

Analyse der Umweltauswirkungen der Kaffe Zubereitung mittels verschiedener Zubereitungssysteme

Dipl.-Biol. Britta Stratmann, Öko-Institut e.V.

5. Ökobilanz-Werkstatt 5.-7.10. 2009, Freising

Agenda

- **Hintergrund**
 - Ergebnisse PCF-Pilotprojekt
 - Der Blaue Engel – schützt das Klima
- **Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen**
- **Modellierungsannahmen**
- **Ergebnisse**
- **Schlussfolgerungen**

- **Kaffeemaschinen verbrauchen viel Strom:**

- ⇒ Gesamtstromverbrauch in einem typischen Haushalt: ca. 4%

- ⇒ rund 3/4 des Stromverbrauchs werden für das Warmhalten (Bereitschaft) und im Stand-by-Modus verbraucht

- **Ergebnisse eines PCF Pilot Projekts:**

- Die **Umweltauswirkungen**, die mit der Bereitstellung von **1 Tasse** Kaffee verbunden sind, hängen ganz wesentlich davon ab, **wie** der Kaffee zubereitet wird

- ⇒ Die **Kaffeezubereitung** trägt mit etwa **30 Prozent** zu den gesamten klimarelevanten Emissionen bei.

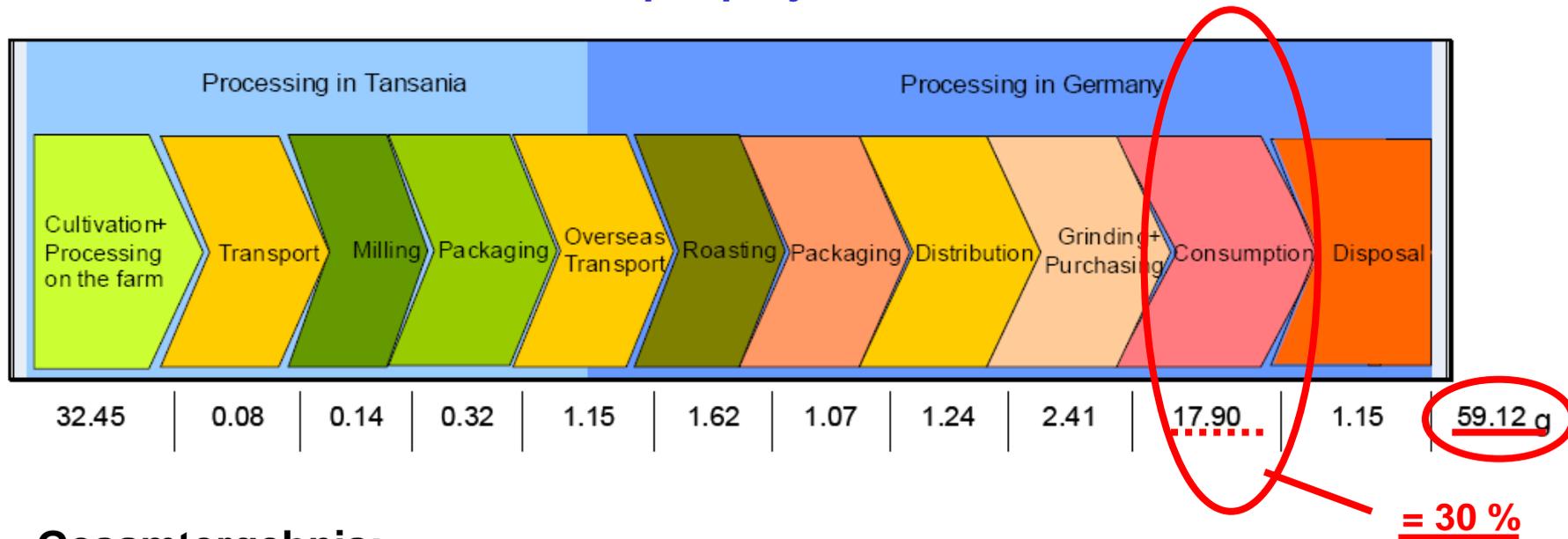
Agenda

- **Hintergrund**
 - Ergebnisse PCF-Pilotprojekt
 - Der Blaue Engel – schützt das Klima
- Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen
- Modellierungsannahmen
- Schlussfolgerungen

