

## Einsparpotenziale durch automatische Dosierung bei Waschmaschinen

Studie im Auftrag der Miele & Cie. KG

Freiburg, 18. Juni 2008

Ina Rüdener  
Carl-Otto Gensch

**Öko-Institut e.V.**

**Geschäftsstelle Freiburg**

Postfach 500240

D-79028 Freiburg

**Hausadresse**

Merzhauser Str. 173

D-79100 Freiburg

**Tel.** +49 (0) 761 – 4 52 95-0

**Fax** +49 (0) 761 – 4 52 95-88

**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

Zur Entlastung der Umwelt ist dieses Dokument für den  
**beidseitigen Druck** ausgelegt.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Hintergrund und Zielsetzung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Untersuchungsmethode und betrachtetes System</b>	<b>2</b>
2.1	Allgemeines Vorgehen	2
2.2	Betrachtete Alternativen	3
<b>3</b>	<b>Daten und Annahmen</b>	<b>4</b>
3.1	Waschverhalten, Verschmutzungsgrad und Beladung	4
3.2	Verwendete Waschmittel	9
3.3	Waschmitteldosierung	11
3.3.1	Manuelle Dosierung	11
3.3.2	Dosierung durch das automatische Dosiersystem	13
3.4	Zusammenfassende Übersicht über Programme, Waschmittelwahl und Dosierung	16
3.5	Wirkungsabschätzung der Umweltauswirkungen von Waschmitteln	17
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>18</b>
4.1	Waschmittelverbrauch	18
4.2	Wirkungsabschätzung	19
4.2.1	Kumulierter Energieaufwand (KEA)	19
4.2.2	Treibhauspotenzial (GWP)	20
4.2.3	Gesamt-Umweltauswirkungen	21
4.2.4	Aquatoxizität	22
4.2.5	Zusammenfassung der Ergebnisse	24
4.3	Schlussfolgerungen	25
<b>5</b>	<b>Literatur</b>	<b>26</b>



## 1 Hintergrund und Zielsetzung

Die Umweltauswirkungen durch das Wäschewaschen werden vor allem durch den Energie- und den Waschmittelverbrauch während der Nutzungsphase von Waschmaschinen verursacht. Die Herstellung und Entsorgung macht nur einen geringeren Anteil aus. Daneben werden von einem durchschnittlichen Haushalt jährlich rund 13 m<sup>3</sup> Wasser fürs Wäschewaschen verbraucht, was etwa 13% des jährlichen Wasserverbrauchs eines solchen Haushalts entspricht (vgl. Rüdener et al. 2005 und Rüdener et al. 2006).

Innerhalb der letzten Jahrzehnte konnten die Umweltauswirkungen, die durch den Energie-, Wasser- und Waschmittelverbrauch für das Wäschewaschen in privaten Haushalten verursacht werden, durch verschiedene Entwicklungen kontinuierlich gesenkt werden (z.B. Verringerung des Wasser- und Stromverbrauchs pro Waschgang, Entwicklung kompakter und superkompakter Waschmittel). Allerdings gibt es noch immer verschiedene Problemfelder, die unter anderem im Verhalten der Verbraucher liegen. Ein wesentlicher Aspekt ist die häufig zu geringe Beladung der Waschmaschine durch den Nutzer<sup>1</sup> (die durchschnittliche Beladung von Waschmaschinen liegt zwischen 3 und 4 kg Wäsche pro Waschgang, teilweise sogar erheblich darunter). Moderne Waschmaschinen reduzieren zwar den Wasser- und Stromverbrauch bei Minderbeladung (durch die so genannte Mengenautomatik), allerdings liegt der spezifische Verbrauch (d.h. Verbrauch pro Kilogramm Wäsche) trotzdem höher. Auch bei der Waschmitteldosierung berücksichtigen die Verbraucher die tatsächliche Beladung nicht genügend und dosieren dadurch meist zu viel Waschmittel. Darüber hinaus fällt es den Benutzern schwer, den Verschmutzungsgrad der Wäsche richtig zu beurteilen und bei der Waschmitteldosierung zu berücksichtigen.

Vor diesem Hintergrund wurde von Miele ein automatisches Dosiersystem ("LiquidWash-Technologie") entwickelt, das die automatische Dosierung von Flüssigwaschmittel hinsichtlich des durch den Nutzer vor jedem Waschgang eingegebenen Verschmutzungsgrads und der tatsächlichen Beladung mit hoher Genauigkeit ermöglicht. Diese Technologie ist derzeit im Waschautomat "Softtronic W 4449 WPS LiquidWash" bereits auf dem Markt erhältlich. Die hier durchgeführten Untersuchungen gelten laut Angaben von Miele auch für weitere Geräte mit der LiquidWash-Technologie.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, die durch die automatische Dosierung möglichen Einsparungen an Waschmittel sowie die damit verbundenen Umweltauswirkungen im Vergleich zu manueller Dosierung zu quantifizieren.

---

<sup>1</sup> Zur einfacheren Darstellung umfasst die Bezeichnung „Nutzer“ in der vorliegenden Studie sowohl männliche als auch weibliche Nutzerinnen und Nutzer von Waschmaschinen.

## 2 Untersuchungsmethode und betrachtetes System

### 2.1 Allgemeines Vorgehen

Es wird zunächst der Verbrauch an Waschmittel durch die durchschnittliche Nutzung einer Waschmaschine über den Zeitraum von einem Jahr bestimmt. Dabei werden zwei Alternativen unterschieden: die manuelle Dosierung und die automatische Dosierung von Flüssigwaschmittel (am Beispiel der Miele LiquidWash, im Folgenden: „ADS-flüssig“) (vgl. Kapitel 2.2). Hieraus kann das Einsparpotenzial an Waschmittel durch die automatische Dosierung gegenüber der manuellen Dosierung berechnet werden.

Für die Definition der „durchschnittlichen Nutzung“ müssen Annahmen zu den typischerweise verwendeten Waschprogrammen, der Waschtemperatur, dem Verschmutzungsgrad der Wäsche, der tatsächlichen Beladungsmenge, der Art des genutzten Waschmittels sowie der durchschnittlichen manuellen Dosierung von Waschmittel getroffen werden. Die Dosierung des Waschmittels durch das automatische Dosiersystem wird mit Hilfe des gewählten Waschprogramms, des eingestellten Verschmutzungsgrads sowie durch die tatsächliche Beladungsmenge von der Waschmaschine berechnet. Die durchschnittliche Nutzung wird in Kapitel 3 aus verschiedenen Datenquellen abgeleitet. Bei den betrachteten Alternativen wird dabei weitgehend identisches Verbraucherverhalten vorausgesetzt: Das heißt, sowohl bzgl. der genutzten Waschprogramme, der Temperaturwahl, der Beladung sowie des Verschmutzungsgrads gibt es keine Unterschiede zwischen den beiden Alternativen. Unterschiede bestehen hinsichtlich der Art der genutzten Waschmittel und natürlich hinsichtlich der Dosierung.

Mit Hilfe der Verknüpfung des Verbrauchs an Waschmitteln in den betrachteten Alternativen mit Ökobilanzdaten zu den entsprechenden vor- und nachgelagerten Prozessen der Waschmittelbereitstellung werden anschließend die mit dem Waschmittelverbrauch verbundenen Umweltauswirkungen und das entsprechende Einsparpotenzial durch die automatische Dosierung berechnet (vgl. auch Kapitel 3.5).

## 2.2 Betrachtete Alternativen

Die für einen durchschnittlichen Haushalt hinsichtlich ihres Waschmittelverbrauchs zu vergleichenden Alternativen werden wie folgt definiert:

- Alternative 1 (Referenz):
  - Nutzung einer Waschmaschine ohne automatisches Dosiersystem.
  - Durchschnittliche Waschgangsspezifikationen bzgl. Programmwahl, Wascht Temperatur, Verschmutzungsgrad und Beladung (vgl. Ableitung in Kapitel 3.1).
  - Nutzung von flüssigen und pulverförmigen Waschmitteln entsprechend Daten zur tatsächlichen Nutzung verschiedener Waschmittelarten.
  - Manuelle Dosierung aller verwendeten Waschmittel durch den Nutzer entsprechend Daten zur durchschnittlichen Waschmitteldosierung.
- Alternative 2 (ADS-flüssig):
  - Nutzung einer Waschmaschine mit automatischem Dosiersystem für flüssige Waschmittel.<sup>2</sup> Einschätzung des Verschmutzungsgrads durch den Nutzer und Aufforderung durch den Waschautomaten, diese Einschätzung einzugeben (oder voreingestellten Wert zu bestätigen).
  - Durchschnittliche Waschgangsspezifikationen bzgl. Programmwahl, Wascht temperatur, Verschmutzungsgrad und Beladung (vgl. Ableitung in Kapitel 3.1).
  - Nutzung eines flüssigen Color- und eines pulverförmigen Vollwaschmittels sowie von Fein- und Wollwaschmittel entsprechend den Empfehlungen der Firma Miele.
  - Automatische Dosierung des Flüssigwaschmittels durch die Waschmaschine entsprechend der Angaben zum Verschmutzungsgrad und der ermittelten Beladungsmenge, manuelle Dosierung des pulverförmigen Vollwaschmittels, des Fein- und des Wollwaschmittels.

