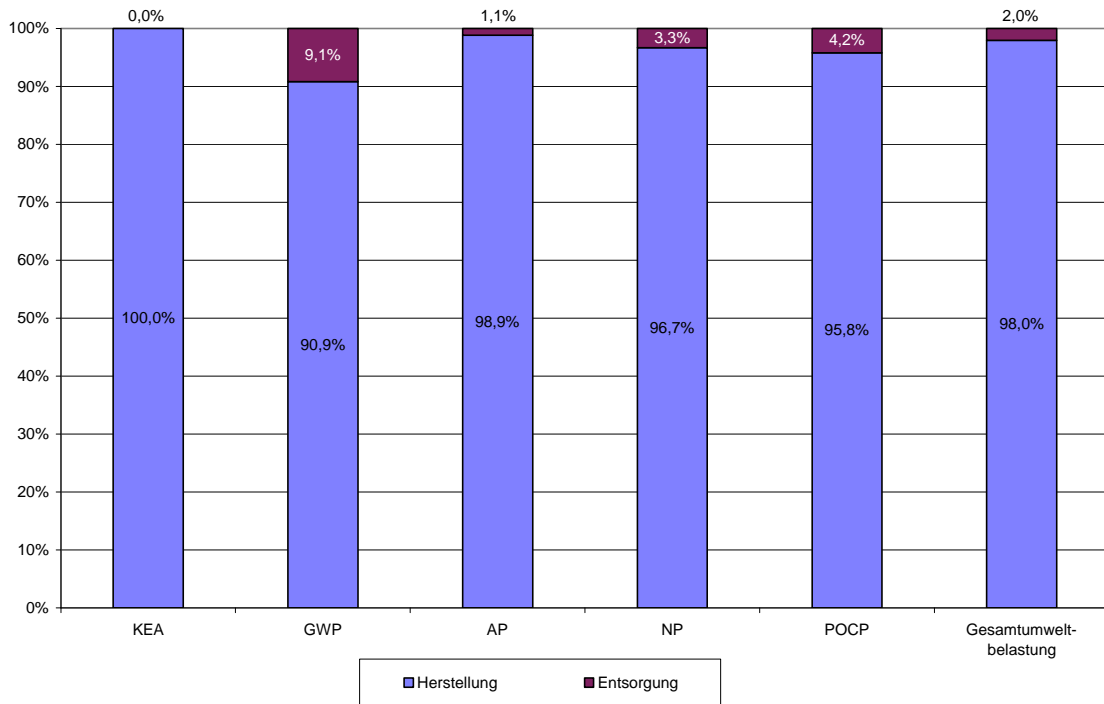


Abbildung 12 Anteil der Lebenswegphasen an den Umweltauswirkungen in Produktfeld 5

4.3.6 Produktfeld 6 Badezimmer

Das Produktfeld 6 Badezimmer umfasst wie in Kapitel 3.6 beschrieben die Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Waschmaschinen und Wäschetrocknern inklusive deren Verkaufsverpackungen, sowie die Trocknung der restlichen Wäsche auf der Leine.

Tabelle 72 zeigt die Ergebnisse des Produktfelds in den betrachteten Wirkungskategorien sowie den Anteil, den diese Ergebnisse an den Gesamtergebnissen der jeweiligen Wirkungskategorie ausmachen.

Tabelle 74 Auswirkungen des Produktfelds 6 Badezimmer in den betrachteten Wirkungskategorien, Anteil am Gesamtergebnis.

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamtumweltbelastung
Einheit	GJ	kgCO₂Äq	kgSO₂Äq	kgP04Äq	kgETHÄq	mikro UZBP
PF6 EcoTopTen Badezimmer	5,29	305,34	0,89	0,41	0,07	1.581
Anteil von PF6 EcoTopTen Bad am Gesamtergebnis	2 %	2 %	3 %	12 %	1 %	2,1 %

Abbildung 13 gibt einen Überblick darüber, wie stark die betrachteten Lebenswegphasen zu den Auswirkungen der Wirkungskategorien beitragen.

