

Ökobilanzen  
Waschautomat V-ZUG  
Kombi-Kühlschrank Electrolux

Rolf Frischknecht  
ESU-services, Uster



Workshop "Timely Replacement TR"

| S·A·F·E |, 29. Juni 2005

# Übersicht

- Fragestellung
- Grundlagen Ökobilanz
- Ökobilanz Waschautomat
- Ökobilanz Kombi-Kühlschrank
- Ergebnisse
- Folgerungen

## Fragestellung: timely replacement

- Welches ist der optimale Ersatzzeitpunkt für Haushaltgeräte?
  - finanziell (hier nicht betrachtet)
  - energetisch (Ausführungen Paul Schneider)
  - bezogen auf Umweltbelastung (Ökobilanz)
- Fallbeispiele:
  - Waschautomat V-ZUG
  - Kombi-Kühlschrank Electrolux

## Ökologische Rückzahldauer

- Wichtige Grössen sind:
  - Lebensdauer Neugerät  $t_N$
  - Umweltbelastung Herstellung Neugerät  $U_H$
  - jährl. Betriebsstrombedarf Altgerät  $E_A$
  - jährl. Betriebsstrombedarf Neugerät  $E_N$
  - Umweltbelastung Strombereitstellung  $U_E$

$$t_{\text{replace}} = U_H / [(E_A - E_N) * U_E]$$

$$t_{\text{replace}} < t_N$$

# Systemgrenzen Ökobilanzen

- Rohstoffgewinnung
- Herstellung Ausgangsmaterialien
- Strombereitstellung (Mix Schweiz inkl. Handel)
- Herstellung Gerät
- Distribution
- Nutzung
- Unterhalt / Service
- Entsorgung (Recycling)

## Bewertungsmethoden

- Kumulierter Energieaufwand (KEA)  
fossil, nuklear, hydro, Biomasse
- Umweltbelastungspunkte 1997  
schweizerische Umweltziele
- Eco-indicator 99 (H/A)  
holländische Methode mit europäischem  
Fokus

# Waschautomat Adora, V-ZUG



## Waschautomat

- Waschautomat V-ZUG WA-EF Adora
- Funktionsdauer: 15 Jahre
- 60°C Waschgang
  - Wasserbedarf: 49 Liter
  - Strombedarf: 0.94 kWh
- Bezugsgrösse:  
1 Jahr waschen (300 waschgänge 60°C)



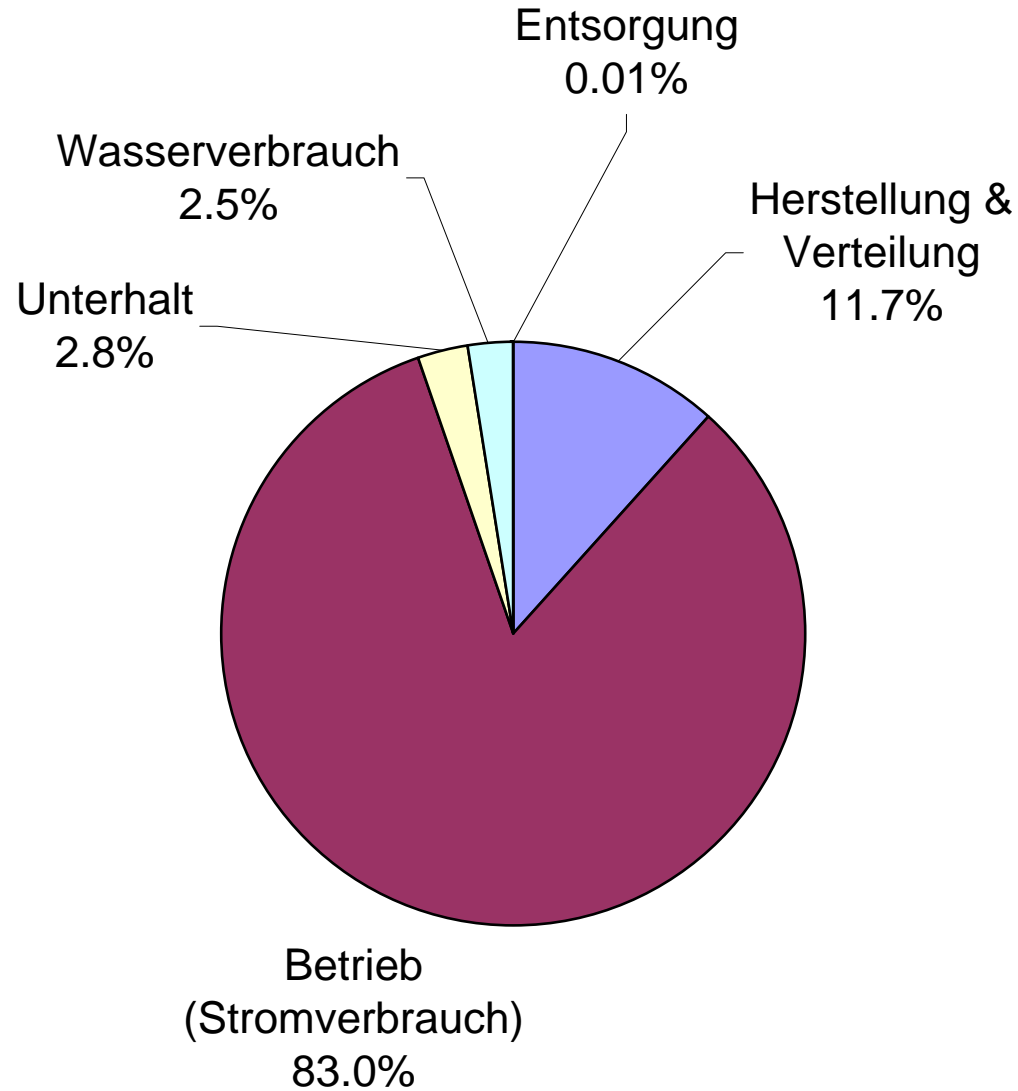
## Spezifische Annahme waschen

- Auswirkungen von Abwasserreinigung und Waschmittelproduktion und -einsatz ohne Einfluss auf Fragestellung  
=> Nicht Teil der Bilanz, aber grob abgeschätzt.