Case Study “Tchibo Privat Kaffee Rarität Machare”

-> durchgeführt im Rahmen des Product Carbon Footprint (PCF) Pilot Projekts von der Tchibo GmbH in Zusammenarbeit mit dem Öko-Institut e.V.

www.pcf-projekt.de

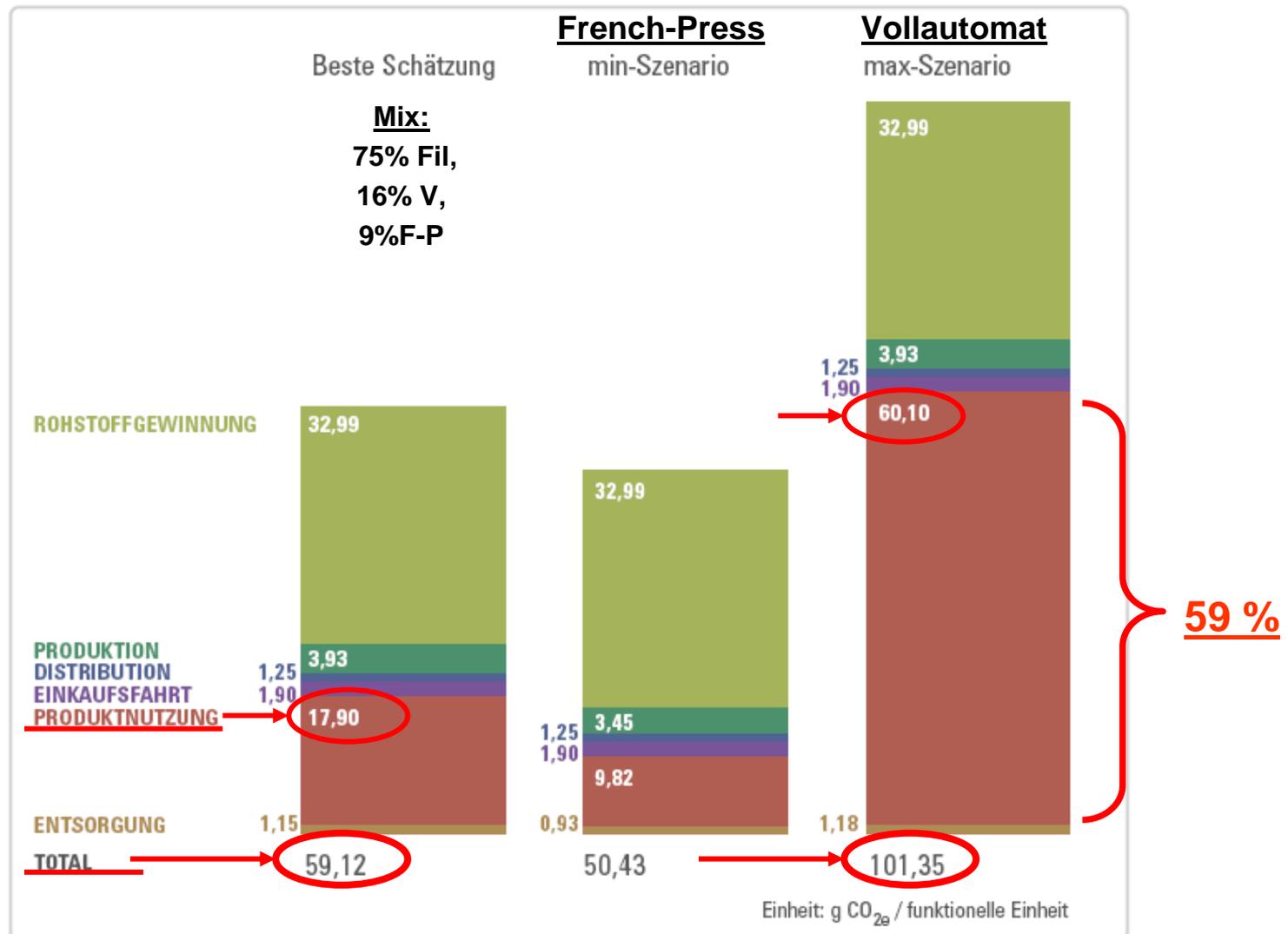


Gesamtergebnis:

1 Tasse Rarität Machare verursacht einen PCF von **59,12 g CO2-Äq.**

**!!! bei Ø 1000 Tassen / Jahr / Person = 59,12 kg CO2-Äq. =>
für ganz Deutschland: 4.847.840 Tonnen CO2-Äq. /Jahr !!!**

Eine wichtige Stellschraube ist die Kaffeezubereitung:



Agenda

- **Hintergrund**
 - Ergebnisse PCF-Pilotprojekt
 - Der Blaue Engel – schützt das Klima
- **Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen**
- **Modellierungsannahmen**
- **Ergebnisse**
- **Schlussfolgerungen**

RAL-UZ 136

Espressomaschinen/Kaffeemaschinen mit hohem Druck



Vorteile für die Umwelt

- geringer Stromverbrauch, bspw. durch Abschaltautomatik
- möglichst langlebige Geräte
- Vermeidung umweltbelastender Materialien

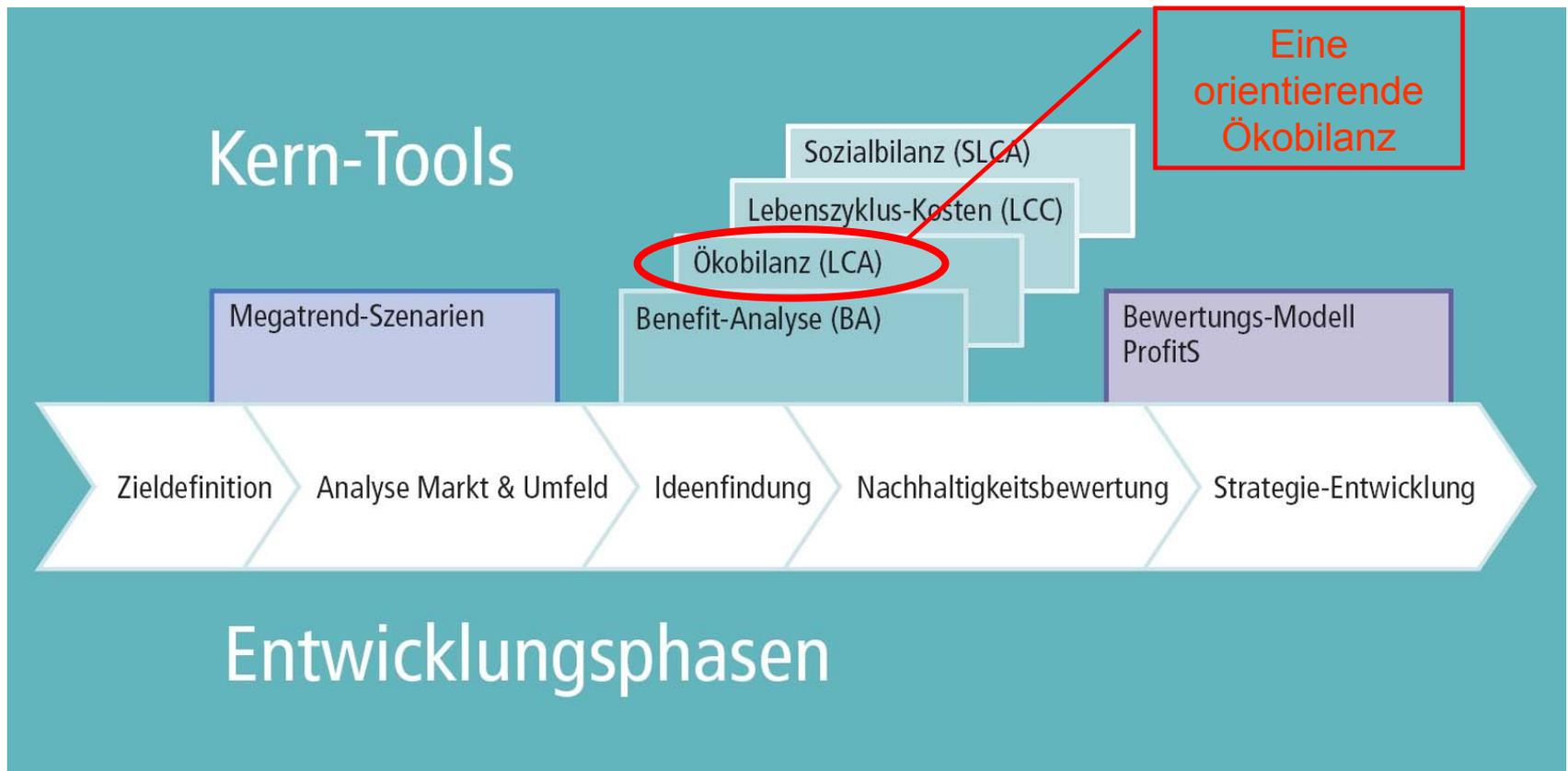
Kaffeegenuss ohne (Klima)Reue

Kaffee wird auch in Deutschland gern und viel getrunken. Neben dem klassischen Filterkaffee finden die mittlerweile auch hierzulande beliebten Espressomaschinen immer mehr Verbreitung. Gegenüber der traditionellen Kaffeeerzeugung haben die automatischen Kaffeemaschinen aus Umweltsicht den Vorteil, dass damit nur genau die Menge an Kaffee erzeugt wird, die benötigt wird. Dies spart sowohl Energie als auch Kaffee. Was viele Verbraucher dagegen nicht wissen: etliche dieser Portionskaffeemaschinen haben bspw. durch ständiges Aufheizen des Wassers einen hohen Stromverbrauch.



PROSA (Product Sustainability Assessment)

-> eine Methode zur strategischen Bewertung von Produkten



Agenda

- Hintergrund
 - Ergebnisse PCF-Pilotprojekt
 - Der Blaue Engel – schützt das Klima