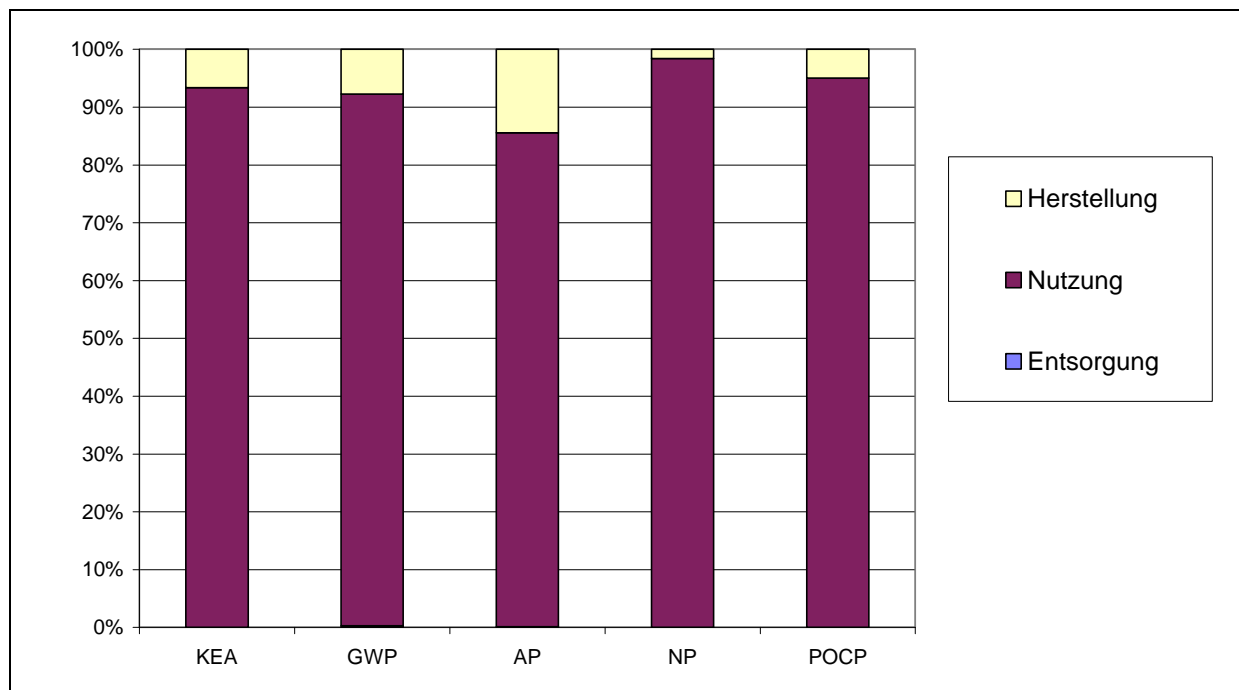


Abbildung 13 Anteile der Herstellung, Nutzung und Entsorgung an den gesamten Auswirkungen durch Produktfeld 6

Analog zu Produktfeld 4 „Küche“ erkennt man deutlich, dass in allen Wirkungskategorien die Nutzungsphase dominiert. Nur beim Versauerungspotenzial hat die Herstellung noch einen Anteil von etwa 14 %, ansonsten liegt der Anteil unter 10 %. Die Entsorgung spielt in allen Wirkungskategorien eine untergeordnete Rolle. Im Folgenden werden die Beiträge des Waschens und des Trocknens der Wäsche analysiert.

Abbildung 14 zeigt die Beiträge des Wäschewaschens und –trocknens zu den gesamten Auswirkungen der Nutzungsphase von Produktfeld 6.

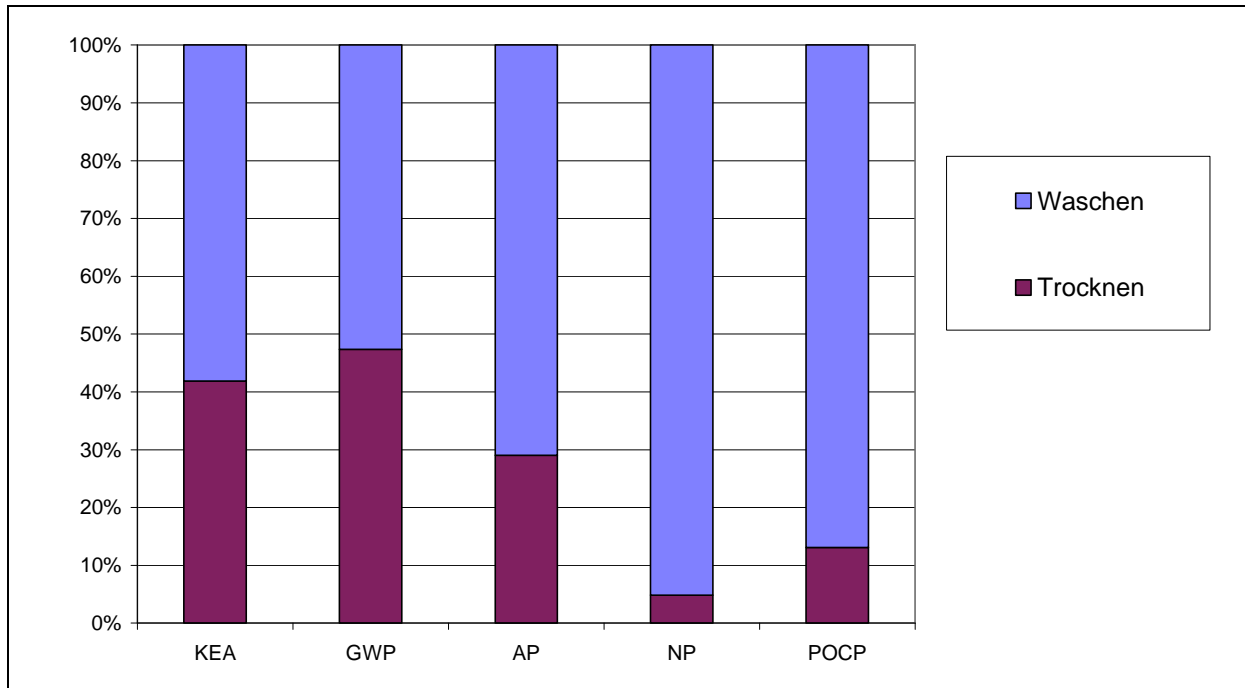


Abbildung 14 Beiträge des Wäschewaschens und –trocknens zu den gesamten Auswirkungen der Nutzungsphase von Produktfeld 6

Waschen und Trocknen tragen zu den beiden Wirkungskategorien kumulierter Energieaufwand und Treibhauspotenzial in etwa zu gleichen Teilen bei, wobei der Waschprozess bei beiden leicht überwiegt. Bei der Versauerung trägt der Waschprozess zu fast drei Viertel bei, bei der Photooxidantienbildung und vor allem bei der Eutrophierung ist der Waschprozess mit 87 % und 95 % eindeutig dominierend.

4.3.7 Produktfeld 7 Kommunikationsgeräte

Die Stoffstromanalyse im Produktfeld Kommunikationsgeräte fokussiert auf die Gerätegruppen PC, Monitor, Drucker, Internetanschluss, Faxgerät und Anrufbeantworter. Bilanziert wurde die anteilig anzurechnende Herstellung, die Nutzung und die Entsorgung.

Tabelle 75 Umweltbelastungen im Produktfeld Kommunikationsgeräte pro Haushalt nach Wirkungskategorien

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamt- umwelt- belastung
Einheit	GJ	kgCO ₂ Äq	kgSO ₂ Äq	kgP04Äq	kgETHÄq	mikro UZBP
PF7 Kommunikationsgeräte	14,6	462	1,3	0,29	0,07	2.713
Anteil PF7 Kommunikationsgeräte am Gesamtergebnis	6,6%	2,7%	4,2%	9,7%	1,0%	3,6%

Die Verteilung der Belastungen auf die einzelnen Lebenswegphasen ist ganz ähnlich wie in den übrigen Produktfeldern: Die Nutzungsphase überwiegt deutlich den Anteil der Herstellungsphase. Allerdings sticht die Kategorie Photooxidantien diesbezüglich heraus, da hier mit 56 % über die Hälfte der Belastungen durch die Herstellungsphase verursacht werden. Bestimmend hierfür ist der Papierverbrauch bzw. die Papierherstellung (s.u.)