Der wesentliche Unterschied zwischen der Referenzalternative und der Alternative mit automatischem Dosiersystem besteht also zum einen in der Wahl der hauptsächlich genutzten Waschmittelarten, zum anderen in der Berücksichtigung des eingegebenen Verschmutzungsgrads und der tatsächlichen Beladung für die Ermittlung der korrekten Dosierung des automatisch dosierten Waschmittels durch die Waschmaschine mit automatischem Dosiersystem.

---

<sup>2</sup> Untersucht am Beispiel der Miele Softtronic W 4449 WPS LiquidWash.

### 3 Daten und Annahmen

#### 3.1 Waschverhalten, Verschmutzungsgrad und Beladung

Das tatsächliche Waschverhalten in deutschen Haushalten ist sehr vielfältig. So wird je nach Haushaltstyp unterschiedlich häufig gewaschen und es kann eine Vielzahl unterschiedlicher Waschprogramme und Waschttemperaturen gewählt werden. Außerdem wird die Waschmaschine unterschiedlich voll befüllt und der Verschmutzungsgrad der zu waschenden Wäsche ist ebenfalls verschieden. Alle diese Faktoren bestimmen zusammen die Art des Waschmittels, das genutzt wird / werden sollte sowie dessen Dosierung. Zur Berechnung des Einsparpotenzials durch die automatische Dosierung müssen also zunächst die Maschinenwäschen bezüglich dieser Parameter spezifiziert werden, um anschließend die Waschmittelarten, die tatsächlich genutzt werden oder gemäß der Miele-Empfehlung genutzt werden sollten sowie deren manuelle und automatische Dosierung festzulegen.

Zunächst werden also die Maschinenwäschen in privaten Haushalten mit Hilfe folgender Parameter spezifiziert:

- Washhäufigkeit (Anzahl Waschgänge pro Haushalt und Jahr)
- Waschprogramm (Baumwolle, Wolle, Pflegeleicht, etc.),
- Waschtemperatur
- Subjektive Einschätzung des Verschmutzungsgrads durch den Verbraucher,
- Tatsächliche Beladung.

Leider liegt keine Erhebung vor, die alle Fragen gleichzeitig beantwortet. Vielmehr müssen Daten zu den einzelnen Aspekten aus verschiedenen Studien und Erhebungen zusammengestellt und sinnvoll miteinander verknüpft werden. Das Ergebnis stellt damit ein modellhaft vereinfachtes Nutzerverhalten dar, das dennoch als typisch für einen durchschnittlichen<sup>3</sup> deutschen Haushalt angesehen wird. Im Folgenden werden die hierzu verwendeten empirischen Daten kurz dargestellt. Die jeweils getroffenen Annahmen gelten für beide betrachteten Alternativen, da unterstellt wird, dass keine (wesentliche) Änderung des Waschguts (Verschmutzungsgrad) oder des Verhaltens (Waschhäufigkeit, Wahl von Waschprogramm und -temperatur, Beladung) stattfindet, wenn von manueller auf automatische Dosierung umgestiegen wird.

---

<sup>3</sup> Die in der vorliegenden Studie durchgeführten Berechnungen werden für einen „bundesdeutschen Durchschnittshaushalts“ durchgeführt, der statistisch betrachtet ein 2,08-Personenhaushalt ist.

## Anzahl Waschgänge pro Haushalt und Jahr

Zur Anzahl an Wäschen pro Jahr liegen unterschiedliche Daten vor. Berkholz et al. (2007) kommt auf 1,4 Waschgänge pro Person und Woche, was pro Jahr und Durchschnittshaushalt 151 Waschgängen entspricht. In einer im Auftrag der Firma Henkel durchgeführten Erhebung aus dem Jahre 2001 (GfK 2001) wurden innerhalb von 4 Wochen 12,6 Waschgänge durchgeführt, was insgesamt 164 Waschgängen pro Jahr entspricht. Die GfK-Daten sind zwar älter, beruhen jedoch auf einer größeren Anzahl an Haushalten (617, bei Berkholz et al.: 100 Haushalte) und repräsentieren einen breiteren geographischen Raum (Haushalte aus ganz Deutschland, bei Berkholz et al.: im Wesentlichen aus Nordrhein-Westfalen).

In der vorliegenden Studie wird daher davon ausgegangen, dass ein durchschnittlicher Haushalt 164 Wäschen pro Jahr wäscht.

## Programmwahl

Die Wahl des Waschprogramms hängt v.a. von der Art und Farbe der zu waschenden Textilien ab. Zur typischen Zusammensetzung der Wäsche liegen Daten aus GfK (2001) vor. Berkholz et al. (2007) wiederum geben direkt die gewählten Programme an. Da der Anteil der aus GfK (2001) ableitbaren Programme recht gut mit den direkt von Berkholz et al. (2007) erhobenen Daten übereinstimmt, wird in diesem Fall auf die direkt erhobenen Daten zurückgegriffen (vgl. folgende Tabelle).

Tabelle 1 Programmwahl beim Wäschewaschen

Waschprogramm	Anteil an Waschgängen
Koch/Bunt	61,4%
Feinwäsche	8,8%
Seide	0,1%
Pflegeleicht	16,4%
Wolle	2,5%
Synthetic	1,4%
Mix	8,2%
Anderes	1,2%
	100,0%

Quelle: Berkholz et al. (2007), S. 22 (Zahlen gültig für 2006)

Um die Anzahl unterschiedlicher Waschprogramme zu reduzieren, wurden für die Ableitung des durchschnittlichen Waschverhaltens folgende Vereinfachungen getroffen:

- Der Anteil an Wäsche im „Mix“-Programm (8,2%) wurde zu gleichen Teilen den Programmen „Koch / Bunt“ bzw. „Pflegeleicht“ zugeordnet,
- „Feinwäsche“ (8,8%), „Synthetik“ (1,4%) und „Anderes“ (1,2%) wurde zusammengefasst,
- „Wolle“ (2,5%) und „Seide“ (0,1%) wurden zusammengefasst.

Folgende Tabelle stellt die resultierende prozentuale Verteilung der Waschgänge auf die Waschprogramme dar.

Tabelle 2 Anteil verschiedener Waschprogramme an der jährlichen Waschkhäufigkeit

Waschprogrammbezeichnung nach Berkholz et al. (2007)	Programmbezeichnung bei Miele Waschmaschinen	Anteil
Koch/Bunt	Baumwolle	65,5%
Pflegeleicht	Pflegeleicht	20,5%
Feinwäsche, Synthetik und Anderes	Synthetic	11,4%
Wolle und Seide	Wolle	2,6%
Summe		100%

Quelle: leicht verändert nach Berkholz et al. 2007 (Zahlen gültig für 2006)

### Waschtemperaturen

Zur Nutzung von Waschtemperaturen liegen verschiedene Daten vor, die leicht voneinander abweichen (vgl. folgende Tabelle). Vor dem Hintergrund von Aktualität und Größe der Stichprobe wurde entschieden, die Daten aus Stamminger & Goerdeler (2007) zu nutzen.

Tabelle 3 Daten zur Waschtemperaturwahl aus verschiedenen Erhebungen

Waschtemperatur	Rüdenauer et al. 2006	Berkholz et al. 2007	Stamminger & Goerdeler 2007
<b>Zahlen gültig für</b>	<b>2001</b>	<b>2006</b>	<b>2005</b>
90°C/95°C	10,1%	4%	8%
60°C	30,3%	30%	29%
40°C	37,4%	41%	37%
30°C	19,2%	24%	26%
20°C/kalt	3,0%	1%	
	100%	100%	100%

### Verschmutzungsgrad

Beim Verschmutzungsgrad ist v.a. die subjektive Einschätzung der Waschmaschinennutzer relevant, da diese Einschätzung die manuelle Dosierung beeinflussen sollte (entsprechend den Dosierempfehlungen auf Waschmittelpackungen) und bei jeder Wäsche mit einer Waschmaschine mit automatischem Dosiersystem eingestellt werden muss.

Die subjektive Einschätzung muss nicht unbedingt mit dem tatsächlichen Verschmutzungsgrad übereinstimmen. Dies ist in der vorliegenden Studie allerdings weniger relevant, da bei allen Alternativen die subjektive Einschätzung, und nicht der tatsächliche Verschmutzungsgrad die Waschmitteldosierung bestimmt (bei der automatischen Dosierung) bzw. bestimmen sollte (bei der manuellen Dosierung).

Folgende Tabelle zeigt Konsumforschungsdaten zur Einschätzung von Waschmaschinen-  
nutzern zum Verschmutzungsgrad der Wäsche. Die Daten wurden von der Firma Miele zur  
Verfügung gestellt und wurden für die vorliegende Spezifizierung des Waschverhaltens  
genutzt.

Tabelle 4 Subjektive Einschätzung der Waschmaschinennutzer zum Verschmutzungsgrad der  
Wäsche

Verschmutzungsgrad	Anteil (ca.)
leicht	50%
normal	45%
stark	5%

Quelle: Miele 2007a

### Beladung

In Berkholz et al. (2007) wurde auch die Beladung der Waschmaschine erhoben und daraus  
Durchschnittswerte bei verschiedenen Waschprogrammen berechnet. Folgende Tabelle  
zeigt die durchschnittliche Beladung bei den vier ausgewählten Programmen.