- **Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen**
- Modellierungsannahmen
- Ergebnisse
- Schlussfolgerungen

Ziel:

**Analyse der Umweltauswirkungen der
Kaffe Zubereitung mittels verschiedener
Zubereitungssysteme**

Untersuchungsrahmen:

Folgende Systeme bzw. Zubereitungsarten wurden betrachtet – inklusive der Herstellung der Maschinen, der Herstellung der Kaffeeumverpackungen (Pads, Kapseln, Bohnen), der Nutzungsphase und der Entsorgung:

- Kaffee - Vollautomat
- Portionskaffeemaschinen für Kapseln (Kapselautomaten),
- Portionskaffeemaschinen für Pads (Padautomaten),

→ Für **Vollautomaten** wurde eine Lebensdauer von **10 Jahren** zugrunde gelegt, für **Pad- und Kapselgeräte** jeweils **6 Jahre**.



Größenordnung des Stromverbrauchs der verschiedenen Geräte-Typen

Geräte-Typ	Stromverbrauch pro Jahr
Energieeffizientes Gerät <u>mit</u> Auto-off *	ca. 70kWh
Standardgerät <u>ohne</u> Auto-off *	ca. 170 kWh
Energie-ineffizientes Gerät ohne Auto-off *	ca. 210 kWh

Quelle: Euro-Topten Messmethode: Elektrizitätsverbrauch von Kaffeemaschinen:
Messmethode – Standardnutzung und Stromverbrauchsrechnung, www.topten.ch.de

***Auto-off (automat. Abschaltfunktion):**

Funktion, bei der die Warmhaltung des Geräts nach einer bestimmten Zeit (Annahme 1h) automatisch abgeschaltet wird.

Funktionelle Einheit:

Typischer Kaffeekonsum:

durchschnittlicher Kaffeekonsum der Deutschen: **146 Liter/Jahr**

→ entspricht **1947 Tassen pro Jahr / Person**

Annahmen:

- 1 Tasse a 7 Gramm Kaffee:
 - Kaffeevolumen: 125 ml
 - Espressoolumen: 35 ml
- Mix über beide Varianten: 75 ml (nach IEC31**).