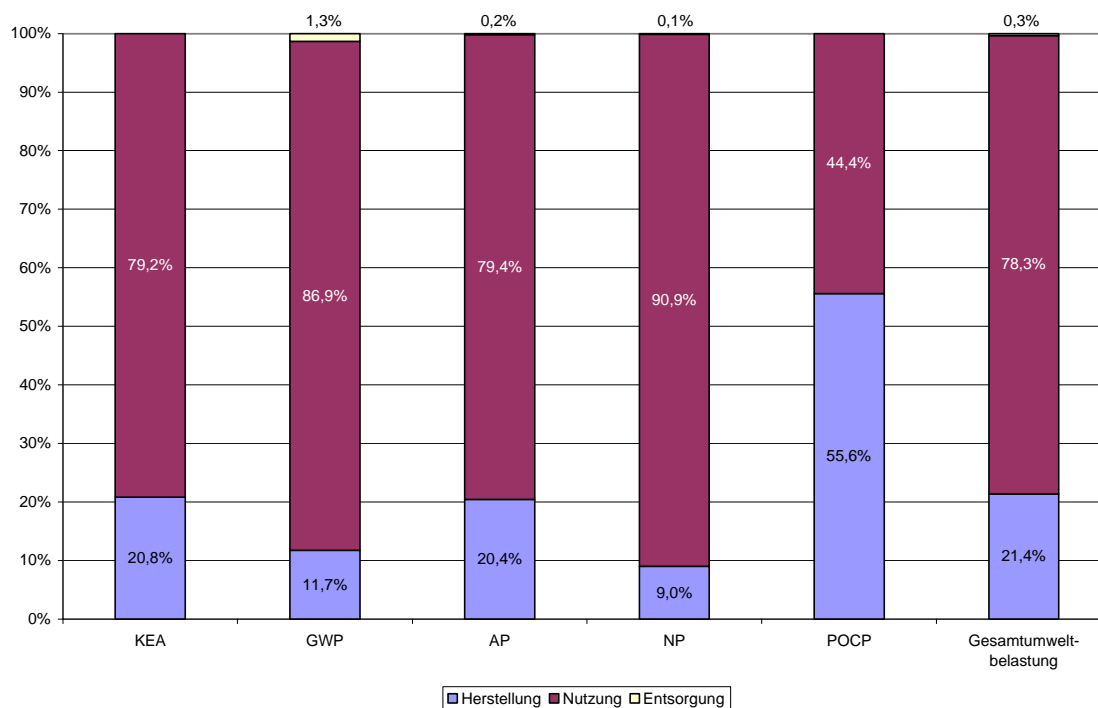


Abbildung 15 Anteil der Lebenswegphasen an den Umweltauswirkungen in Produktfeld 7

Bei näherer Betrachtung der Herstellungsphase fällt der hohe Anteil des Monitors auf. Trotz Überprüfung der Daten konnte dieser Wert nicht schlüssig erklärt werden und bleibt damit schwer interpretierbar. Insgesamt erscheint es stimmig, dass PC und Monitor zusammen den größten Teil der Belastungen in allen Kategorien ausmachen.

In der Nutzungsphase werden die Belastungen mit einem Anteil von 83 % bis 95 % deutlich durch den Papierverbrauch dominiert. Am höchsten ist der Anteil des Papierverbrauchs in den Kategorien Eutrophierung und Photooxdantienpotenzial mit 95 % bzw. 94 %. Die Energiebereitstellung für den Betrieb der Endgeräte spielt mit 5 % bis 17 % Anteil daneben nur eine relativ kleine Rolle. Dieses Ergebnis zeigt auch, dass es sehr wichtig ist, hier im Projekt anzusetzen und den Einsatz von Recyclingpapier zu fordern und zu unterstützen, da die Umweltbelastungen um den Faktor 3 bis 4 geringer sind als für Frischfaserpapier (für die Stoffstromanalyse wurde von einem 70 %igen Frischfaseranteil ausgegangen).

Tabelle 76 Anteile der einzelnen Verursacher an den Lebenswegphasen Herstellung und Nutzung. Der Anteil der Entsorgung ist aufgrund der schlechten Datenlage vernachlässigbar gering.

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamt- umwelt- belastung
Einheit	GJ	kgCO ₂ Äq	kgSO ₂ Äq	kgP04Äq	kgETHÄq	mikro UZBP
Summe Herstellungsphase PF7 Kommunikationsgeräte	3,04	54,21	0,272	0,026	0,039	579,67
PC	0,25	16,15	0,103	0,002	0,006	135,11
Monitor	2,79	37,63	0,167	0,024	0,032	442,13
Drucker	0,0041	0,27	0,001	0,000	0,000	1,47
Internetanschluss	0,0017	0,11	0,001	0,000	0,000	0,60
Fax	0,0006	0,04	0,000	0,000	0,000	0,21
Anrufbeantworter	0,0004	0,03	0,000	0,000	0,000	0,15
Summe Nutzungsphase PF7 Kommunikationsgeräte	11,6	401,4	1,06	0,26	0,03	2.124,2
Stromverbrauch	1,1	68,5	0,12	0,01	0,00	240,1
Papierverbrauch	10,5	332,9	0,94	0,25	0,03	1.884,1
Summe Entsorgungsphase PF7 Kommunikationsgeräte	0,0023	6,09	0,0027	0,0004	0,0000	9,08

Tabelle 77 Anteile der einzelnen Verursacher an den Lebenswegphasen Herstellung und Nutzung. Der Anteil der Entsorgung ist aufgrund der schlechten Datenlage vernachlässigbar gering.