Tabelle 5 Durchschnittliche Beladung bei verschiedenen Waschprogrammen

Programm	Durchschnittliche Beladung
Koch/Bunt (Baumwolle)	3,18 kg
Pflegeleicht	2,28 kg
Feinwäsche (Synthetic)	2,36 kg
Wolle	2,28 kg

Quelle: Berkholz et al. 2007; S. 27

### Spezifizierung der Waschgänge

Durch Kombination der Daten wurde folgende (modellhafte) Spezifizierung der jährlich in  
einem durchschnittlichen Privathaushalt durchgeführten Waschgänge abgeleitet. Vereinfacht  
wurden vier Beladungsmengen angenommen, die den Stufen bei Miele-Waschautomaten mit  
automatischem Dosiersystem entsprechen. Die Summe der Anteile je Waschprogramm, je  
Waschtemperatur und je Verschmutzungsgrad bzw. die durchschnittliche Beladung je  
Waschprogramm stimmt dabei mit den empirischen Daten überein.

Das Fassungsvermögen der Waschmaschine wurde dabei entsprechend des Fassungsvermögens der Miele LiquidWash mit 6 kg angenommen.<sup>4</sup>

Tabelle 6 Spezifizierung der jährlich in einem durchschnittlichen Privathaushalt durchgeführten Waschgänge

Programm	Temperatur	Verschmutzungsgrad	Beladung		Waschgänge	
			absolut	Stufe <sup>5</sup>	Anteil	Anzahl p.a.
Baumwolle	90°C	stark	6,00 kg	4	5,0%	8,2
Baumwolle	90°C	normal	4,50 kg	3	3,0%	4,9
Baumwolle	60°C	normal	4,50 kg	3	8,6%	14,1
Baumwolle	60°C	normal	3,25 kg	2	14,8%	24,2
Baumwolle	40°C	normal	3,25 kg	2	13,0%	21,3
Baumwolle	40°C	leicht	3,25 kg	2	2,4%	3,8
Baumwolle	40°C	leicht	1,50 kg	1	10,3%	16,9
Baumwolle	30°C	leicht	1,50 kg	1	8,5%	13,9
Pflegeleicht	60°C	normal	3,00 kg	2	5,7%	9,3
Pflegeleicht	40°C	leicht	3,00 kg	2	5,7%	9,3
Pflegeleicht	30°C	leicht	1,40 kg	1	9,2%	15,1
Synthetic	40°C	leicht	2,36 kg	n.a.	5,7%	9,3
Synthetic	30°C	leicht	2,36 kg	n.a.	5,7%	9,3
Wolle	30°C	leicht	2,46 kg	n.a.	2,6%	4,3
					100,0%	163,8

n.a. = nicht anwendbar; p.a. = per annum (pro Jahr)

<sup>4</sup> Diese Annahme spielt in dieser Studie nur für die Dosierung des Waschmittels bei der Waschmaschine mit automatischer Dosierung eine Rolle. Ob auch bei manueller Dosierung hinsichtlich der dosierten Menge an Waschmittel im Durchschnitt Unterschiede bestehen zwischen Haushalten, die eine Maschine mit 4,5 bzw. 5 kg Fassungsvermögen bzw. eine Maschine mit 6 bis 7 kg Fassungsvermögen benutzen, ist datenmäßig nicht belegbar. Daher wird bei der Alternative Referenz mit Durchschnittswerten gerechnet, die vom Fassungsvermögen der Waschmaschine unabhängig sind. (vgl. Kapitel 3.3)

<sup>5</sup> Beladungsstufe gemäß Programmierung der Miele LiquidWash.

### 3.2 Verwendete Waschmittel

Bei der Verwendung von Waschmitteln gibt es zum einen empirische Daten darüber, welche Waschmittelarten tatsächlich genutzt werden (z.B. flüssig, Tabs, pulverförmig etc.), zum anderen empfiehlt Miele bestimmte Waschmittelarten, die für die vorhandenen Waschprogramme am besten geeignet sind.

Für die Referenzalternative (manuelle Dosierung) wurde angenommen, dass Waschmittel möglichst entsprechend den tatsächlich genutzten Anteilen an pulverförmigen bzw. flüssigen Waschmitteln bzw. Voll-, Color-, Fein- und Wollwaschmitteln genutzt werden. Zur Vereinfachung erfolgte eine Beschränkung auf fünf verschiedene Waschmittelarten:

- Pulverförmiges Vollwaschmittel (kompakt)
- Pulverförmiges Colorwaschmittel (kompakt)
- Flüssiges Colorwaschmittel
- Pulverförmiges Feinwaschmittel
- Flüssiges Wollwaschmittel.

Diese Waschmittel wurden den oben spezifizierten Waschgängen zugeordnet. Dabei wurden die Ergebnisse aus Berkholz et al. (2007), S. 39f. bezüglich der Anteile der verwendeten Waschmittelarten berücksichtigt. Eine exakte Äquivalenz war aus Gründen der notwendigen Vereinfachung allerdings nicht möglich.

Die Anteile an Voll-, Color-, Fein-, Woll- und Gardinenwaschmittel nach Berkholz et al. (2007) sind in folgender Tabelle wiedergegeben.

Tabelle 7 Durchschnittlich verwendete Waschmittelarten in privaten Haushalten

	<b>Anteil</b>
Voll-Waschmittel	49,2%
Color-Waschmittel	34,2%
Fein-Waschmittel	13,3%
Woll-Waschmittel	3,0%
Gardinen-Waschmittel	0,3%

Quelle: Berkholz et al. 2007, S. 39

Eine genauere Analyse ergab, dass 75% des Voll-Waschmittels als Volumen- oder Kompaktpulver verwendet wird. Color-Waschmittel wird zu über der Hälfte in flüssiger Form verwendet und zu je etwa einem Fünftel als Volumen- oder Kompaktpulver. Feinwaschmittel wird hauptsächlich als Kompaktpulver (46%) oder als Flüssigvariante (39%) verwendet. (Berkholz et al. 2007)

Aus Gründen der Vereinfachung wurde in der vorliegenden Studie angenommen, dass alles pulverförmige Waschmittel in der Kompaktvariante verwendet wird (dies ist die unter Umweltgesichtspunkten zu empfehlende Variante). Vollwaschmittel wird entsprechend ausschließlich als Kompaktpulver eingesetzt. Colorwaschmittel wird sowohl als Kompaktpulver als auch in flüssiger Form eingesetzt. Feinwaschmittel ausschließlich als Pulver, Wollwaschmittel ausschließlich in der Flüssigvariante. Die entsprechende Zuordnung der Waschmittelarten zu den Waschprogrammen ist in Tabelle 8 (siehe unten) und in Tabelle 13 in Kapitel 3.4 dargestellt.

In der Referenzalternative werden alle Waschmittel manuell dosiert.

Für die Alternative mit automatischem Dosiersystem (Alternative 2, „ADS-flüssig“) wird angenommen, dass der Haushalt Waschmittel weitgehend entsprechend den Empfehlungen von Miele verwendet, wobei sich die Anzahl der Waschmittelarten auf vier reduziert, da kein pulverförmiges Colorwaschmittel mehr verwendet wird:

- Pulverförmiges Vollwaschmittel (kompakt)
- Flüssiges Colorwaschmittel
- Pulverförmiges Feinwaschmittel<sup>6</sup>
- Flüssiges Wollwaschmittel

Hier liegt der Anteil an Flüssigwaschmitteln höher, was plausibel ist, da die Miele LiquidWash ausschließlich Flüssigwaschmittel automatisch dosiert. Der Haushalt wird also bemüht sein, möglichst viel Wäsche mit flüssigem Waschmittel zu waschen. Da flüssige Vollwaschmittel eine geringere Leistungsfähigkeit haben als pulverförmige Vollwaschmittel, wurde angenommen, dass für Waschgänge, für die Vollwaschmittel verwendet wird, weiterhin die pulverförmige Variante gewählt wird. Dabei wird angenommen, dass das pulverförmige Vollwaschmittel manuell dosiert wird. Da es nicht plausibel erscheint, dass für (die vergleichsweise seltene) Fein- oder Wollwäsche extra das Waschmittel im automatischen Dosierbehälter ausgetauscht wird, wird für diese Waschmittel ebenfalls eine manuelle Dosierung angenommen.

Folgende Tabelle zeigt im Überblick die Zuordnung der Waschmittelarten zu bestimmten Waschgängen und ob manuell oder automatisch dosiert wird (eine exakte Auflistung aller Waschprogramme entsprechend Tabelle 6 mit den verwendeten Waschmitteln und der Dosierung befindet sich in Kapitel 3.4).

---

<sup>6</sup> In Abweichung von der Miele-Empfehlung wird hier entsprechend der manuellen Dosierung pulverförmiges Feinwaschmittel verwendet.