Funktionelle Einheit:

„Die jährliche Nutzung von je einer der drei Portionskaffeemaschinen in einem privaten 2-Personen-Haushalt mit der Herstellung von 2.000 Tassen Kaffee.“

Systemgrenzen:

Folgende Systemgrenzen wurden festgelegt:

- Herstellung des Kaffeeautomaten
- Jährliche Nutzung des Gerätes im privaten 2-Personen-Haushalt
(entspricht in etwa einem deutschen Durchschnittshaushalt)
- Herstellung und Entsorgung der Verpackungen und der Pad-
/Kapselsysteme.

Ausgeschlossen wurden:

- Herstellung / Anbau des Kaffees,
- die Bereitstellung von (kaltem) Leitungswasser sowie
- der Transport

Betrachtete Wirkungskategorien:

Folgende Wirkungskategorien wurden in der orientierenden Ökobilanz betrachtet:

- **Kumulierter Primärenergiebedarf (KEA)**
- **Treibhauspotential (GWP)**
- Versauerungspotential (AP)
- Eutrophierungspotential (EP)
- Photochemische Oxidantienbildung (POCP)

Agenda

- Hintergrund
 - Ergebnisse PCF-Pilotprojekt
 - Der Blaue Engel – schützt das Klima
- Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen
- **Modellierungsannahmen**
- Ergebnisse
- Schlussfolgerungen

Getroffene Annahmen zu den unterschiedlichen Kaffeebereitstellungssystemen:

Kaffeesystem	Material in g / Stück	für 2000 Tassen in kg	Material der Umverpackung in g / Einheit	Umverpackung pro Jahr bei 2000 Tassen in kg
Espressobohnen			Alubeschichteter Beutel (à 14,62 g / kg Bohnen)	0,205
Pads	Filterpapier 0,2	0,4 kg	Alubeschichteter Beutel, (Durchschnittsgewicht: 9,33 g / 18 Stück)	1,04
Kapseln (Alu)	1,13	2,26	Karton; (Durchschnittsgewicht: 22,8 g / 13 Stück)	3,51
Kapseln (Kunststoff mit Aludeckel)	Kunststoffkapsel: 3,32 Alu-Deckel: 0,3	Kunststoff: 6,64 Alu: 0,6	Karton; (Durchschnittsgewicht: 22,8 g / 13 Stück)	3,51
Kaffeersatz	7 g / Portion Kaffee	14		

Angaben beziehen sich auf Durchschnittswerte eigener Messungen

Kaffeesystem	Verpackung	Entsorgung	Anmerkung
Espressobohnen / Pads	alubeschichteter Beutel	MVA	Aluminiumgehalt: 0,12%
	Kaffeersatz bzw. gebrauchte Pads	<u>Biotonne: 77%</u> -> 90% Kompostierungs- u. 10% Biogasanlagen <u>MVA: 23 %</u>	<u>Biotonne:</u> nur bei 77% der Kommunen
Kapseln	100% Aluminium	<u>Duales System</u> -> Aluminiumrecycling	Gutschrift
Kapseln	PP + Aluminium (Deckel)	<u>Duales System</u> -> dunkler Kunststoff: <u>MVA</u> <u>Deckel:</u> Aluminiumrecycling	Gutschrift
Kapseln	Umverpackungen (Karton)	MVA	

Getroffene Annahmen zu den unterschiedlichen Gerätekategorien:

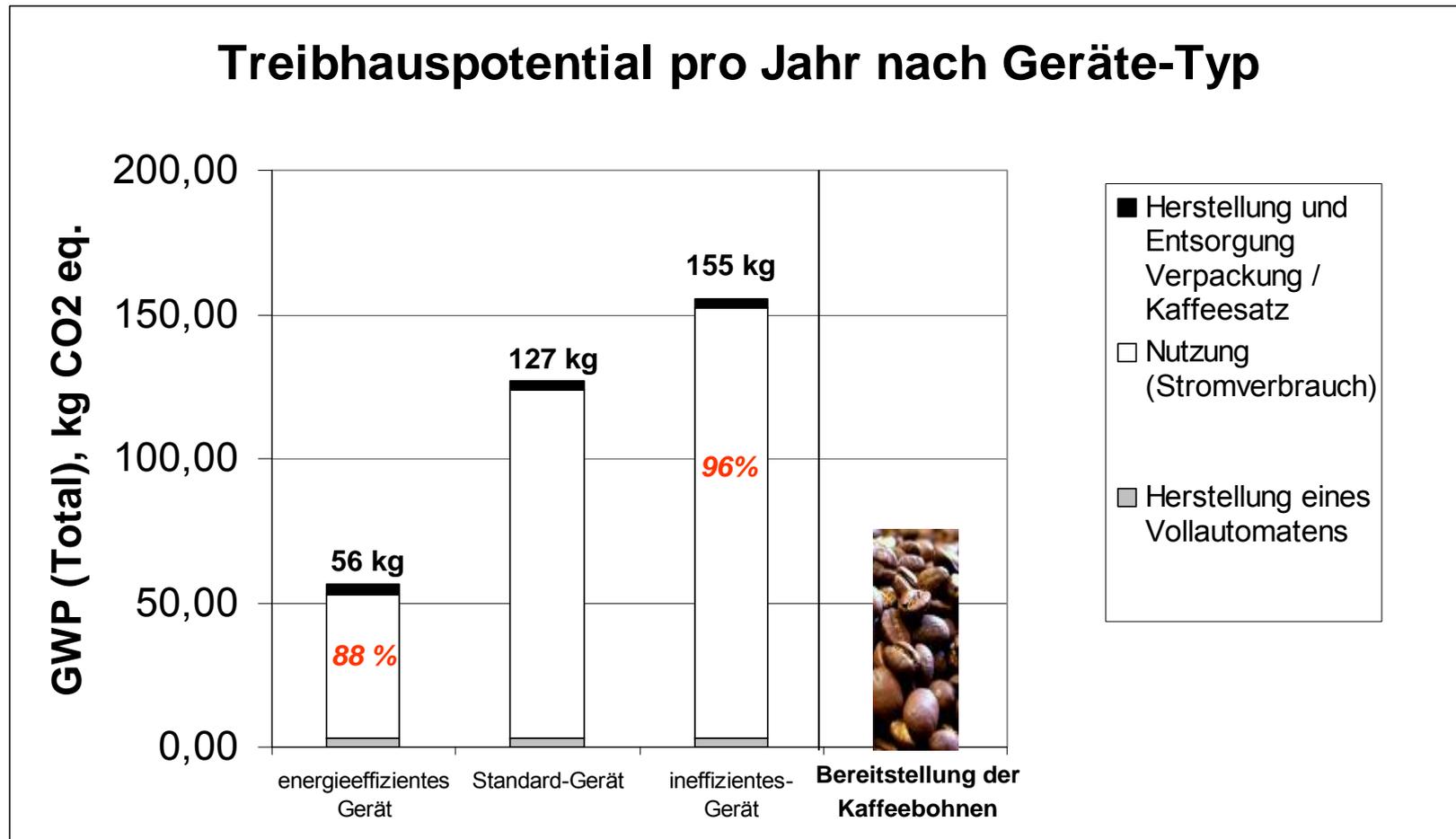
<u>Gerät</u>	<u>Zusammensetzung</u>	<u>Ø Gewicht</u>	<u>Anmerkung</u>
<u>Vollautomaten</u>	<u>90% Kunststoff:</u> <u>45% Acrylonitril-Butadien-</u> <u>Styrol Copolymer (ABS),</u> <u>45% Polyethylen (HDPE)</u>	<u>11,5 kg</u>	<u>Bandbreite: 8-15 kg</u>
<u>Pad-</u> <u>/Kapselautomat</u>	<u>10% Metall:</u> <u>5% Stahl, 5% Kupfer</u>	<u>6,5 kg</u>	<u>Bandbreite 3-10 kg</u>

Zur Bilanzierung der Materialvorketten wurde ausschließlich auf Daten aus Ecolnvent 2.0 zurückgegriffen. Die Bilanzierung wurde mit Umberto durchgeführt.