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamt- umwelt- belastung
Summe Herstellungsphase PF7 Kommunikationsgeräte	100%	100%	100%	100%	100%	100%
PC	8%	30%	38%	8%	17%	23%
Monitor	92%	69%	61%	91%	83%	76%
Drucker	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Internetanschluss	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fax	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Anrufbeantworter	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Summe Nutzungsphase PF7 Kommunikationsgeräte	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Stromverbrauch	10%	17%	11%	5%	6%	11%
Papierverbrauch	90%	83%	89%	95%	94%	89%

4.3.8 Produktfeld 8 Unterhaltungselektronik

Bei dem Produktfeld Unterhaltungselektronik handelt es sich um eines der im Gesamtkontext weniger bedeutenden Produktfelder. Es liegt in etwa gleich auf mit dem Produktfeld Bad. Das Gesamtergebnis ins in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 78 Umweltbelastungen im Produktfeld Unterhaltungselektronik pro Haushalt nach Wirkungskategorien

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamtumweltbelastung
Einheit	GJ	kgCO ₂ Äq	kgSO ₂ Äq	kgP04Äq	kgETHÄq	mikro UZBP
PF8 Unterhaltungselektronik	5,2	323	0,7	0,06	0,02	1.293
Anteil PF8 Unterhaltungselektronik an den gesamten Umweltauswirkungen	2,3%	1,9%	2,3%	2,1%	0,3%	1,7%

Das Produktfeld 8 ist eines der wenigen Produktfelder, in der die Entsorgungsphase mit einem erkennbaren Anteil in die Gesamtbelastung eingeht. Dies trifft, wie nachfolgende Abbildung zeigt, vor allem auf die Kategorien Treibhauspotenzial mit 2,6 % und die Gesamtumweltbelastung mit 1 % Anteil zu. Auffällig ist auch, dass der Anteil der Herstellung gegenüber der Nutzungsphase relativ groß ist. Das Photooxidantienpotenzial ragt hier mit 65 % Herstellungsanteil heraus aber auch der Anteil des Versauerungspotenzials ist mit 36 % überdurchschnittlich hoch.

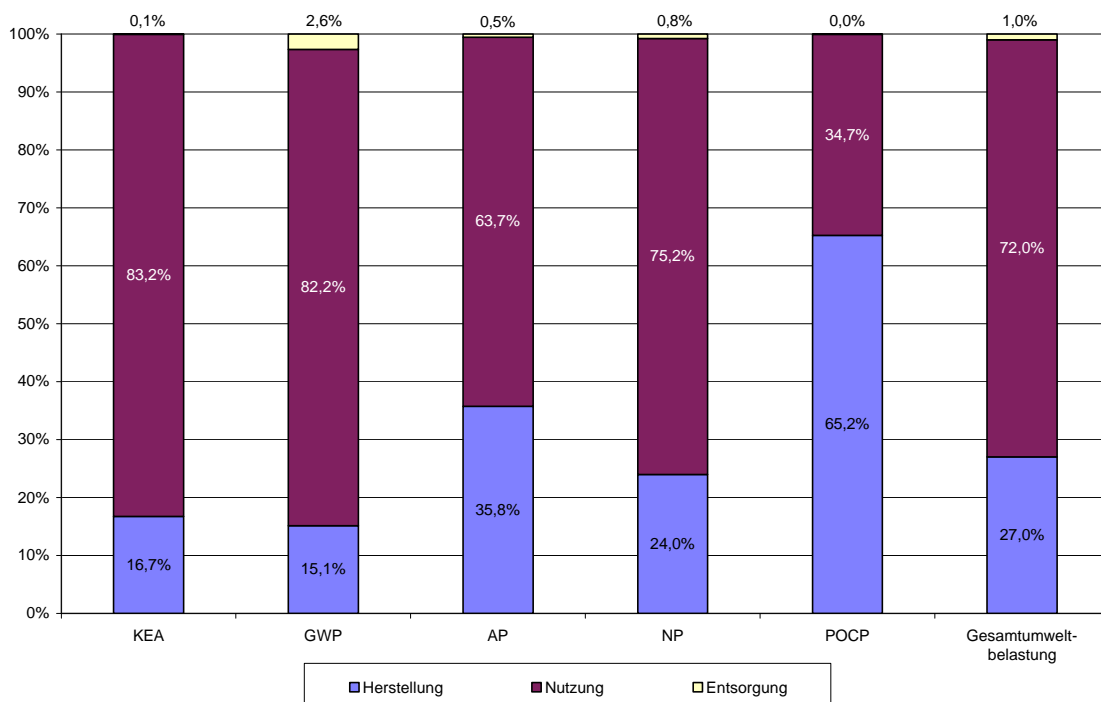


Abbildung 16 Anteil der Lebenswegphasen an den Umweltauswirkungen in Produktfeld 8

Die eingehendere Betrachtung der Herstellung lässt erkennen, dass der Fernseher mit 45 % bis 50 % der Belastungen vor der HiFi-Anlage mit einem Anteil von 33 % bis 38 % liegt. Das Verhältnis kehrt sich einzig für die Kategorie Photooxidantienpotenzial um; hier führt nun die HiFi-Anlage mit 45 % vor dem Fernseher mit 34 %. Videorekorder und Satellitenempfangsanlage folgen dahinter mit etwa 12-15 % bzw. 5-6 % der Belastungen

Tabelle 79 Anteile der einzelnen Verursacher an den Lebenswegphasen Herstellung und Nutzung. Der Anteil der Entsorgung ist aufgrund der schlechten Datenlage vernachlässigbar gering.