Tabelle 8 Nutzung von Waschmittelarten und Art der Dosierung je Waschprogramm und -temperatur

Programm	Temperatur	Anteil	Verwendete Waschmittelart und Art der Dosierung	
			Alt 1 (Referenz)	Alt 2 (ADS-flüssig)
Baumwolle	90°C, 60°C	31,4%	Voll-WM kompakt (manuell)	Voll-WM kompakt (manuell)
Baumwolle	40°C, 30°C	34,2%	Voll-WM kompakt u. Color-WM kompakt (manuell)	Color-WM flüssig (automatisch)
Pflegeleicht	60°C, 40°C, 30°C	20,6%	Color-WM flüssig (manuell)	Color-WM flüssig (automatisch)
Synthetic	40°C, 30°C	11,4%	Fein-WM kompakt (manuell)	Fein-WM kompakt (manuell)
Wolle	30°C	2,6%	Woll-WM flüssig (manuell)	Woll-WM flüssig (manuell)

WM = Waschmittel

### 3.3 Waschmitteldosierung

#### 3.3.1 Manuelle Dosierung

Zur tatsächlichen Dosierung bei manueller Dosierung liegen wenige Daten vor. Berkholz et al. (2007) geben zum einen die generelle Einstellung der Nutzer gegenüber dem Dosieren an (vgl. folgende Abbildung).

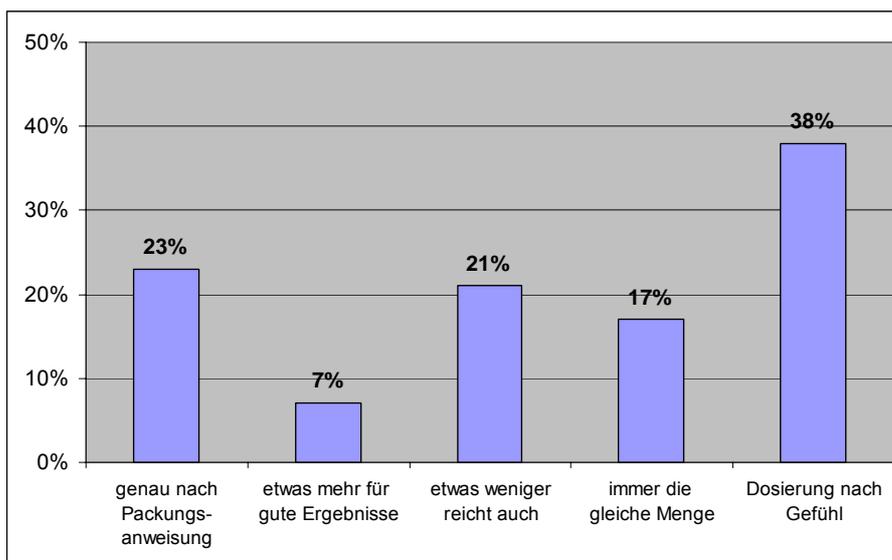


Abbildung 1 Einstellung der Nutzer ggü. dem Dosieren von Waschmittel (eigene Darstellung nach Berkholz et al. (2007))

Danach dosiert nur ein knappes Viertel der Nutzer „genau nach Packungsanweisung“. Knapp 40% dosiert „nach Gefühl“. Dies erklärt die ebenfalls in Berkholz et al. (2007) erhobenen Daten zur tatsächlichen Dosierung je nach Waschmittelart (vgl. Tabelle 9).

Tabelle 9 Empfohlene und tatsächliche durchschnittliche Dosierung von pulverförmigen und flüssigen Waschmitteln<sup>7</sup>

Waschmittelart	pro 4,5 kg Wäsche		pro kg Wäsche		
	Soll	Ist	Soll	Ist	Überdosierung
Voll-WM kompakt	75,0 g	83,1 g	16,7 g	30,7 g	84%
Color-WM kompakt	75,0 g	69,4 g	16,7 g	21,5 g	29%
Color-WM flüssig	80,3 g	92,2 g	17,8 g	30,5 g	71%
Fein-WM kompakt	k.A.	64,9 g	k.A.	19,8 g	k.A.
Woll-WM flüssig	k.A.	89,5 g	k.A.	33,3 g	k.A.

Soll-Dosierung: aus Rüdener et al. 2006; tatsächliche Dosierung: nach Berkholz et al. 2007; S. 41ff.

Interessant ist bei dieser Gegenüberstellung, dass die reale Dosierung *pro Waschgang* den für 4,5 kg Wäsche empfohlenen Werten zumindest ähnlich ist. Betrachtet man allerdings die Dosierung pro Kilogramm Wäsche, so resultiert bei allen betrachteten Waschmittelarten eine massiv zu hohe Dosierung des Waschmittels *pro Kilogramm* Wäsche (30 bis 85% zu viel Waschmittel), was im Wesentlichen darauf zurückzuführen ist, dass die Waschmaschinen meist nicht voll beladen werden.

In der vorliegenden Studie wurde angenommen, dass die manuelle Dosierung der in Berkholz et al. (2007) erhobenen Dosierung pro Waschgang entspricht (differenziert nach genutztem Waschmittel). Eine Differenzierung der Ist-Dosierung entsprechend des Fassungsvermögens der Waschmaschine wurde in Berkholz et al. (2007) nicht vorgenommen. Es kann jedoch nach Einschätzung erfahrener ExpertInnen davon ausgegangen werden, dass Nutzer das Fassungsvermögen bei der Dosierung des Waschmittels nicht berücksichtigen.

Eine exakte Auflistung aller Waschprogramme entsprechend Tabelle 6 mit den verwendeten Waschmitteln und der Dosierung befindet sich in Kapitel 3.4.

<sup>7</sup> Die Soll-Dosierung pro 4,5 kg Wäsche entspricht den in Rüdener et al. (2006) für die Waschmittelmarke Ariel angenommenen Werten. Die Soll-Dosierung pro Kilogramm Wäsche wurde hieraus durch Division mit 4,5 errechnet. Die Ist-Dosierung pro Waschgang und pro Kilogramm Wäsche wurde Berkholz et al. (2007) entnommen.

### 3.3.2 Dosierung durch das automatische Dosiersystem

Soll mit der Miele LiquidWash-Technologie das Waschmittel automatisch dosiert werden (es ist auch manuelle Dosierung möglich), so muss der Nutzer bei Inbetriebnahme des Geräts die Grundmenge an Waschmittel, die unter Berücksichtigung des genutzten Waschmittels und der Wasserhärte bei normaler Verschmutzung und voller Beladung dosiert werden soll, als Grundeinstellung eingeben. Diese Grundmenge muss danach nicht bei jedem Waschgang neu eingestellt werden, sondern lediglich, falls ein anderes Waschmittel mit abweichender Dosierempfehlung verwendet wird.

Die Grunddosierung für eine Waschladung von 4,5 kg Wäsche ist auf allen Waschmittelpackungen in Form einer Tabelle aus Härtegrad des Wassers und Verschmutzungsgrad der Wäsche angegeben. Zusätzlich ist bei allen pulverförmigen Waschmitteln, sowie bei einigen flüssigen Waschmitteln ein zusätzlicher Hinweis angegeben, um wie viel die Dosierung erhöht werden muss, wenn eine "Maxi-Waschmaschine mit 6-7 kg Füllmenge" genutzt wird. Diese zusätzlich zu dosierende Menge entspricht etwa 50% der Waschmittelmenge, die bei mittlerer Wasserhärte und normaler Verschmutzung dosiert werden soll. D.h. wenn jemand sich korrekt an die Angaben auf der Verpackung hält, so wird er bei Nutzung der Miele LiquidWash, die ein Fassungsvermögen von 6 kg hat, diese Zusatzdosierung für große Waschmaschinen entsprechend berücksichtigen. Folgende Abbildung zeigt exemplarisch die Dosierempfehlungen eines pulverförmigen Vollwaschmittels (mit Zusatzhinweis für große Waschmaschinen) und eines flüssigen Colorwaschmittels (ohne Zusatzhinweis).

**DOSIERUNG** 88ml  
+ 75g

20°C ✓ 40°C ✓ 60°C ✓ 95°C ✓

Für beste Ergebnisse füllen Sie das Waschmittel bitte ausschließlich in die Einspülkammer.

Wasserhärtebereich	Verschmutzungsgrad			
	Leicht	Normal	Stark	Sehr stark
Weich	44ml	66ml	110ml	154ml
Mittel	44ml	88ml	132ml	176ml
Hart	44ml	110ml	154ml	198ml

Für die Vorwäsche geben Sie bitte zusätzlich 44ml in das Vorwäschedosierfach Ihrer Waschmaschine.

Bei halber Waschladung  
MINI ODER 22ml

MAXI 44ml

Handwäscher: Bitte liter Sie 22ml Ariel Compact Vollwaschmittel in 10 Liter Wasser vollständig auflösen. Danach die Wäsche druzugeben und richtig durchwaschen.

**Dosierempfehlung**  
Mit Dosierhilfe ☺ oder Verschlusskappe ☐

Wasserhärtebereich	Verschmutzung der Wäsche		
	leicht	normal	stark
welch	☐ 40ml ☺ 1	☐ 60ml ☺ 1 1/2	☐ 75ml ☺ 2
mittel	☐ 60ml ☺ 1 1/2	☐ 75ml ☺ 2	☐ 100ml ☺ 2 1/2
hart	☐ 75ml ☺ 2	☐ 100ml ☺ 2 1/2	☐ 120ml ☺ 3

Handwäsche: 40 ml ☐ in 10 Liter Wasser auflösen.

\*Waschmaschinenbeladung 4,5 kg Trockenwäsche.