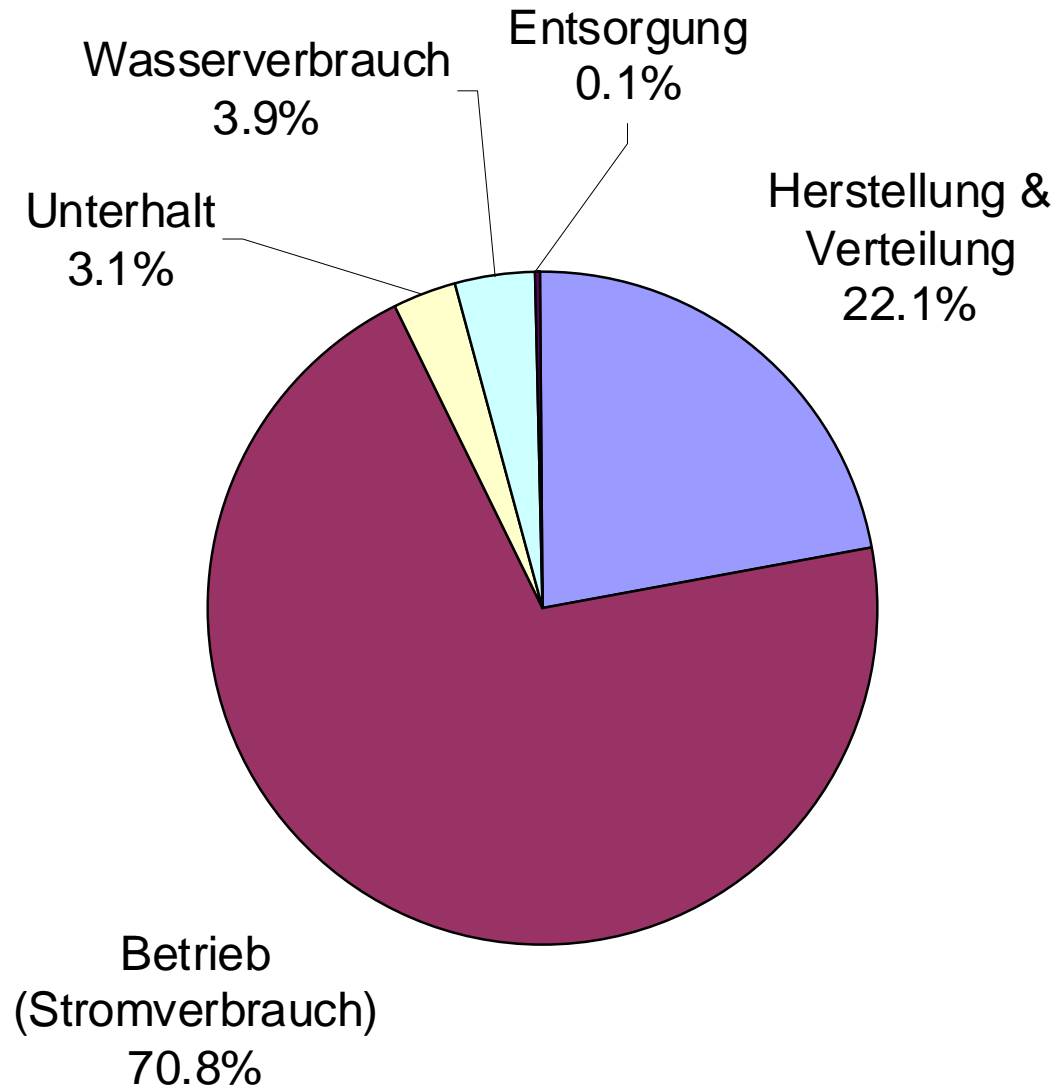
# Sensitivitätsanalysen

- Anzahl Waschgänge pro Jahr (150 – 600)
- Waschtemperatur (40 – 95 °C)
- Strommix (UCTE statt CH)