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamt- umwelt- belastung
Einheit	GJ	kgCO ₂ Äq	kgSO ₂ Äq	kgP04Äq	kgETHÄq	mikroUZBP
Summe Herstellungsphase PF8 Unterhaltungselektronik	0,87	48,89	0,26	0,015	0,013	349,46
Fernseher	0,36	22,15	0,12	0,008	0,004	173,09
Videorekorder	0,12	6,71	0,03	0,002	0,002	43,32
Satellitenempfangsanlage	0,05	2,68	0,01	0,001	0,001	17,33
HiFi-Anlage	0,33	17,35	0,09	0,005	0,006	115,73
Summe Nutzungsphase PF8 Unterhaltungselektronik (Stromverbrauch)	4,31	265,55	0,46	0,05	0,01	931,12
Summe Entsorgungsphase PF8 Unterhaltungselektronik	0,003	8,55	0,004	0,001	0,000	12,59

Tabelle 80 Anteile der einzelnen Verursacher an den Lebenswegphasen Herstellung und Nutzung. Der Anteil der Entsorgung ist aufgrund der schlechten Datenlage vernachlässigbar gering.

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamt- umwelt- belastung
Summe Herstellungsphase PF8 Unterhaltungselektronik	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Fernseher	42%	45%	46%	50%	34%	50%
Videorekorder	14%	14%	13%	12%	15%	12%
Satellitenempfangsanlage	6%	5%	5%	5%	6%	5%
HiFi-Anlage	38%	35%	35%	34%	45%	33%

4.3.9 Reduktionspotenziale durch Grünstrom

Der Wechsel auf Grünstrom lässt sich mit relativ wenig Aufwand bewerkstelligen und verspricht – bezogen auf den Stromverbrauch – ein sehr hohes Umweltentlastungspotenzial. Um das gesamte Reduktionspotenzial zu ermitteln, wurde im Folgenden der in den Privathaushalten verbrauchte Strom mittels Grünstrom auf der Basis des Nachhaltigkeitsszenarios aus Fishedick und Nitsch (2002) modelliert. Der Energieträger- und Anlagenmix, der dafür zugrunde gelegt wurde, ist in nachfolgender Tabelle dargestellt. Die im Rahmen der KraftWärmeKopplung (KWK Gas) parallel zur elektrischen produzierte thermische Energie wurde auf Basis einer Gas-Heizung gutgeschrieben.

Tabelle 81 Überblick über die Energieträger-Verteilung im Jahr 2050 für das bundesdeutsche Stromnetz Szenario „Grünstrom“. (Quelle: Nachhaltigkeitsszenario 2050 DLR, Fishedick und Nitsch 2002)

Energieträger	Referenziertes GEMIS Modul	Anteil
PV	Solar PV mono Rahmen-Rack D	6%
Geothermie	Geothermie	5%
Wind	Wind KW Park gr. D	23%
Wasser	Wasser KW gr. D	5%
Biomasse	Holz KW DT gr. D	9%
KWK Gas	KWK Gas	26%
Kond. Gas (z.B. GuD)	Gas Kraftwerk GuD mittel	8%
REG Import	50% Offshore Wind Nordsee 50% Solarthermie Spanien	18%
Summe	-	100%

Die Ergebnisse der Bilanzierung sind in nachfolgender Tabelle dargestellt. Das Reduktionspotenzial liegt zwischen 3,2 bis 6,9 %. Am höchsten ist es für das Treibhauspotenzial. Für die Kategorie Photooxidantien wird mit einer leichten Erhöhung der Werte gerechnet.

Das Reduktionspotenzial durch Grünstrom ist – bezogen auf eine einzige Maßnahme mit geringen Mehrkosten – ungewöhnlich hoch, gerade beim Treibhauspotenzial. Bezogen auf alle zehn Produktfelder ist das Reduktionspotenzial immer noch bemerkenswert, aber weniger hoch als man auf den ersten Blick annehmen würde. Das hängt damit zusammen, dass bei der Gesamtumweltbelastung der Haushalte die Heizungen, die PKW und die Lebensmittel dominieren, Produktfelder also, bei denen gar kein oder nur ein geringer Stromeinsatz (Heizungen) zu verzeichnen ist.

Tabelle 82 Überblick über die Umweltauswirkungen aller deutschen Privathaushalte für den Status Quo und bei Bezug von Grünstrom. Für die Vor- und Nachketten der Herstellungs- und Entsorgungsphase wurde in beiden Fällen der Status Quo-Strommix verwendet

	KEA	GWP	AP	NP	POCP	Gesamt- umwelt- belastung
Einheit	GJ	kgCO ₂ Äq	kgSO ₂ Äq	kgP04Äq	kgETHÄq	mikro UZBP
Status Quo	8,49E+09	6,53E+11	1,23E+09	1,14E+08	2,80E+08	2,90E+12
Szenario Grünstrom	8,06E+09	6,08E+11	1,19E+09	1,11E+08	2,81E+08	2,79E+12
Einsparung durch Grünstrom	4,32E+08	4,48E+10	4,26E+07	3,68E+06	-1,50E+06	1,10E+11
Reduktionspotenzial	5,1%	6,9%	3,5%	3,2%	-0,5%*	3,8%

* Für das Photooxidantienpotenzial wird eine leichte Erhöhung des Wertes erwartet.

5 Schlussfolgerungen und weiterer Forschungsbedarf

Die aktualisierte Stoffstromanalyse brachte gegenüber der ursprünglichen Studie von 1999 keine wesentlichen Überraschungen. Allerdings wurde sie wesentlich ergänzt durch weitere Wirkungskategorien und eine Gesamtaggregation der Ergebnisse. Das Konzept, sowohl die Herstellung als auch die Nutzung umweltseitig zu optimieren, ist nach wie vor richtig und wurde dadurch bestätigt, dass durchschnittlich etwa ein Viertel der Belastungen aus der Herstellung und drei Viertel der Belastungen aus der Nutzung resultieren.

Die Stoffstromanalyse hat sich erneut als gute Grundlage für eine Prioritätensetzung bestätigt. Die Anteile der zehn EcoTopTen-Produktfelder liegen damit bei 58,2% des Gesamtenergieverbrauchs in Deutschland (2001) und bei 63,6% der deutschen CO₂-Emissionen (2001), was die Relevanz der EcoTopTen-Produktfelder aufzeigt.