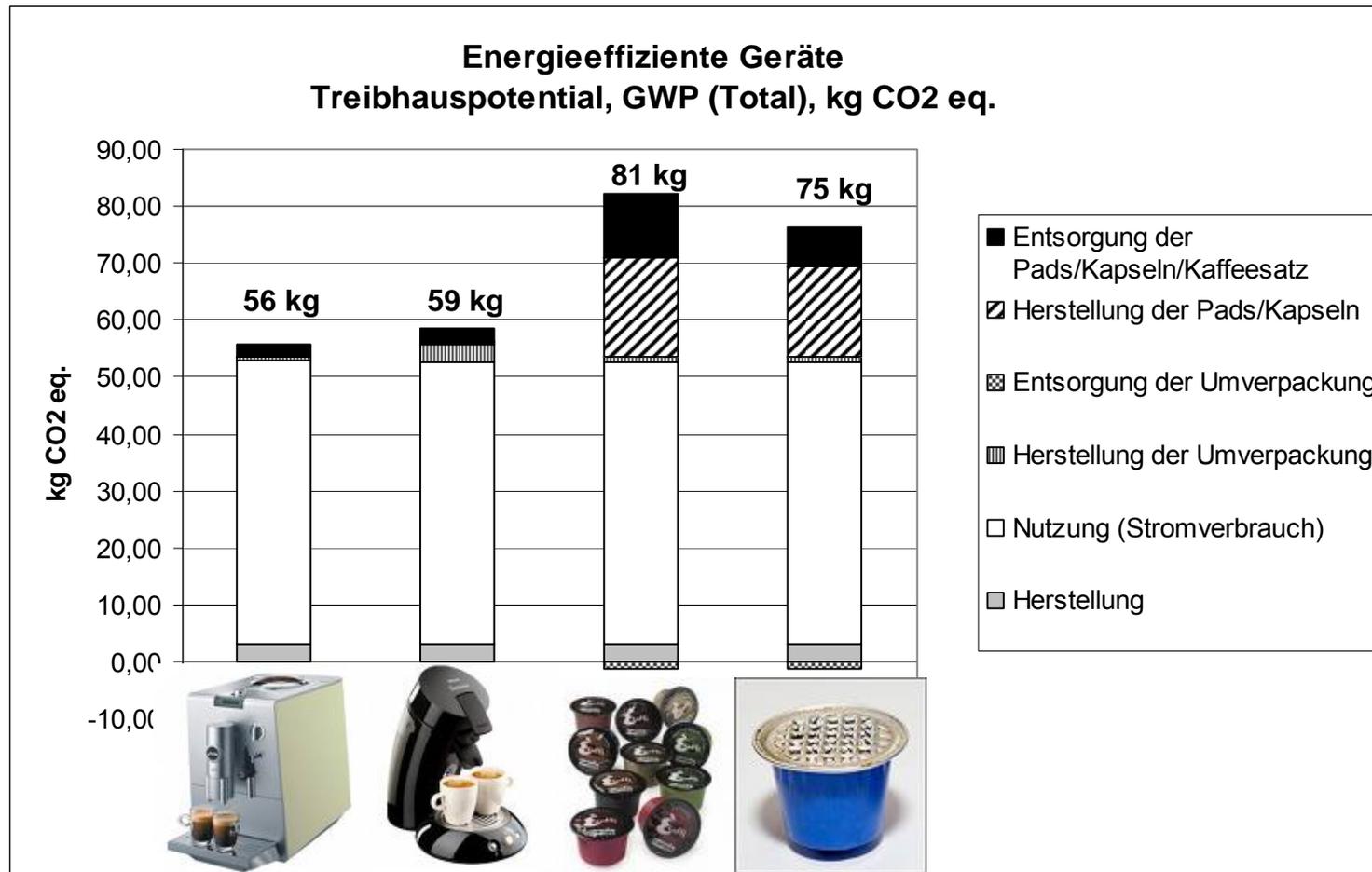
Agenda

- **Hintergrund**
 - Ergebnisse PCF-Pilotprojekt
 - Der Blaue Engel – schützt das Klima
- **Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen**
- **Modellierungsannahmen**
- **Ergebnisse**
- **Schlussfolgerungen**