# Gesamtergebnis KEA

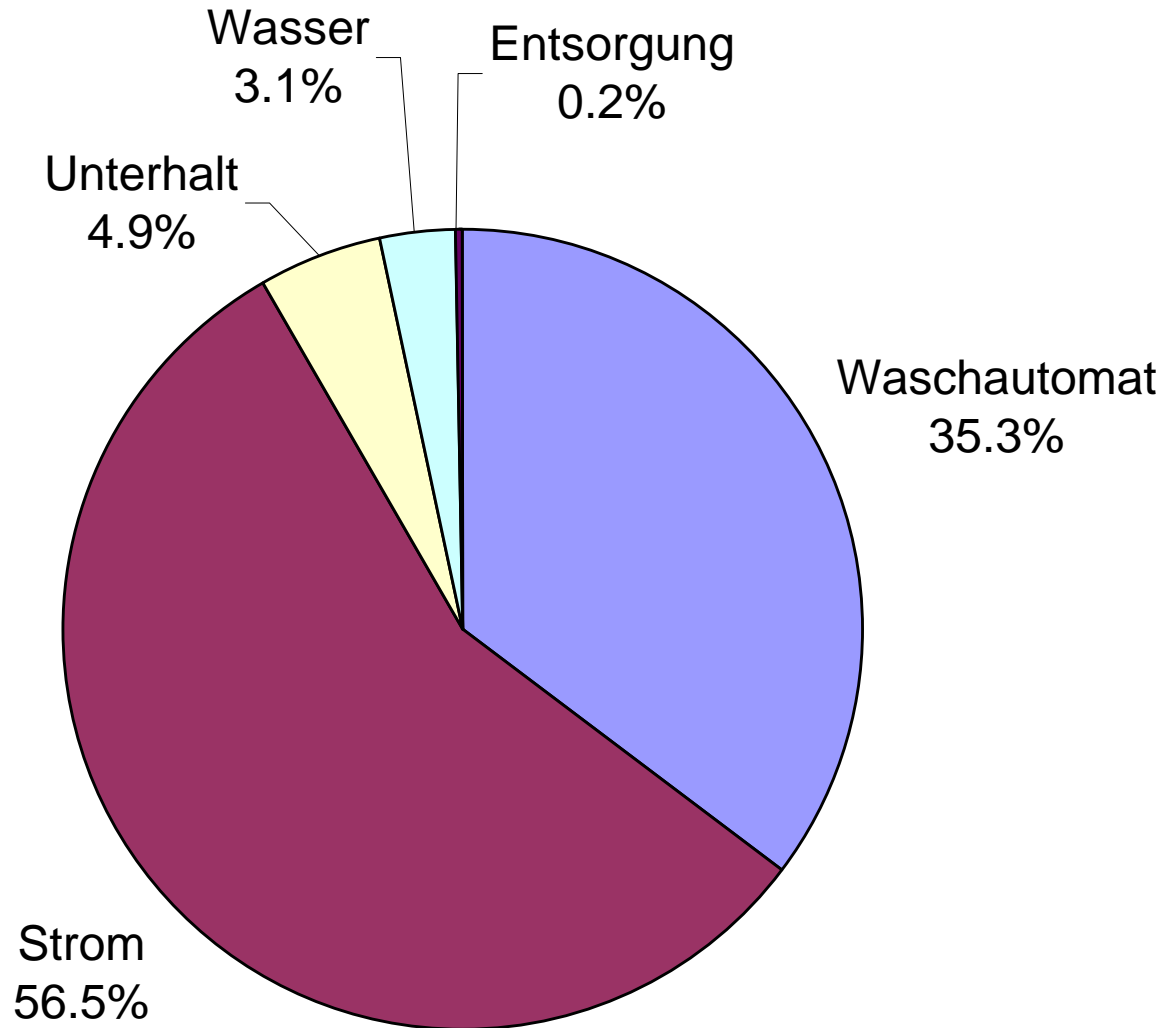


# Gesamtergebnis UBP 1997

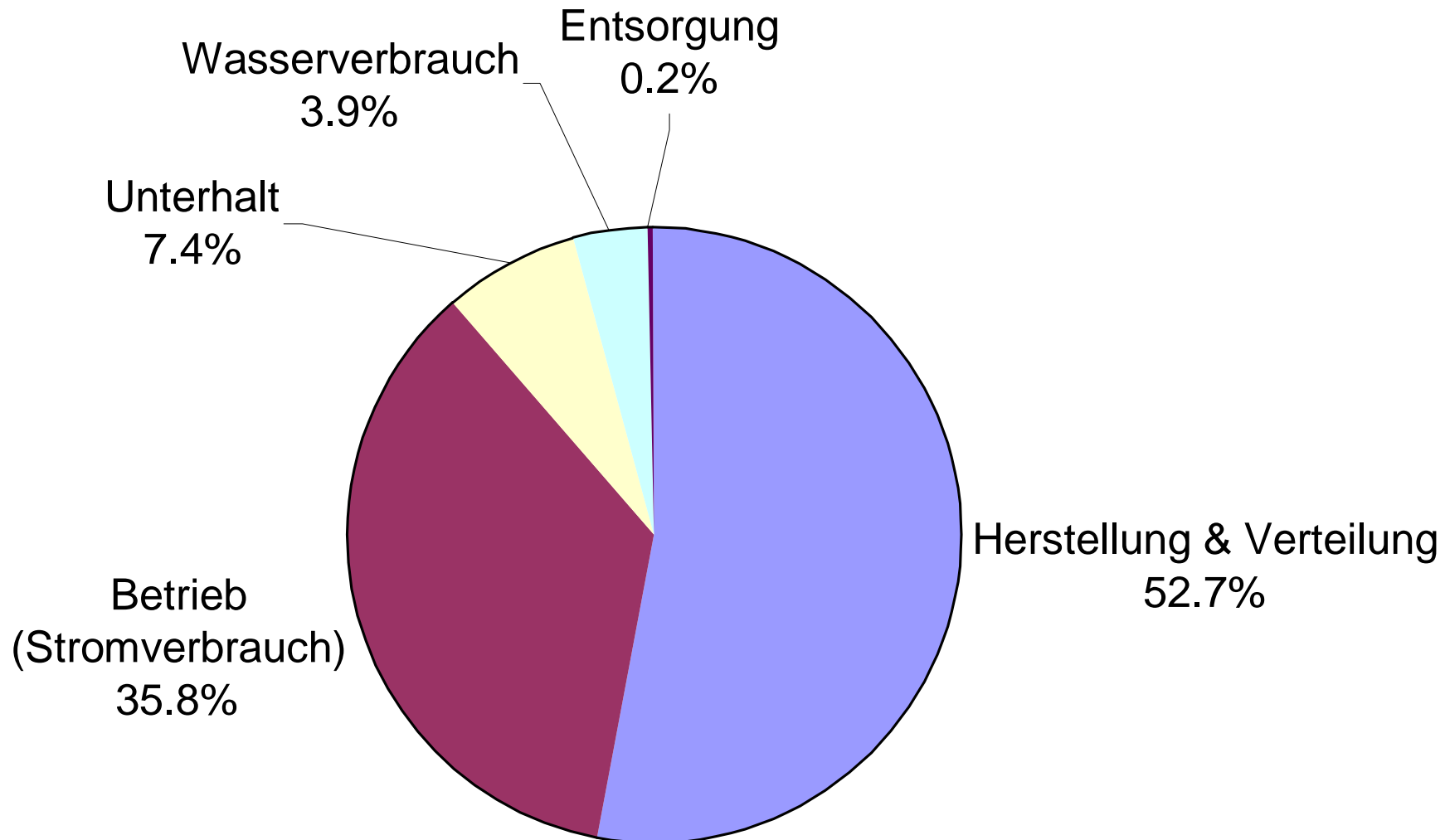


# Gesamtergebnis UBP 1997

## 150 Waschgänge



# Gesamtergebnis eco-indicator 99



# Auswertung Herstellung Waschautomat

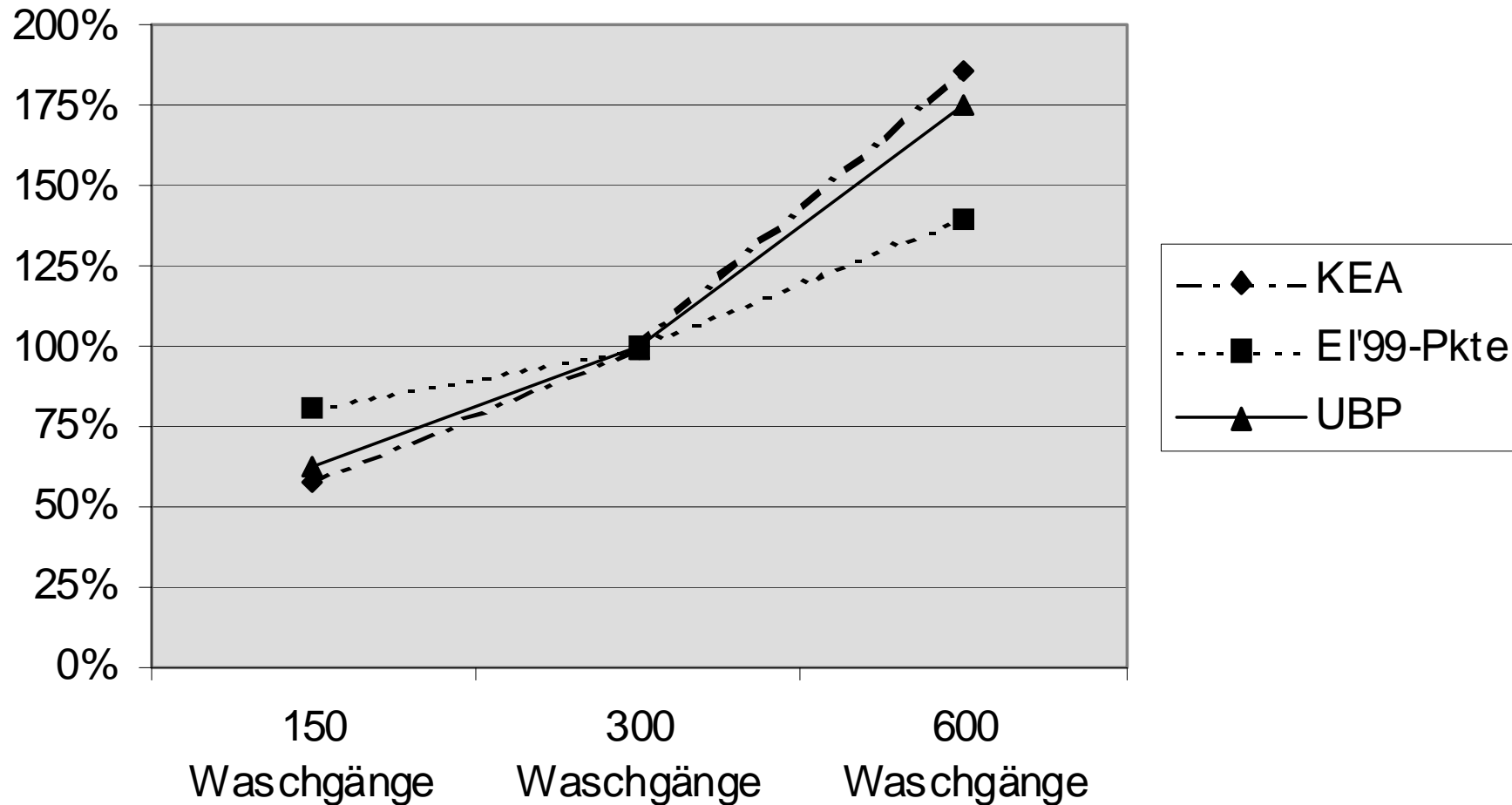
	eco-indicator 99 (H/A)		Umweltbelastungs- punkte 1997	
Gusseisen	4.55	9.8%	83700	14.7%
Stahlblech	3.81	8.2%	64100	11.3%
Verzinkung	2.67	5.7%	49300	8.7%
Chromstahl	20.1	43.2%	182000	32.0%
Kupfer	6.3	13.5%	61200	10.8%
elektronische Komponenten	2.25	4.8%	35900	6.3%