Bei einer neuerlichen Überarbeitung der Stoffstromanalyse, die im Verlauf des Projekts vorgesehen ist, sollten folgende Aspekte geprüft und möglichst detaillierter berücksichtigt werden:

PF3 Lebensmittel: Eutrophierungspotenzial der landwirtschaftlichen Produktion.

PF5 Textilien: Statistische Grundlage zu Mengen und Materialzusammensetzungen.

6 Literatur

- AC & IPU 1998 Atlantic Consulting and IPU. LCA Study of the Product Group Personal Computers in the EU Ecolabel Scheme. LCA Study (Version 1.2). Ecolabel Unit of the European Commission, DG XI.E. Brussels. 1998
- Achernbosch / Richters 1997 Achernbosch, M.; Richters, U.; Vergleich und Beurteilung von Stoffströmen der abwasserfreien und abwassererzeugenden Verfahren der "nassen" Rauchgasreinigung von Hausmüllverbrennungsanlagen; Forschungszentrum Karlsruhe, Wissenschaftliche Berichte FZKA 5874, Karlsruhe 1997
- Achernbosch / Richters 1999 Achernbosch, M.; Richters, U.; Stoffströme und Investitionskosten bei der Rauchgasreinigung von Abfallverbrennungsanlagen; Forschungszentrum Karlsruhe, Wissenschaftliche Berichte FZKA 6306, Karlsruhe 1999
- Auksutat, Löffler 1998 Kostenstrukturuntersuchung von Abfallbeseitigungsverfahren; F+E-Vorhaben 203 50 502 Texte 30/98, Hamburg, Berlin 1998
- BASF 2002 Dittrich-Krämer, B.; Kicherer, A.; Ökoeffizienz-Analyse Neuananschaffung oder Weiternutzung eines Kühlschranks; BASF AG, 2002
- BMU 1998 BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit); Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Entwurf eines umweltpolitischen Schwerpunktprogramms. Bundesumweltministerium, Bonn 1998.
- BMWi 2000 Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.): Energie Daten 2000 - Nationale und internationale Entwicklung. Berlin: 2000
- Böde et al. 2000 Böde et al., Detaillierung des Stromverbrauchs privater Haushalte in der BRD 1997 - 2010, Fraunhofer ISI, 2000
- Bruch et al. 1995 Bruch, K. H.; Gohlke, D.; Kögler, C.; Krüger, J.; Reuter, M.; Röpenak, I. v.; Rombach, E.; Rombach, G.; Winkler, P.; Sachbilanz einer Ökobilanz der Kupfererzeugung und -verarbeitung, Teil 1, Metall, 49, 4, 1995
- bsve o.J. Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (bvse); Elektronikschrott-Recycling – Fakten, Zahlen und Verfahren, Bonn/Köln o.J.
- Buchert et al. 2004 Buchert, M. et al.; Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland. Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung – Verknüpfung des Bereichs Bauen und Wohnen mit dem komplementären Bereich „Infrastruktur“. Studie des Öko-Instituts im Auftrag des Umweltbundesamts. Erscheinen als Texte 01/04. Berlin 2004
- Bunke et al. 2002 Bunke, D.; Griebhammer, R.; Gensch, C.-O.; EcoGrade – die integrierte ökologische Bewertung. UmweltWirtschaftsForum. Springer-Verlag. 10. Jg., H. 4, Dezember 2002.
- BUWAL 1991 Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hg.); Ökobilanz von Packstoffen Stand 1990. Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 132. Bern (CH). 1991
- BUWAL 1996 Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) (Hg.); Ökoinventare für Verpackungen. Schriftenreihe Umwelt Nr. 250 I und II. Bern (CH) 1996

Cremer et al. 2003	Cremer, C.; Eichhammer, W.; Friedewald, M.; Georgieff, P.; Rieth-Hoerst, S.; Schломann, B.; Zoche, P. (Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI); Aebischer, B.; Huser, A. (Centre for Energy Policy and Economics (CEPE)); Der Einfluss moderner Gerätegenerationen der Informations- und Kommunikationstechnik auf den Energieverbrauch in Deutschland bis zum Jahr 2010 – Möglichkeiten zur Erhöhung der Energieeffizienz und zur Energieeinsparung in diesen Bereichen. Projektnummer 28/01. Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Karlsruhe, Zürich 2003
DIW 34 2002	Bartholomai, B.; Wohnungsneubau weiter auf niedrigem Niveau - Modernisierung und Instandsetzung stehen im Vordergrund In: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (Hg.); DIW Wochenbericht, Berlin, Nr. 34, 2002
DIW 51/52 2002	Rieke, H.; Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr. In: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (Hg.); DIW Wochenbericht, Berlin, Nr. 51-52, 2002, 881-889.
Entsorgungsstatistik 1999	Amtliche Entsorgungsstatistik 1999, http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/elektronikschrott.htm , Stand 20.02.1999
ETH 1996	"Ökoinventare von Energiesystemen" der Gruppe Energie-Stoffe-Umwelt (ESU) der ETH Zürich, 3. Aufl. 1996
Faist et al. 1999:	Faist et al.; The Impact of Household Food Consumption on Resource and Energy Management, 1999, 41
Fischedick / Nitsch 2002	Fischedick, M. (WI); Nitsch, J. (DLR). Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland. Forschungsvorhaben für das Umweltbundesamt. UFOPLAN FKZ 200 97 104. Wuppertal, Stuttgart, Mai 2002
Franz 2002	Franz, R. in: Bericht zum Forum Hemmnisabbau Zukünftige Optionen für die rationelle Energienutzung am 25. Und 26. Februar 2002 im Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe 2002
Frisknecht et al. 1994	Frisknecht, R. et al.; Ökoinventare für Energiesysteme. ETH Zürich, 1994
Frisknecht et al. 1996	Frisknecht, R. et al.; Ökoinventare für Energiesysteme - Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Ökobilanzen für die Schweiz. 3. Auflage, ETH Zürich, 1996
GEMIS 3.08 2003	GEMIS 3.08 2003; Software Gesamt-Emissionsmodell Integrierter Systeme (GEMIS), Version 3.08, Stand 2003.
GEMIS 4.2 2004	GEMIS 4.2. 2004; Software Gesamt-Emissionsmodell Integrierter Systeme (GEMIS), Version 4.2, Stand: 2004.
Gensch / Quack 2000	Gensch, C.-O.; Quack, D.; Orientierende ökologische Betrachtung der T-Net-Box. Arbeitsbericht im Rahmen des Projekts "TopTen-Innovationen". Öko-Institut, Freiburg 2000
Gensch / Rüdener 2004	Gensch, C.-O.; Rüdener, I.; Ökologische und ökonomische Betrachtung von Wäschetrocknungssystemen; in: Hauswirtschaft und Wissenschaft (HuW), Aachen 1/2004, 12 –19.
GfK 2001	GfK Marktforschung (Hg.); Henkel, Wäschetagebuch, durchgeführt von GfK Marktforschung von Mitte August bis Anfang Oktober 2001.
Göttsching 1990	Göttsching, L.; Papier in unserer Welt. Econ Verlag GmbH, Düsseldorf, Wien, New York, 1990