**Waschinweise:** Waschmittel mit der Dosierhilfe direkt zur Wäsche geben oder mit Verschlusskappe über Einspülkammer dosieren. Gerne erhalten Sie bei Bedarf eine Gratis-Dosierhilfe in Ihrem dm-Markt. Waschgang bitte sofort starten. Nur Hauptwäsche – keine Vorwäsche. Bitte beachten Sie unbedingt die Pflegehinweise Ihrer Textilien. **Nicht für Wolle und Seide verwenden.**

Abbildung 2 Dosierempfehlungen eines pulverförmigen Vollwaschmittels (mit Zusatzhinweis für große Waschmaschinen) und eines flüssigen Colorwaschmittels (ohne Zusatzhinweis)

In der vorliegenden Studie wird nicht davon ausgegangen, dass alle Nutzer von Miele-Waschmaschinen mit automatischem Dosiersystem und einem Fassungsvermögen von 6 kg und mehr diese erhöhte Dosierung einstellen. Allerdings muss angenommen werden, dass ein höherer Anteil als normal (vgl. Abbildung 1) bei der Ersteinstellung der Grunddosierung die Waschmittelpackung studiert und damit auch den Hinweis liest, bei größeren Waschmaschinen entsprechend mehr Waschmittel zu dosieren. In Berkholz et al. (2007) wird angegeben, dass ca. 25% der Nutzer „genau nach Packungsanweisung“ dosieren. Dieser Anteil wurde für Nutzer der Miele LiquidWash verdoppelt. Es wurde also davon ausgegangen, dass 50% der Nutzer die Packungsanweisung so genau lesen, dass sie auch den Zusatzhinweis lesen und korrekt befolgen. Bei Flüssigwaschmittel ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass nicht alle, sondern nur ca. 40% der Waschmittel einen entsprechenden Hinweis tragen.

Hieraus ergibt sich für die Einstellung der Grunddosierung des Flüssigwaschmittels bei der Miele LiquidWash, dass etwa 20% der Nutzer die von (einigen) Herstellern angegebene Soll-Dosierung für "Maxi-Waschmaschinen mit 6-7 kg" einstellen. Die restlichen 80% werden die Soll-Dosierung für 4,5 kg-Geräte einstellen. Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die angenommene Grundeinstellung bei der Waschmaschine mit automatischem Dosiersystem.

Tabelle 10 Angenommene Grundeinstellungen bei der Waschmaschine mit automatischem Dosiersystem

Waschmittelart	Anteil der Nutzer, die entsprechend dosieren	Dosierung	
		in ml	in g
<b>Flüssigwaschmittel</b>			
Soll-Dosierung für 4,5 kg	80%	75 ml	80,3 g
Soll-Dosierung für 6 kg	20%	120 ml	128,5 g
<b>Grundeinstellung (gemittelt)</b>		<b>84 ml</b>	<b>89,9 g</b>

Die Menge an tatsächlich automatisch dosiertem Waschmittel ergibt sich aus dieser Grundeinstellung durch die Wahl des Waschprogramms, den eingestellten Verschmutzungsgrad (leicht, normal, stark und sehr stark, vgl. Tabelle 11) und die tatsächliche Beladung (hier werden vier Stufen unterschieden, vgl. Tabelle 12), die während des Programmablaufs automatisch ermittelt wird.

Folgende Tabelle zeigt die Waschmitteldosierung je Verschmutzungsgrad (Miele 2007b).

Tabelle 11 Relative Waschmitteldosierung je Verschmutzungsgrad

Verschmutzungsgrad	Relative Waschmitteldosierung
Leicht verschmutzt	50% der Grunddosierung
Normal verschmutzt	100% der Grunddosierung
Stark verschmutzt	150% der Grunddosierung
Sehr stark verschmutzt	200% der Grunddosierung

Quelle: Miele 2007b

Pro Waschgang wird bereits zu Beginn des Programms ein Teil (40%) des gemäß Waschprogramm und Verschmutzungsgrad benötigten Waschmittels dosiert. Während des Programms werden dann je nach Beladung 10 bis 60% der restlichen Menge hinzudosiert. Für die vier Beladungsstufen, die die Waschmaschine mit automatischem Dosiersystem unterscheiden kann, ergeben sich daraus folgende relative Waschmitteldosierungen.

Tabelle 12 Relative Waschmitteldosierung je Beladung

Beladung (in kg)	Beladungsstufe (1 bis 4)	Relative Waschmitteldosierung
> 4,5 kg	4	100% der Waschmittelmenge je Verschmutzungsgrad
≤ 4,5	3	90% der Waschmittelmenge je Verschmutzungsgrad
≤ 3,25	2	60% der Waschmittelmenge je Verschmutzungsgrad
≤ 1,5	1	50% der Waschmittelmenge je Verschmutzungsgrad

Quelle: Miele 2007b

Kombiniert man die Variation nach Verschmutzungsgrad (50% bis 200%) und Beladung (50% bis 100%), so kann die Waschmitteldosierung zwischen 25% und 200% der eingestellten Grundmenge an Waschmittelmenge bei normaler Verschmutzung und voller Beladung variieren.

In der vorliegenden Studie wird eine automatische Dosierung entsprechend des Verschmutzungsgrads und der tatsächlichen Beladung für das flüssige Colorwaschmittel angenommen. Für die restlichen genutzten Waschmittel (pulverförmiges Vollwaschmittel, Fein- und Wollwaschmittel) wird eine manuelle Dosierung angenommen, wobei die Waschmittelmenge der Referenzalternative entspricht. (Eine exakte Auflistung aller Waschprogramme entsprechend Tabelle 6 mit den verwendeten Waschmitteln und der Dosierung befindet sich in Kapitel 3.4)

### 3.4 Zusammenfassende Übersicht über Programme, Waschmittelwahl und Dosierung

Tabelle 13 Spezifikation des durchschnittlichen Waschverhaltens bzgl. Programmwahl, Waschtemperatur, Verschmutzungsgrad und Beladung sowie Waschmittelwahl und Dosierung je Programm.

Spezifikation der jährlichen Waschprogramme						Alternative 1 (Referenz)		Alternative 2 (ADS-flüssig)			
Programm	Temperatur	Verschmutzungsgrad	Beladung (kg/Stufe)		Anteil	Anzahl	Waschmittelart	Dosierung je Waschgang	Waschmittelart	Relative Dosierung nach Verschmutzung und Beladung	Dosierung je Waschgang
Baumwolle	90°C	stark	6,00 kg	4	5,0%	8,2	VWM kompakt	83,1 g	VWM kompakt	150%	83,1 g
Baumwolle	90°C	normal	4,50 kg	3	3,0%	4,9	VWM kompakt	83,1 g	VWM kompakt	90%	83,1 g
Baumwolle	60°C	normal	4,50 kg	3	8,6%	14,1	VWM kompakt	83,1 g	VWM kompakt	90%	83,1 g
Baumwolle	60°C	normal	3,25 kg	2	14,8%	24,2	VWM kompakt	83,1 g	VWM kompakt	60%	83,1 g
Baumwolle	40°C	normal	3,25 kg	2	13,0%	21,3	VWM kompakt	83,1 g	CWM flüssig	60%	54,0 g
Baumwolle	40°C	leicht	3,25 kg	2	2,4%	3,8	VWM kompakt	83,1 g	CWM flüssig	30%	27,0 g
Baumwolle	40°C	leicht	1,50 kg	1	10,3%	16,9	CWM kompakt	69,4 g	CWM flüssig	25%	22,5 g
Baumwolle	30°C	leicht	1,50 kg	1	8,5%	13,9	CWM kompakt	69,4 g	CWM flüssig	25%	22,5 g
Pflegeleicht	60°C	normal	3,00 kg	2	5,7%	9,3	CWM flüssig	92,2 g	CWM flüssig	100%	89,9 g
Pflegeleicht	40°C	leicht	3,00 kg	2	5,7%	9,3	CWM flüssig	92,2 g	CWM flüssig	50%	45,0 g
Pflegeleicht	30°C	leicht	1,40 kg	1	9,2%	15,1	CWM flüssig	92,2 g	CWM flüssig	38%	33,7 g
Synthetic	40°C	leicht	2,36 kg	n.a.	5,7%	9,3	FWM kompakt	64,9 g	FWM kompakt	n.a.	64,9 g
Synthetic	30°C	leicht	2,36 kg	n.a.	5,7%	9,3	FWM kompakt	64,9 g	FWM kompakt	n.a.	64,9 g
Wolle	30°C	leicht	2,46 kg	n.a.	2,6%	4,3	WWM flüssig	89,5 g	WWM flüssig	n.a.	89,5 g
					100,0%	163,8					

### 3.5 Wirkungsabschätzung der Umweltauswirkungen von Waschmitteln

Für die Analyse und Bewertung der Umweltauswirkungen durch den Waschmittelverbrauch wurde auf Daten zurückgegriffen, die in einer Ökobilanz gemäß den derzeit gültigen Normen (ISO 14040 und 14044) generiert wurden. (Rüdenauer et al. 2006) Dabei wurden folgende Wirkungskategorien betrachtet:

- Kumulierter Energieaufwand (KEA),
- Treibhauspotenzial (Global Warming Potential, GWP),
- Aggregierte Gesamtumweltauswirkungen auf der Basis von Treibhauspotenzial, Versauerungspotenzial, Eutrophierungspotenzial und Ozonbildungspotenzial (mit Hilfe der Methode EcoGrade, vgl. Möller et al. 2005). Dieser Indikator summiert wesentliche Umweltauswirkungen der Waschmittel**bereitstellung**.
- Aquatotoxizität (mit Hilfe der Methode der kritischen Verdünnungsvolumina<sup>8</sup>). Wesentlicher Indikator für die Umweltauswirkungen nach der Gebrauchsphase der Waschmittel.