<b>Herstellung V-ZUG</b>	<b>1.52</b>	<b>3.3%</b>	<b>27200</b>	<b>4.8%</b>
Übriges	5.3	11.4%	65600	11.5%
<b>Total</b>	<b>46.5</b>	<b>100.0%</b>	<b>569000</b>	<b>100.0%</b>

## Abschätzung Waschmittel & Abwasser

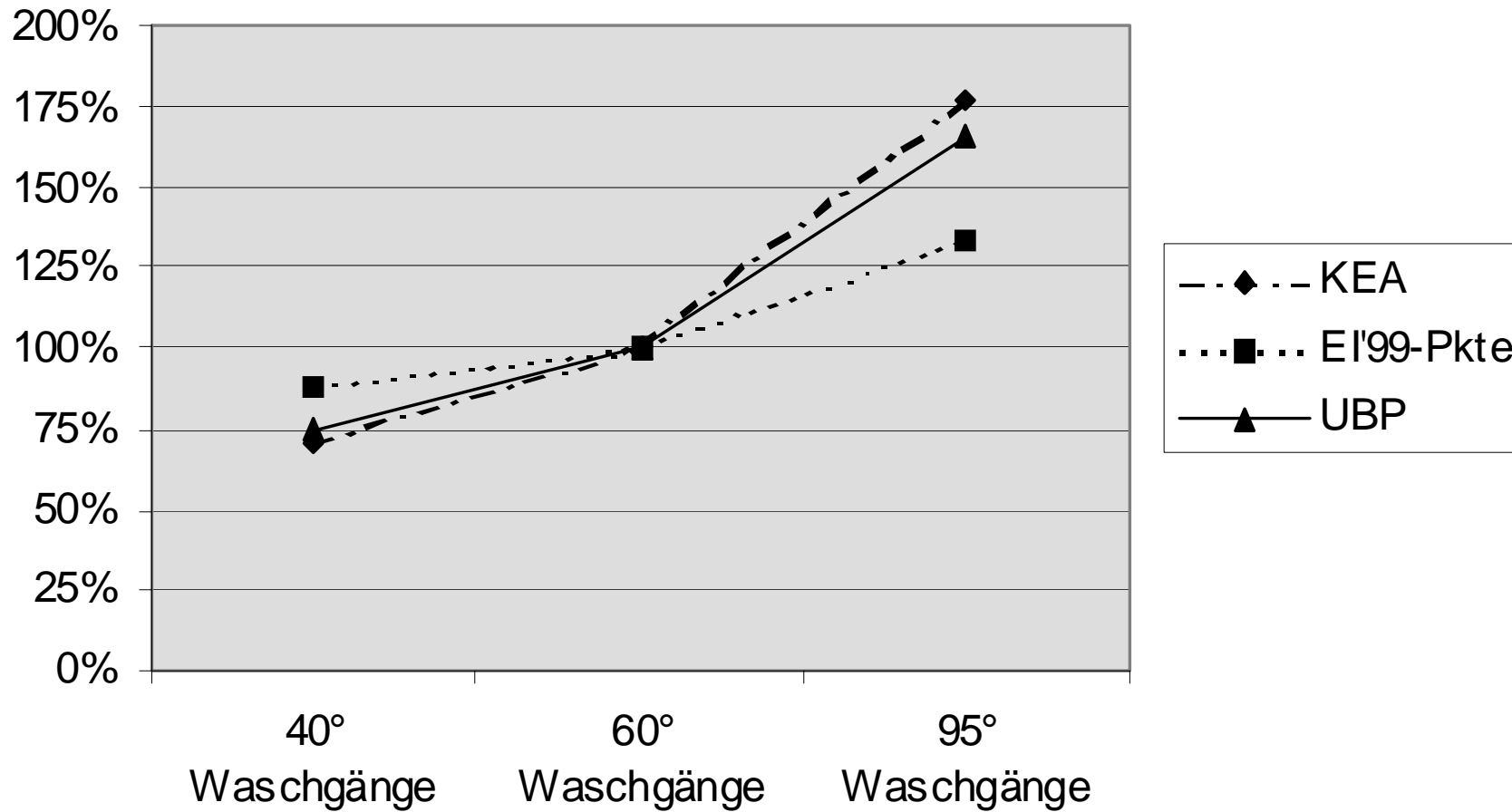
Lebensphase	Kumulierter Energie-aufwand	Eco-indicator 99	Ökologische Knappheit 1997
Herstellung & Distribution	9%	24%	12%
Betrieb (Stromverbrauch)	65%	17%	37%
Unterhalt	2%	3%	2%
Wasserverbrauch	2%	2%	2%
Entsorgung	0.01%	0.20%	0.10%
<b>Waschmittelverbrauch</b>	<b>20%</b>	<b>48%</b>	<b>26%</b>
<b>Abwasserbehandlung</b>	<b>2%</b>	<b>6%</b>	<b>21%</b>