Grießhammer / Möller 1999	Grießhammer, R.; Möller, M.; TopTen-Innovationen – Eine orientierende Bilanzierung der wichtigsten Stoff- und Energieströme in Deutschland. Freiburg, August 1999
Grießhammer et al. 1994	Grießhammer, R.; Beubler, M.; Dettenkofer, M.; Pfeifer, R.; Reichart, I.; Ökobilanz von Baumwoll-OP-Abdeckmaterialien. Teilstudie B.; 1994
Grabowski / Geiger 1997	Grabowski, H.; Geiger, K. (Hgg.); Neue Wege zur Produktentwicklung; RAABE Verlag, Stuttgart 1997.
Habersatter 1991	Habersatter, K.; Ökobilanzen von Packstoffen, Bern, 1991
HEA 2003c	Fachverband für Energie-Marketing und -Anwendung e.V. (HEA) beim VDEW (Hg.); Haushaltsstromverbrauch nach Anwendungsarten 2001, www.hea.de, tab. 10 verschiedene Jahre (April 2003); Quelle VDEW
HEA 2004	Fachverband für Energie-Marketing und -Anwendung e.V. (HEA) beim VDEW (Hg.); Trends & Highlights bei Wäschetrocknern, www.hea.de, 24.04.2004
Hofstetter et al. 1994	Hofstetter, P. et al; Ökoinventare für Energiesysteme. Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz, Zürich, 1994
ifeu 1994	Institut für Energie- und Umweltforschung – ifeu (Hg.); Ökobilanz für Verpackungen. Teilbericht: Energie - Transport - Entsorgung. Im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin
ifeu 2000	Institut für Energie- und Umweltforschung – ifeu (Hg.); Ökobilanzen für graphische Papiere. Veröffentlicht in der Reihe TEXTE des Umweltbundesamtes als Nr. 22/2000. Berlin 2000
ifeu o.J.	Institut für Energie- und Umweltforschung – ifeu; dem ifeu vorliegende Betriebsdaten verschiedener Anlagen, insbesondere der Anlagen in Nordrhein-Westfalen
IISI 1998	International Iron & Steel Institute – IISI (Hg.); Worldwide LCI Database for Steel Industry Products. Brüssel, 1998
IKW 2002a	Industrieverband Körperpflege und Waschmittel e.V. - IKW (Hg.); Informationsserie Wasch- und Reinigungsmittel, April 2002
IKW 2002b	Industrieverband Körperpflege und Waschmittel e.V. - IKW (Hg.); IKW-Datenbogen zu Nachhaltigkeitsindikator N 5, vorbereitende Unterlagen zum Dialogforum „Waschen für die Zukunft“ am 23./24. Januar 2003 in Nürnberg
Ivisic 2000	Ivisic, R.A.; Erwartetes Altgeräteaufkommen als Grundlage zur Planung von Entsorgungskonzepten. Entsorgungspraxis. Wiesbaden 4/2000
Köser et al. 2002	Köser, H.; Herbst, G.; Konitzer, E.; Rozycki, C.; Ökobilanzierung von Schienenverkehrssystemen am Beispiel des ICE-Verkehrs. Abschlussbericht zu Phase I: Vervollständigung der Stoff- und Energieströme Schwerpunkt Netz, Fahrdynamik und Personenbahnhöfe. Martin Luther Universität Halle-Wittenberg. Merseburg. 2002
Kraffahrt-Bundesamt 2003	Kraffahrt-Bundesamt (Hg.); Pressebericht 2003. Kraffahrt-Bundesamt. Flensburg. Dezember 2002
Kursbuch Lebensqualität 1995	Langbein, K.; Mühlberger, M.; Skalnik, C.; Kursbuch Lebensqualität. Kiepenheuer & Witsch. 1995
Möller und Grießhammer 1999	Möller, M.; Grießhammer, R.; TopTen-Innovationen - Eine orientierende Bilanzierung der wichtigsten Stoff- und Energieströme in Deutschland. Freiburg, August 1999