Die Umweltauswirkungen pro kg Waschmittel sind in folgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 14 Umweltauswirkungen durch die Bereitstellung bzw. Entsorgung von jeweils 1 kg Waschmittel

Waschmittelart	Wirkungskategorie			
	KEA	GWP	Gesamt-Umweltauswirkungen	Aquatotoxizität
<i>Einheit</i>	<i>MJ/kg</i>	<i>kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente/kg</i>	<i>micro-UZBP/kg</i>	<i>m<sup>3</sup>/kg</i>
Vollwaschmittel kompakt	60,57	2,05	29,18	1,89
Colorwaschmittel kompakt	38,26	1,74	24,71	2,4
Colorwaschmittel flüssig	27,03	1,46	23,19	10,1

UZBP = Umweltzielbelastungspunkte

Da für ‚kompaktes Feinwaschmittel‘ und für ‚flüssiges Wollwaschmittel‘ keine Ökobilanzdaten vorlagen, wurden die entsprechenden Umweltauswirkungen mit den vorliegenden Daten approximiert. Dabei wurde angenommen, dass die Umweltauswirkungen von kompaktem Feinwaschmittel denen des kompakten Colorwaschmittels entsprechen, die Umweltauswirkungen von flüssigem Wollwaschmittel denen des flüssigen Colorwaschmittels.

<sup>8</sup> Berechnet wird, wie groß das Wasservolumen (in m<sup>3</sup>) ist, das durch die Emissionen bis an den jeweiligen NOEC (No Observed Effect Concentration) belastet wird. Je höher die Emissionen und je niedriger der NOEC, desto mehr Wasser wird verschmutzt – umso größer ist dementsprechend das berechnete kritische Wasservolumen. (Vgl. Heijungs 1992).

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Waschmittelverbrauch

Aus den in Kapitel 3 getroffenen Annahmen kann der jährliche Waschmittelverbrauch je Waschmittelart für die zwei untersuchten Alternativen berechnet werden (vgl. folgende Tabelle und Abbildung).

Tabelle 15 Jährlicher Verbrauch an Waschmittel bei manueller und automatischer Dosierung

	Alternative 1 (Referenz)	Alternative 2 (ADS flüssig)
VWM kompakt	6,36 kg	4,27 kg
CWM kompakt	2,14 kg	–
CWM flüssig	3,10 kg	3,70 kg
FWM kompakt	1,21 kg	1,21 kg
WWM flüssig	0,38 kg	0,38 kg
<i>Summe</i>	<i>13,18 kg</i>	<i>9,56 kg</i>
<i>Relativ</i>	<i>100%</i>	<i>73%</i>

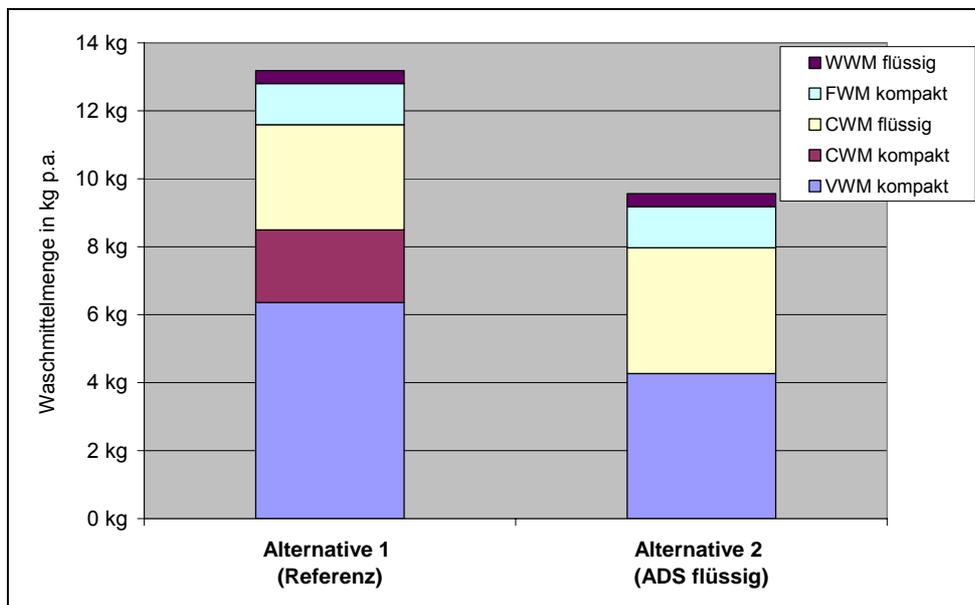


Abbildung 3 Jährlicher Verbrauch an Waschmittel bei manueller und automatischer Dosierung

Im Vergleich zur manuellen Dosierung können durch die automatische Dosierung von flüssigem Colorwaschmittel, unter den hier getroffenen Annahmen, insgesamt rund 3,5 Kilogramm Waschmittel eingespart werden. Dies entspricht knapp 30% des jährlichen Verbrauchs an Waschmittel in einem durchschnittlichen Haushalt und ist v.a. auf die Reduktion des Verbrauchs an pulverförmigem Voll- und Colorwaschmittel zurückzuführen.

Der Verbrauch an flüssigem Colorwaschmittel steigt leicht an, der an pulverförmigem Fein- und flüssigem Wollwaschmittel ist in allen Alternativen gleich.

## 4.2 Wirkungsabschätzung

Da die Bereitstellung der verschiedenen Waschmittelarten mit Umweltauswirkungen in unterschiedlicher Höhe verbunden ist, werden im Folgenden noch die Umweltauswirkungen in den Kategorien Kumulierter Energieaufwand (KEA), Treibhauspotenzial (GWP), Gesamt-Umweltauswirkungen (der Waschmittelbereitstellung) und Aquatoxizität für die zwei Alternativen dargestellt und verglichen.

### 4.2.1 Kumulierter Energieaufwand (KEA)

Folgende Abbildung und Tabelle stellen den Kumulierten Energieaufwand (KEA) der zwei betrachteten Alternativen dar.

Tabelle 16 Kumulierter Energieaufwand (KEA) bei manueller und automatischer Dosierung

	<b>Alternative 1 (Referenz)</b>	<b>Alternative 2 (ADS flüssig)</b>
VWM kompakt	385,02 MJ	258,47 MJ
CWM kompakt	81,76 MJ	0,00 MJ
CWM flüssig	83,70 MJ	100,08 MJ
FWM kompakt	46,36 MJ	46,36 MJ
WWM flüssig	10,30 MJ	10,30 MJ
<i>Summe</i>	<i>607,15 MJ</i>	<i>415,22 MJ</i>
<i>Relativ</i>	<i>100%</i>	<i>68%</i>

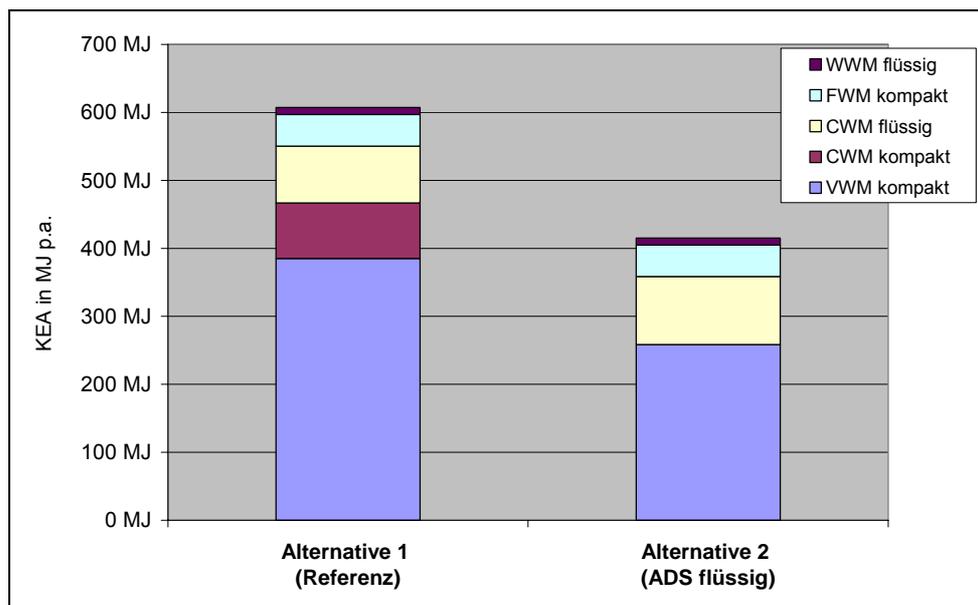


Abbildung 4 Kumulierter Energieaufwand (KEA) bei manueller und automatischer Dosierung

Durch Alternative 2 (ADS flüssig) lassen sich gegenüber der Referenzalternative (manuelle Dosierung) rund 190 MJ bzw. etwa 30 % des kumulierten Energieaufwands einsparen. Dies entspricht dem Energieäquivalent von rund 5 Liter Heizöl.