# Anzahl Waschgänge pro Jahr



# Waschtemperatur



## Ökologische Rückzahldauer: Verbesserung Energieeffizienz um 25%

In wievielen Jahren ist die Zusatzinvestition durch Stromeinsparung abbezahlt?

<b>300 Waschgänge</b>	<b>KEA</b>	<b>UBP'97</b>	<b>EI'99</b>
	MJ-eq.	eco-pts.	pts.
Production, Distribution, Disposal, $U_H$	4.2E+02	3.9E+04	3.60
Operation (New machine), $E_N * U_E * t_N$	3.0E+03	1.2E+05	2.14
Operation (Old machine), $E_A * U_E * t_N$	3.9E+03	1.6E+05	2.85
Improvement, $(E_A - E_N) / E_A$	25%	25%	25%
Difference in env. Impacts, $(E_A - E_N) * U_E * t_N$	9.8E+02	4.1E+04	0.71
Production - operation ratio, $U_H / [(E_A - E_N) * U_E]$	0.42	0.94	5.04
ecol. payback time, $U_H / [(E_A - E_N) * U_E]$	6.4	14.1	75.7

# Ökologische Rückzahldauer: Verbesserung Energieeffizienz um 25%

<b>150 Waschgänge</b>	<b>KEA</b>	<b>UBP'97</b>	<b>EI'99</b>
	MJ-eq.	eco-pts.	pts.
Production, Distribution, Disposal, $U_H$	4.2E+02	3.9E+04	3.60
Operation (New machine), $E_N * U_E * t_N$	1.5E+03	6.2E+04	1.07
Operation (Old machine), $E_A * U_E * t_N$	2.0E+03	8.2E+04	1.43
Improvement, $(E_A - E_N) / E_A$	25%	25%	25%
Difference in env. Impacts, $(E_A - E_N) * U_E * t_N$	4.9E+02	2.1E+04	0.36
Production - operation ratio, $U_H / [(E_A - E_N) * U_E]$	0.85	1.89	10.09
ecol. payback time, $U_H / [(E_A - E_N) * U_E]$	12.7	28.3	151.3

# Effizienzsteigerung: Break-even

Wie gross muss die Reduktion im Betriebsstrombedarf sein, um dieselbe Umweltbelastung zu verursachen wie die gesamte Herstellung (inkl. Entsorgung)?

<b>150 Waschgänge</b>	<b>KEA</b>	<b>UBP'97</b>	<b>EI'99</b>
	MJ-eq.	eco-pts.	pts.
Production, Distribution, Disposal, UH	4.2E+02	3.9E+04	3.6E+00
Operation (New machine), EN * UE * tN	7.4E+02	3.1E+04	5.4E-01
Operation (Old machine), EA * UE * tN	1.2E+03	6.9E+04	4.1E+00
Improvement, (EA - EN) / EA	<b>36%</b>	<b>56%</b>	<b>87%</b>
Difference in env. Impacts, (EA - EN) * UE * tN	4.2E+02	3.9E+04	3.6E+00
Production - operation ratio, UH / [(EA - EN) * UE]	1	1	1
ecol. payback time, UH / [(EA - EN) * UE]	15	15	15