PA Consulting 1992	PA Consulting (Hg.); Ecolabelling Criteria for Washing machines, 1992, 21
Prognos 2002	Prognos 2002, Die Energiemärkte Deutschlands im zusammenwachsenden Europa - Perspektiven bis zum Jahr 2020, 2002
Quack 2001	Quack, D.; Einfluss von Energiestandard und konstruktiven Faktoren auf die Umweltauswirkungen von Wohngebäuden - eine. Ökobilanz. Demonstrationsprojekt: Niedrigenergiehäuser Heidenheim. Dissertation an der RWTH Aachen. Öko-Institut e.V., Freiburg; Werkstattreihe Nr. 126, 2001
Quack 2003	Quack, D.; Material Flow Analysis of average Households in Germany -Starting Point for the Project EcoTopTen. Anlässlich des Workshops "Quovadis MFA - Material Flow Analyses where do we go? Issues, Trends and Perspectives of Research for Sustainable Resource Use" am 9. und 10. Oktober 2003, Wuppertal 2003.
Quack et. al. 2004	Quack, D.; Birzle-Harder, B.; Gensch, C.-O.; Götz, K.; Grießhammer, R.; PROSA T-NetBox – Produkt-Nachhaltigkeits-Analyse eines virtuellen Anrufbeantworters, Freiburg 2004
Rüdenauer et al. 2004	Rüdenauer, I., Gensch, C.-O.; Quack, D.; Eco-Efficiency Analyses of Washing machines. Freiburg 2004
Schäfl 1995	Schäfl, A.; Massen- und Energiebilanzen sowie Disposition von Müllheizkraftwerken; Manuskripte zur Abfallwirtschaft 13.1; Verlag Abfall Now e.V. Stuttgart 1995
Schneidewind 2000	Schneidewind, U.; Nachhaltige Informationsgesellschaft – eine institutionelle Annäherung. IN: Schneidewind, U.; Truscheit, A.; Steingräber, G. (Hg.); Nachhaltige Informationsgesellschaft; Metropolis-Verlag, Marburg 2000.
Schweimer 2000	Schweimer, G. W.; Sachbilanz des Golf A4. Forschung Umwelt und Verkehr. Volkswagen AG. Wolfsburg. Stand 2000
Socolof et al. 2001	Socolof, M.L.; Overly, J.G.; Kincaid, L.E.; Geibig, J.R.; Desktop Computer Displays: A Life-Cycle Assessment. EPA-744-R-01-004°. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). December 2001
Statistisches Jahrbuch 1998	Statistisches Bundesamt (Hg.); Statistisches Jahrbuch 2002 für die Bundesrepublik Deutschland, Wiesbaden 1998
Statistisches Jahrbuch 2000	Statistisches Bundesamt (Hg.); Statistisches Jahrbuch 2002 für die Bundesrepublik Deutschland, Wiesbaden 2000
Statistisches Jahrbuch 2002	Statistisches Bundesamt (Hg.); Statistisches Jahrbuch 2002 für die Bundesrepublik Deutschland, Wiesbaden 2002.
StiWa 1998	Zeitschrift „Test“ der Stiftung Warentest: „Teure Heißluft“, Test 09/1998, 42 ff.
StiWa 2000	Zeitschrift „Test“ der Stiftung Warentest: „Mit Gas am besten“, Test 07/2000, 47 ff.
StiWa 2002	Zeitschrift „Test“ der Stiftung Warentest: „Welcher können Sie trauen?“, Test 08/2002, 62 ff.
Strubel et al. 1999	Strubel, V.; Gensch, C.-O.; Buchert, M.; Bunke, D.; Ebinger, F.; Heber, E.; Hochfeld, C.; Grießhammer, R.; Quack, D.; Reichart, I.; Viereck, H.-G.; Verbundvorhaben: Beiträge zur Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft am Beispiel des komplexen Massenkonsumproduktes TV-Gerät - Teilvorhaben 1: Ökologische und ökonomische Begleitforschung .Freiburg/Darmstadt 1999
Thome-Kozmiensky 1994	Thome-Kozmiensky (Hg.); Thermische Abfallbehandlung, 1994

Türk et al. 2002	Türk, V.; Ritthoff, M.; von Geibler, J.; Kuhndt, M.; Internet – Ökologieverträglich? In: Jahrbuch Ökologie, 2002, 110 – 122.
UBA 1999	Thermische, mechanisch-biologische Behandlungsanlagen und Deponien für Siedlungsabfälle in der Bundesrepublik Deutschland, UBA FG III.3.3, Berlin 1999
UBA 2002	Umweltbundesamt, Statistisches Bundesamt (Hg.); Umweltdaten Deutschland 2002, Berlin, Wiesbaden 2002
Ullmann's 1990	Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5th edition, Volume A16, VCH, Weinheim 1990
Umberto 3.5 2003	Modulbibliothek zur Ökobilanzsoftware Umberto, Version 3.5, Stand 2003.
UmweltMobilCheck 2002	Wissenschaftlicher Grundlagenbericht zum UmweltMobilCheck, 02.05.02 http://www.bahn.de/pv/view/mdb/content/umweltmobilitcheck/3.pdf
VDEW-Materialien M-21/2001	Verband der Elektrizitätswirtschaft – VDEW – e.V. (Hg.); Endenergieverbrauch in Deutschland 2000. VDEW-Materialien M-21; Frankfurt 2001
VDEW-Materialien M-22/1999	Verband der Elektrizitätswirtschaft – VDEW – e.V. (Hg.); Endenergieverbrauch in Deutschland 1998. VDEW-Materialien M-22; Frankfurt 1999
VDEW-Materialien M-23/2002	Verband der Elektrizitätswirtschaft – VDEW – e.V. (Hg.); Endenergieverbrauch in Deutschland 2001. VDEW-Materialien M-23; Frankfurt 2002
VDEW-Materialien M-35/2000	Verband der Elektrizitätswirtschaft – VDEW – e.V. (Hg.); Endenergieverbrauch in Deutschland 1999. VDEW-Materialien M-35; Frankfurt 2000
Verkehr in Zahlen 2001/2002	Verkehr in Zahlen 2001/2002. Deutscher Verkehrs-Verlag. Hamburg. 2001
Verkehr in Zahlen 2002/2003	Verkehr in Zahlen 2002/2003. Deutscher Verkehrs-Verlag. Hamburg. 2002
VZ BaWü 1996:	Verbraucherzentrale Baden-Württemberg (Hg.); Nutzen statt Besitzen, Bd. 1, Kap. III, 3, 1996
Wallau 2001	Wallau, F.; Kreislaufwirtschaftssystem Altauto. Eine empirische Analyse der Akteure und Märkte der Altautoverwertung in Deutschland. Dissertation an der RWTH Aachen. Deutscher Universitäts-Verlag. 2001
www.destatis.de	Homepage des statistischen Bundesamts