Insgesamt macht der kumulierte Energieaufwand (KEA) der Waschmittelbereitstellung je nach Waschmittelart zwischen 20 und 30% des kumulierten Energieaufwands durch die Nutzung von Waschmaschinen aus (vgl. Rüdener et al. 2006; berücksichtigt wurden die Strom-, Wasser- und Waschmittelbereitstellung sowie der Energieverbrauch der Entsorgung des Abwassers in der Kläranlage).

#### 4.2.2 Treibhauspotenzial (GWP)

Folgende Abbildung und Tabelle stellen das Treibhauspotenzial (GWP) der zwei betrachteten Alternativen dar.

Tabelle 17 Treibhauspotenzial (GWP) bei manueller und automatischer Dosierung

	Alternative 1 (Referenz)	Alternative 2 (ADS flüssig)
VWM kompakt	13,04 kg	8,75 kg
CWM kompakt	3,72 kg	0,00 kg
CWM flüssig	4,52 kg	5,40 kg
FWM kompakt	2,11 kg	2,11 kg
WWM flüssig	0,56 kg	0,56 kg
<i>Summe</i>	<i>23,94 kg</i>	<i>16,82 kg</i>
<i>Relativ</i>	<i>100%</i>	<i>70%</i>

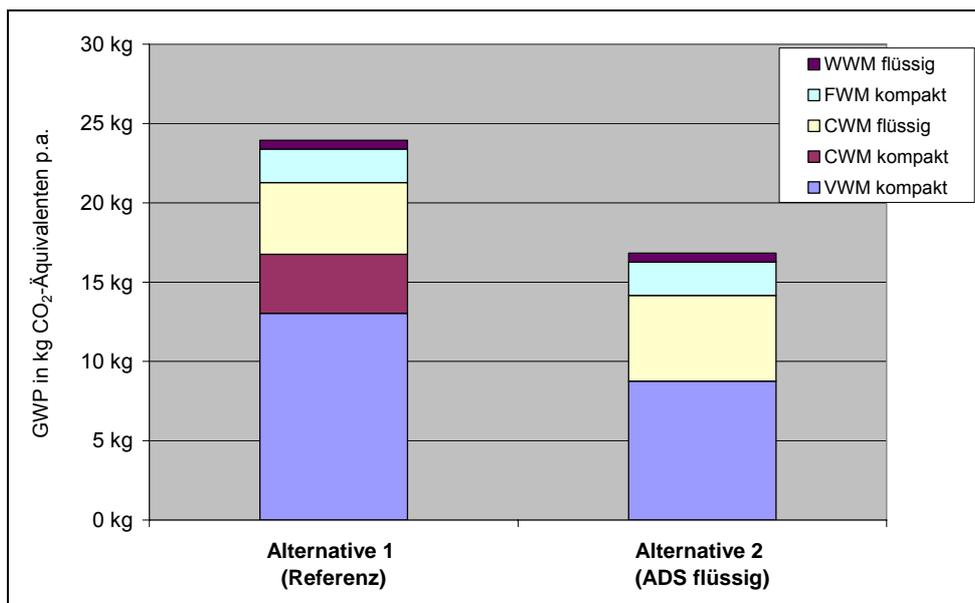


Abbildung 5 Treibhauspotenzial (GWP) bei manueller und automatischer Dosierung

Durch Alternative 2 (ADS flüssig) lassen sich gegenüber der Referenzalternative (manuelle Dosierung) rund 7 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente (30%) einsparen.

Insgesamt macht das Treibhauspotenzial (GWP) der Waschmittelbereitstellung je nach Waschmittelart zwischen 15 und 25% des Treibhauspotenzials durch die Nutzung von Waschmaschinen aus (vgl. Rüdener et al. 2006; berücksichtigt wurden die Strom-, Wasser- und Waschmittelbereitstellung sowie der Energieverbrauch der Entsorgung des Abwassers in der Kläranlage).

### 4.2.3 Gesamt-Umweltauswirkungen

Folgende Abbildung und Tabelle stellen die Gesamt-Umweltauswirkungen (mit Hilfe der Methode „EcoGrade“) der zwei betrachteten Alternativen dar.

Tabelle 18 Gesamtumweltauswirkungen bei manueller und automatischer Dosierung (in microUZBP)

	Alternative 1 (Referenz)	Alternative 2 (ADS flüssig)
VWM kompakt	186	125
CWM kompakt	53	0
CWM flüssig	72	86
FWM kompakt	30	30
WWM flüssig	9	9
<i>Summe</i>	<i>349</i>	<i>249</i>
<i>Relativ</i>	<i>100%</i>	<i>71%</i>

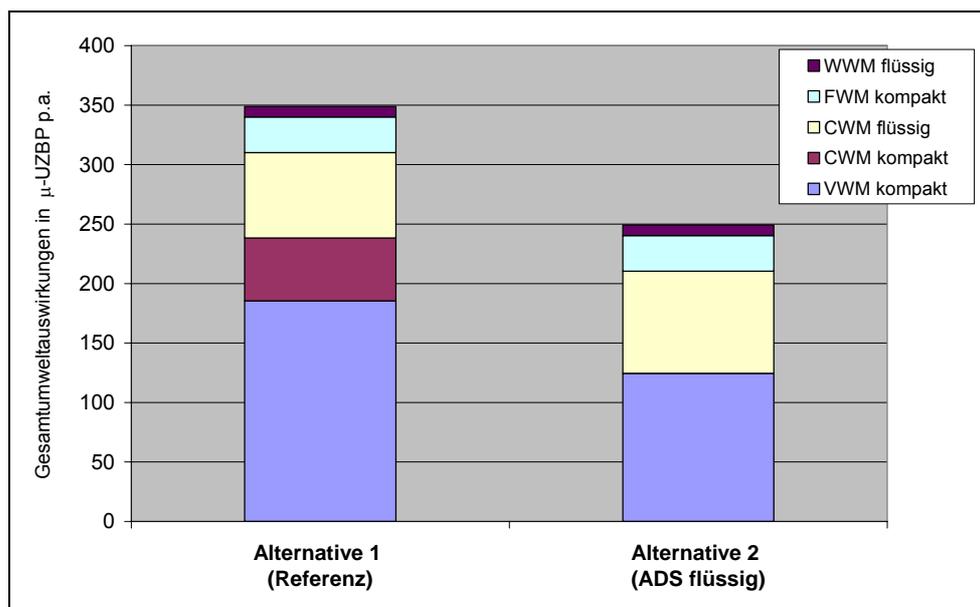


Abbildung 6 Gesamtumweltauswirkungen bei manueller und automatischer Dosierung

Die Gesamt-Umweltauswirkungen beinhalten die Wirkungskategorien Treibhauspotenzial (GWP), Versauerungspotenzial (AP), Eutrophierungspotenzial (EP) und photochemisches Oxidanzienbildungspotenzial (POCP). Ähnlich wie bei KEA und GWP lassen sich durch Alternative 2 (ADS flüssig) gegenüber der Referenzalternative die Gesamtumweltauswirkungen um knapp 30% reduzieren.

Der Anteil der Gesamtumweltauswirkungen der Waschmittelbereitstellung an den Gesamtumweltauswirkungen durch die Nutzung von Waschmaschinen wurde in Rüdener et al. (2006) leider nicht bestimmt, so dass hierzu keine Aussage getroffen werden kann. Da der Anteil des Waschmittels an den restlichen Indikatoren, die in die Berechnung der Gesamtumweltauswirkungen eingehen, jedoch recht hoch ist (je nach Waschmittelart und Indikator zwischen 25 und 85%; vgl. Rüdener et al. 2006; S. 82 ff.), liegt dieser Anteil voraussichtlich höher als bei KEA und GWP.

#### 4.2.4 Aquatoxizität

Folgende Tabelle und Abbildung stellt das Aquatoxizitätspotenzial der Waschabwässer der zwei betrachteten Alternativen dar.

Tabelle 19 Aquatoxizitätspotenzial bei manueller und automatischer Dosierung (in m<sup>3</sup> kritischem Verdünnungsvolumen)

	<b>Alternative 1 (Referenz)</b>	<b>Alternative 2 (ADS flüssig)</b>
VWM kompakt	12,0 m <sup>3</sup>	8,1 m <sup>3</sup>
CWM kompakt	5,1 m <sup>3</sup>	0,0 m <sup>3</sup>
CWM flüssig	31,3 m <sup>3</sup>	37,4 m <sup>3</sup>
FWM kompakt	2,3 m <sup>3</sup>	2,3 m <sup>3</sup>
WWM flüssig	3,9 m <sup>3</sup>	3,9 m <sup>3</sup>
<i>Summe</i>	<i>54,6 m<sup>3</sup></i>	<i>51,6 m<sup>3</sup></i>
<i>Relativ</i>	<i>100%</i>	<i>95%</i>