# Kombi-Kühlschrank ERB 3105, Electrolux



## Kombi-Kühlschrank

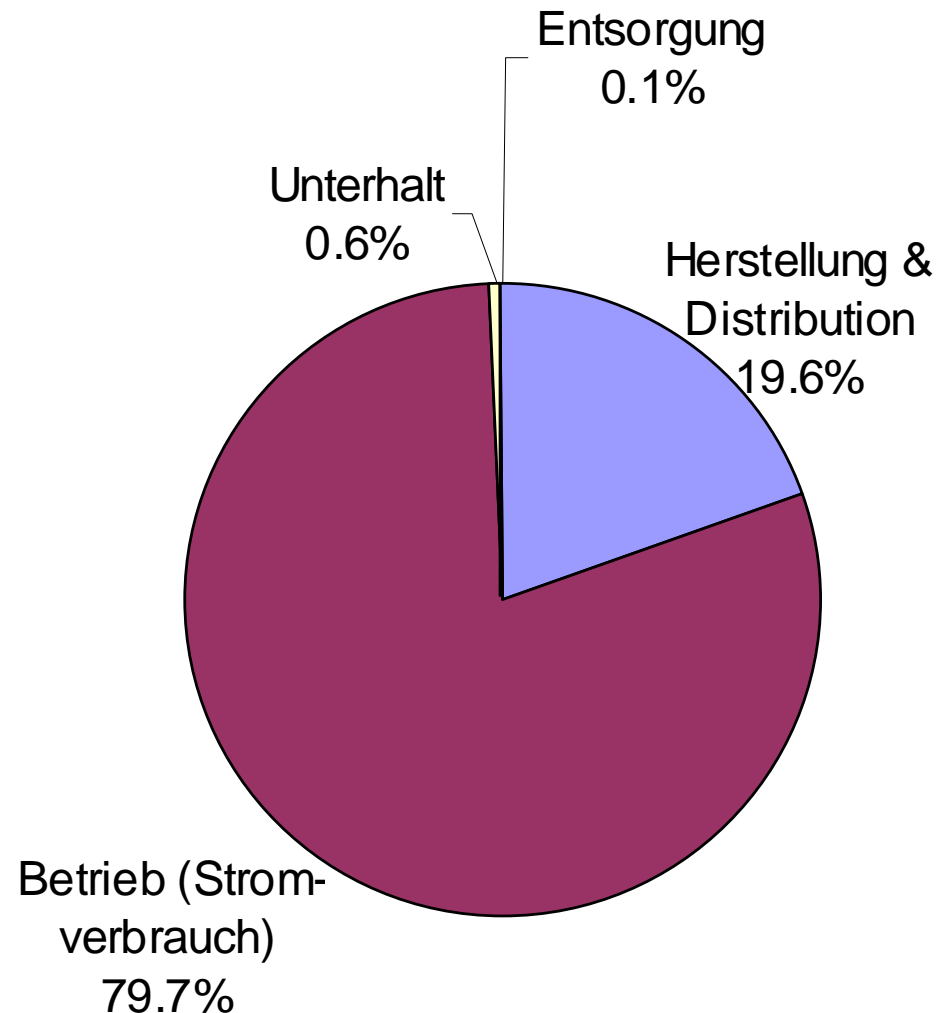
- Kombi-Kühlschrank ERB 3105
- Nutzinhalt:  
Kühlung: 192 Liter  
Tiefkühlung: 92 Liter
- 2 Kompressoren
- Funktionsdauer: 15 Jahre
- Bezugsgrösse:  
1 Jahr 192l kühlen/ 92l Gefrieren

## Kombi-Kühlschrank

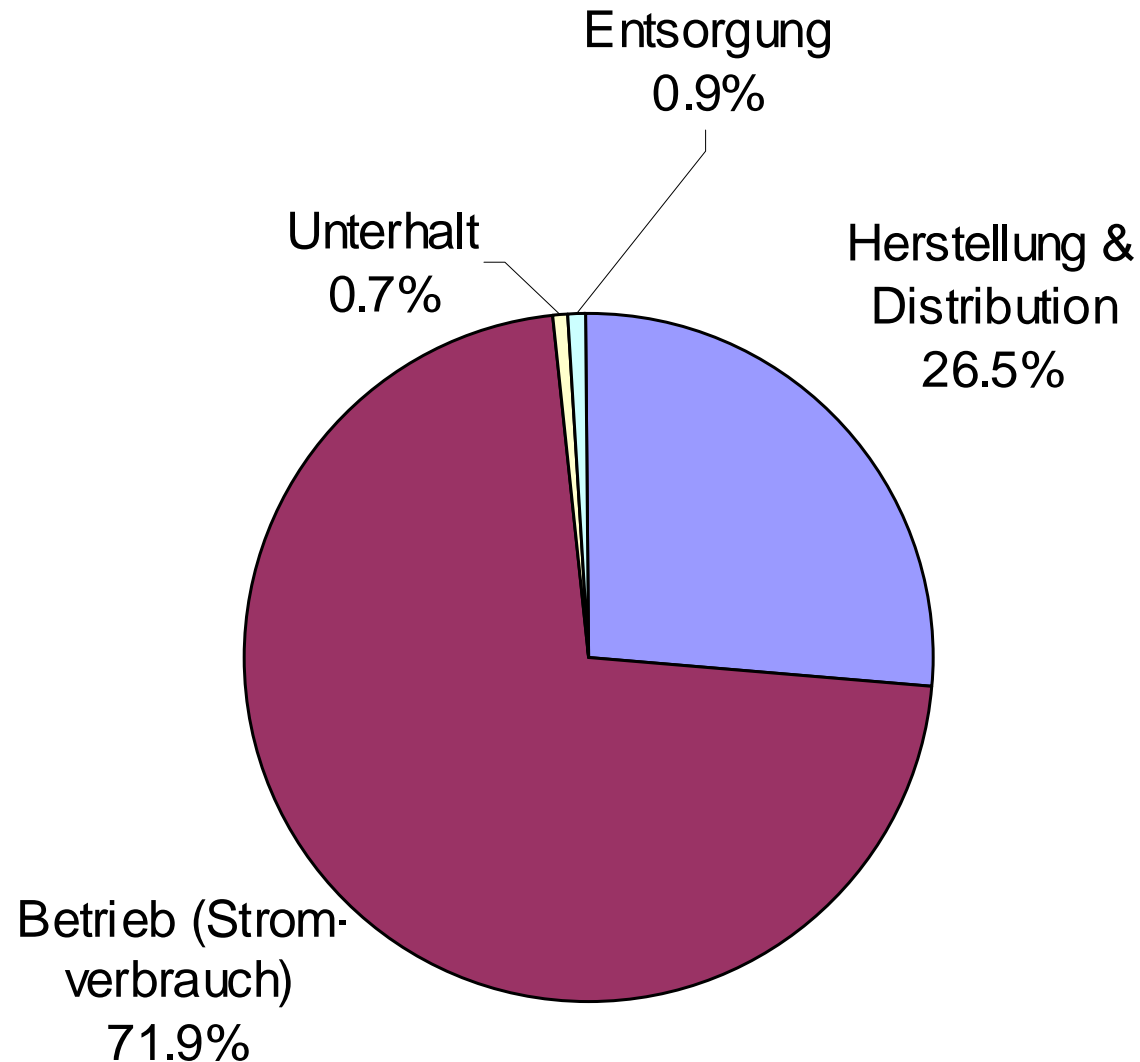
- Strombedarf: 194 kWh / Jahr  
(0.53kwh/Tag)
- Gesamtgewicht: 94kg (60% Stahl)
- Propan als Kältemittel
- Butan als Schäummittel
- Sensitivität: Strommix (UCTE statt CH)