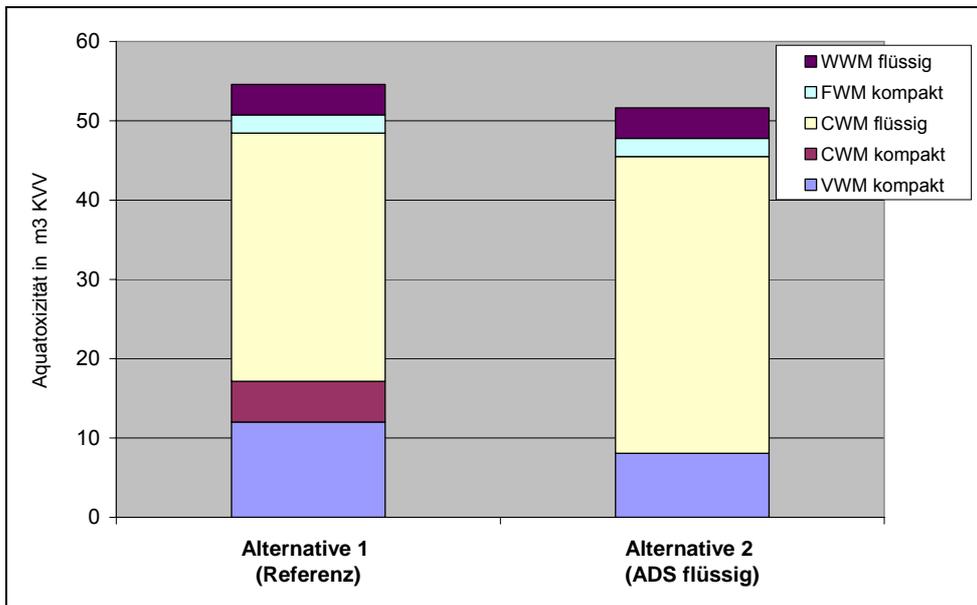


Abbildung 7 Aquatoxizitätspotenzial bei manueller und automatischer Dosierung  
(in m<sup>3</sup> kritischem Verdünnungsvolumen)

Die Ergebnisse bezüglich der Aquatoxizität der betrachteten Alternativen weichen von den relativ ähnlichen Ergebnissen beim Waschmittelverbrauch und den anderen Wirkungskategorien ab. So lassen sich zwar 27% der Waschmittelmenge durch Alternative 2 (ADS flüssig) einsparen, allerdings verringert sich das Aquatoxizitätspotenzial nur um etwa 5%.

Laut Dewaele et al. (2006) tragen Waschabwässer je nach Waschmittelart zwischen 45 und 84% zum gesamten Aquatoxizitätspotenzials des Wäschewaschens bei.

#### 4.2.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Der Waschmittelverbrauch und die entsprechenden Umweltauswirkungen der betrachteten Alternativen sind in folgender Tabelle noch einmal zusammengefasst.

Tabelle 20 Übersicht über Waschmittelverbrauch und Umweltauswirkungen der betrachteten Alternativen

	Alternative 1 (Referenz)	Alternative 2 (ADS flüssig)
<b>Waschmittelverbrauch (in kg)</b>		
Gesamt	13,2 kg	9,6 kg
Relativ ggü. Alt 1 (Referenz)	100%	73%
<b>Kumulierter Energieaufwand (KEA; in MJ)</b>		
Gesamt	607 MJ	415 MJ
Relativ ggü. Alt 1 (Referenz)	100%	68%
<b>Treibhauspotenzial (GWP; in kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten)</b>		
Gesamt	23,9 kg	16,8 kg
Relativ ggü. Alt 1 (Referenz)	100%	70%
<b>Gesamtumweltauswirkungen der Waschmittelbereitstellung (in micro-UZBP)</b>		
Gesamt	349	249
Relativ ggü. Alt 1 (Referenz)	100%	71%
<b>Aquatoxizitätspotenzial (kritische Verdünnungsvolumina in m<sup>3</sup>)</b>		
Gesamt	54,6 m <sup>3</sup>	51,6 m <sup>3</sup>
Relativ ggü. Alt 1 (Referenz)	100%	95%

Insgesamt lassen sich unter den in der vorliegenden Studie getroffenen Annahmen durch die automatische Dosierung des flüssigen Waschmittels knapp 30% an Waschmittel und den damit zusammenhängenden Umweltauswirkungen der Waschmittelbereitstellung einsparen. Das Einsparpotenzial bezüglich der Aquatoxizität durch die Waschabwässer beträgt etwa 5%.

### 4.3 Schlussfolgerungen

Die Einsparpotenziale durch die automatische gegenüber der manuellen Dosierung sind im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass im Durchschnitt bei manueller Dosierung die tatsächliche Beladung der Waschmaschine und der Verschmutzungsgrad der Wäsche bei der Ermittlung der notwendigen Waschmittelmenge zu wenig berücksichtigt wird.

Allerdings ist davon auszugehen, dass bei manueller Dosierung ebenso die Größe der Waschmaschine kaum berücksichtigt wird, was eher zu einer (noch) höheren manuellen Dosierung führen würde. Bei automatischer Dosierung ist hingegen anzunehmen, dass bei der einmaligen Einstellung der Dosierungsgrundeinstellung die Packungsanweisungen eher beachtet werden und somit häufiger die, für 6 kg-Geräte angegebene, höhere Dosierung eingegeben wird. Ob bei Nutzung einer 6 kg- statt einer 5 kg-Waschmaschine tatsächlich eine um 50% erhöhte Waschmitteldosierung notwendig ist, ist zwar anzuzweifeln, derzeit finden sich aber eben solche Hinweise auf den meisten Waschmittelpackungen. Sowohl aus Umweltsicht als auch im Hinblick auf die bei den Nutzern hierdurch entstehenden Kosten ist diese Situation unbefriedigend. Änderungen können hier allerdings nur in Kooperation mit den Anbietern von Waschmitteln erreicht werden. Auch wenn dies zunächst wenig aussichtsreich erscheint, empfehlen wir Miele, diesen Aspekt der Dosierempfehlung aktiv anzugehen.

Kostenmäßig zeigt eine überschlägige Rechnung, dass (bei einem Preis von 1,75 bis 4,- Euro pro kg Waschmittel) durch die automatisch Dosierung des Flüssigwaschmittels jährlich rund 6,- bis rund 14,- Euro an Waschmittelkosten eingespart werden können. Bei einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von Miele-Waschmaschinen von knapp 19 Jahren entspricht dies einer Gesamteinsparung von etwa 120,- bis 270,- Euro.<sup>9</sup> Dieser Einsparung steht allerdings ein selbst für Miele-Geräte überdurchschnittlicher Preis für die derzeit auf dem Markt erhältliche Waschmaschine mit LiquidWash-Technologie (Miele Softtronic W 4449 WPS LiquidWash) gegenüber.

Die hier durchgeführten Untersuchungen gelten laut Angaben von Miele auch für weitere Geräte mit der LiquidWash-Technologie.

---

<sup>9</sup> Da diese Rechnung nur die überschlägige Größenordnung der Einsparungen in Euro aufzeigen soll, wurden eventuelle Preissteigerungen bei Waschmitteln nicht berücksichtigt und die Rechnung ohne Abzinsung der zukünftigen Kosten durchgeführt.

## 5 Literatur

- Berkholz et al. 2007 Berkholz, P.; Brückner, A.; Kruschwitz, A.; Stamminger, R.; Verbraucherverhalten und verhaltensabhängige Einsparpotentiale beim Betrieb von Waschmaschinen. Leicht geänderte Fassung einer Studie durchgeführt im Auftrag des Bundesministeriums f. Wirtschaft und Technologie (BMW-Projektnummer: 86/05 AZ: I A 2 – 00 09 80); in: Schriftenreihe der Haushaltstechnik Bonn, Bd. 1/2007; Aachen 2007.
- Dewaele et al. 2006 Dewaele, J.; Pant, R.; Schowanek, D.; Comparative Life Cycle Assessment (LCA) of Ariel “Actif à froid” (2006), a laundry detergent that allows to wash at colder wash temperatures, with previous Ariel laundry detergents (1998, 2001). Procter & Gamble, Brussels Innovation Center, Central Product Safety –Environmental, April 2006.
- GfK 2001 Wäschetagebuch; durchgeführt von GfK Marktforschung von Mitte August bis Anfang Oktober 2001; im Auftrag von Henkel.
- Heijungs 1992 Heijungs, R.; Environmental life cycle assessment of products – Backgrounds. Guide LCA. Centre for Environmental Science, Leiden (Niederlande) 1992.
- Miele 2007a Konsumforschungsdaten zum Verschmutzungsgrad der Wäsche, die über die Firma Miele erhalten wurden.
- Miele 2007b Informationen der Firma Miele zu den Einstellungen des Dosierverhaltens der Miele-Waschmaschine mit automatischem Dosiersystem.
- Möller et al. 2005 Möller, M.; Bunke, D.; Gensch, C.-O.; Quack, D.; Vogt, P.; EcoGrade 2.0. Methodology Description, Freiburg, 2005.
- Rüdenauer et al. 2005 Rüdenauer I, Gensch, C.-O.; Quack, D.; Eco-Efficiency Analysis of Washing Machines – Life Cycle Assessment and determination of optimal life span. Öko-Institut e.V., Freiburg 2004
- Rüdenauer et al. 2006 Rüdenauer, I.; Eberle, U.; Griebhammer, R.; Ökobilanz und Lebenszykluskostenrechnung Wäschewaschen – Vergleich des Waschens bei durchschnittlichen Waschttemperaturen mit Waschen bei niedrigeren Waschttemperaturen. Öko-Institut e.V., Freiburg 2006.
- Stamminger & Goerdeler 2007 Stamminger, R.; Goerdeler, G.: Aktionstag Nachhaltiges Waschen – Was macht der Verbraucher? In: SÖFW-Journal, 133, 1/2-2007.