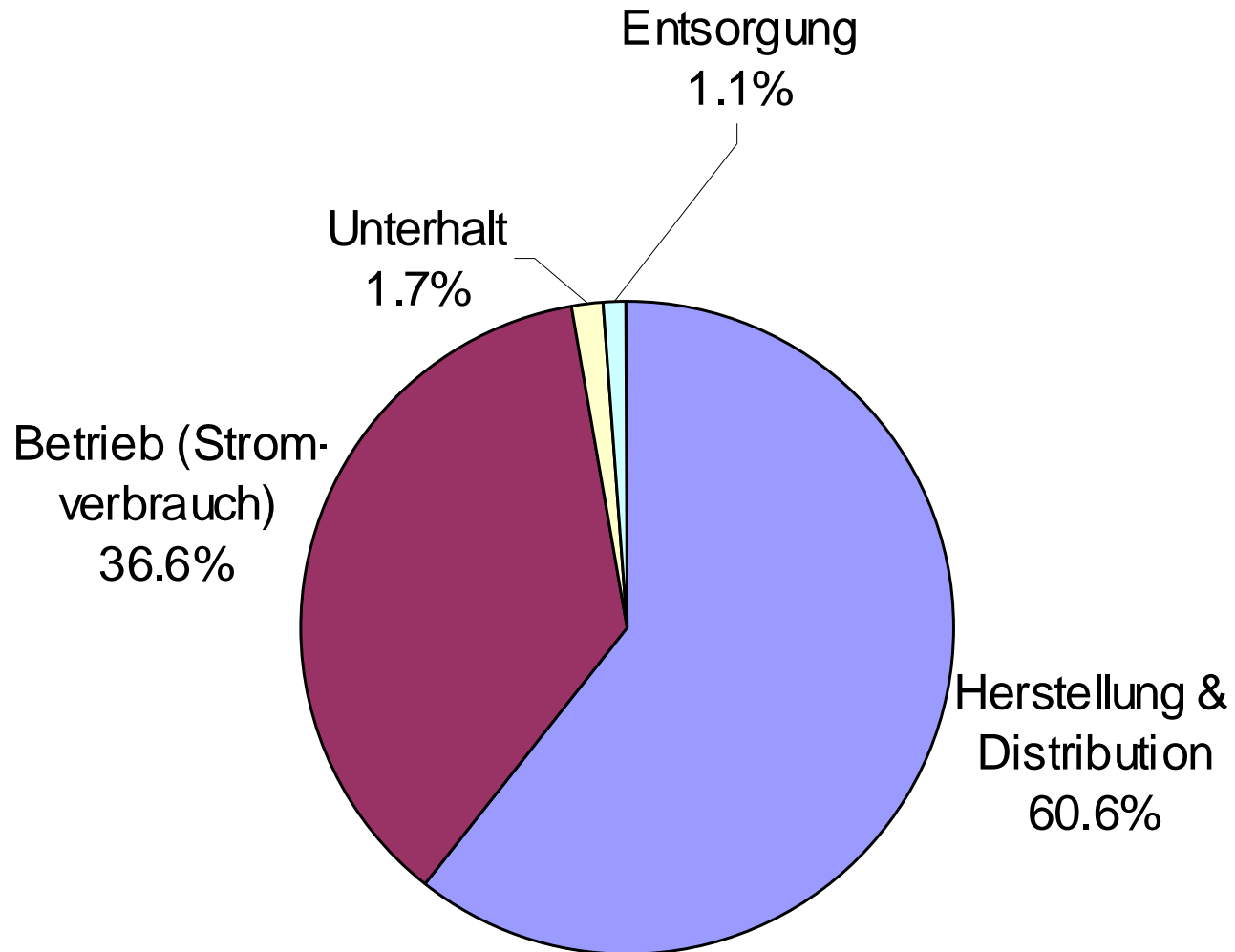
# Kumulierter Energieaufwand (KEA)



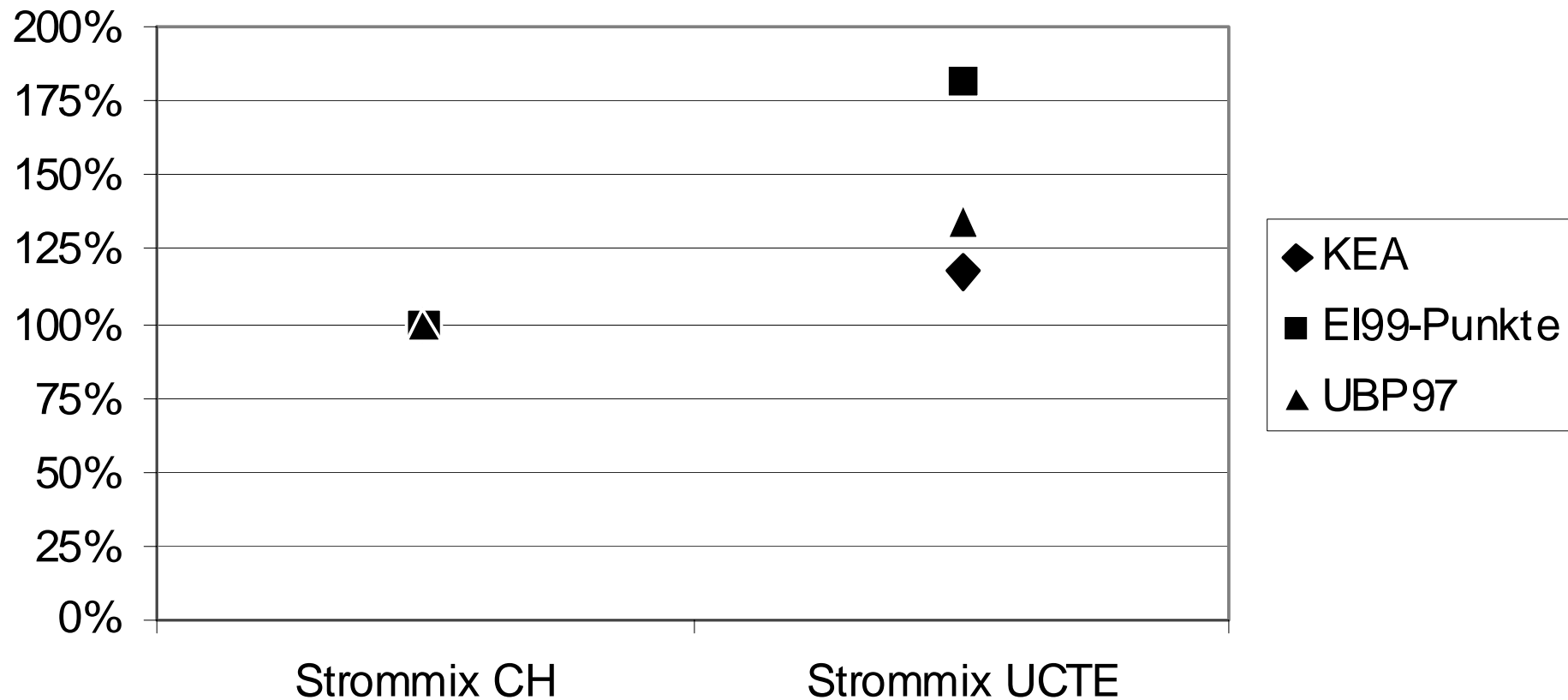
# Umweltbelastungspunkte 1997



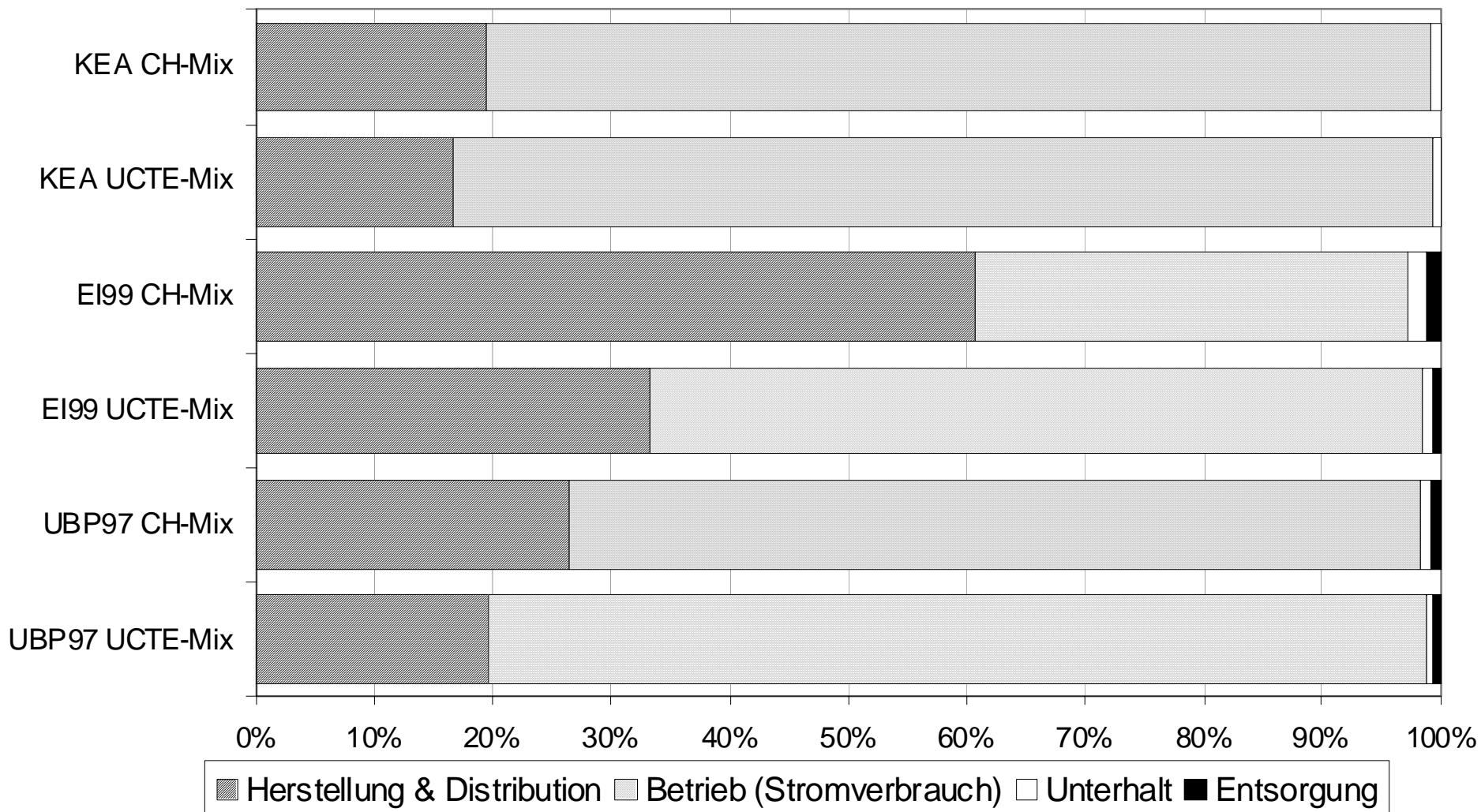
# Eco-indicator 99 (H,A)



# Sensitivitätsanalyse Strommix



# Sensitivitätsanalyse Strommix



# Ökologische Rückzahldauer

	<b>KEA</b>	<b>UBP'97</b>	<b>EI'99</b>
Effizienzsteigerung	50%	50%	50%
<b>ökologische Rückzahldauer</b>	<b>3.7</b>	<b>5.7</b>	<b>25.3</b>

<b>Effizienzsteigerung</b>	<b>20%</b>	<b>27%</b>	<b>62%</b>
ökologische Rückzahldauer	15.0	15.0	15.0

## Folgerungen Waschautomat

- Waschmittelverbrauch und Abwasserreinigung insgesamt sehr wichtig
- Grosse Bedeutung Strombedarf (Anzahl Waschgänge, Waschtemperatur) und Strommix (Schweizer Strom, EU Strom oder Ökostrom) in der Nutzung
- Nutzungsintensität ist ebenfalls mitentscheidend

## Folgerungen Kombi-Kühlschrank

- Zwei Kältekreisläufe erhöhen die Energieeffizienz und bringen erhöhten Materialaufwand mit sich
- Je nach Betriebsort (Land, Strommix) des Kühlschranks ist die Betriebsphase wichtiger



## Folgerungen weisse Geräte allg.

- Bisherige Ergebnisse "Graue Energie" bestätigt
- Bei umfassenderer Betrachtung erhöhte Bedeutung der Herstellung
- Metallkomponenten wichtig bei Bilanz Geräteherstellung
- Elektronische Komponenten weniger relevant als erwartet

## Folgerungen Rückzahldauer

- Ökologische Rückzahldauer höher als Energie-Rückzahldauer
- Stromeinsparung Altgerät zu Neugerät muss mindestens Faktor 2 betragen
- Heutige A++ Klasse-Geräte:  
Schwerpunkt auf Langlebigkeit legen

## Dank

- Auftraggeber  
| S·A·F·E | : Paul Schneider
- Hersteller-Informationen  
V-ZUG: Stefan Bräuer, Zug  
Electrolux: Gianluca Brotto, Brüssel