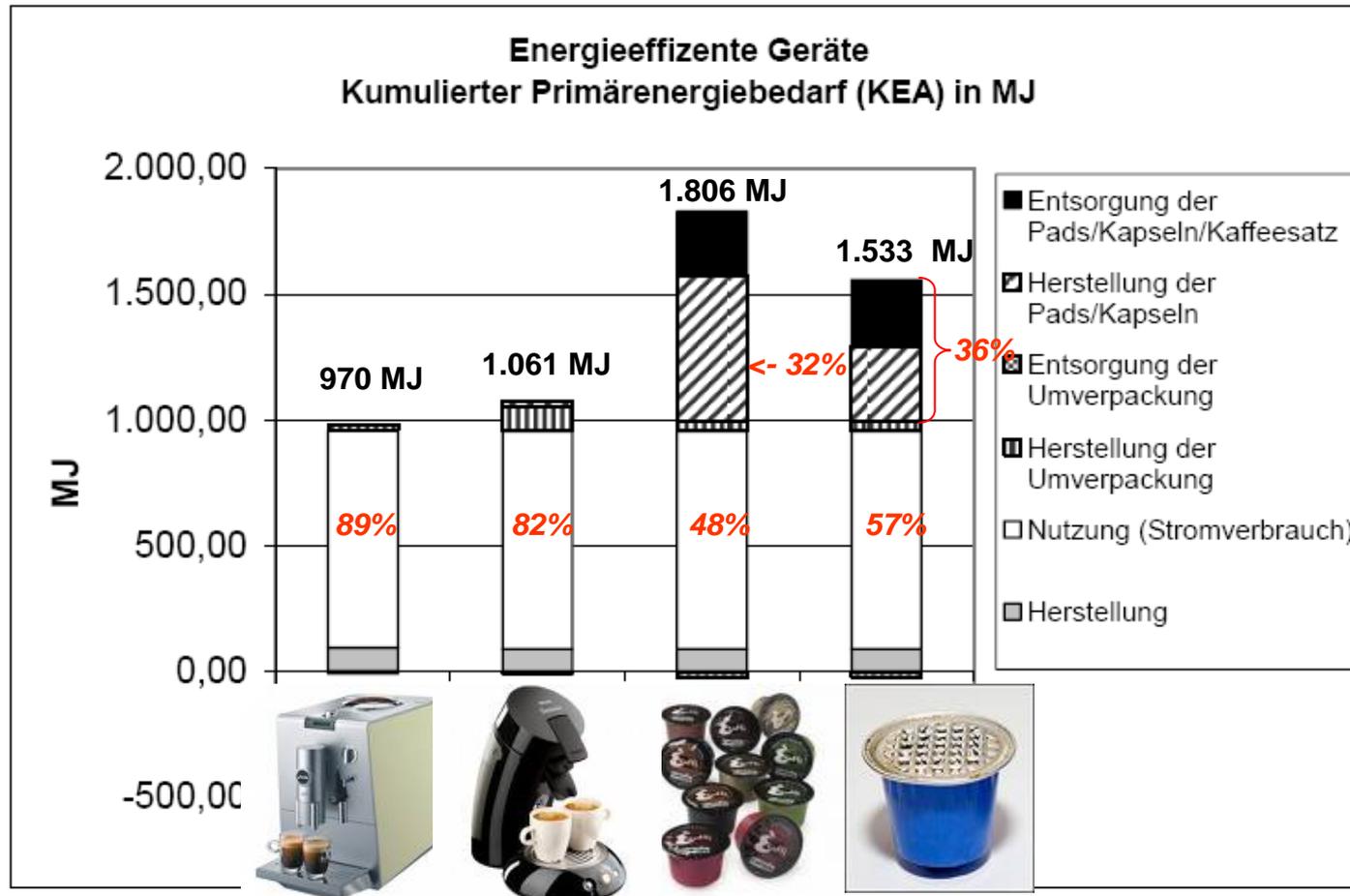
Treibhauspotential - Beispiel Vollautomat



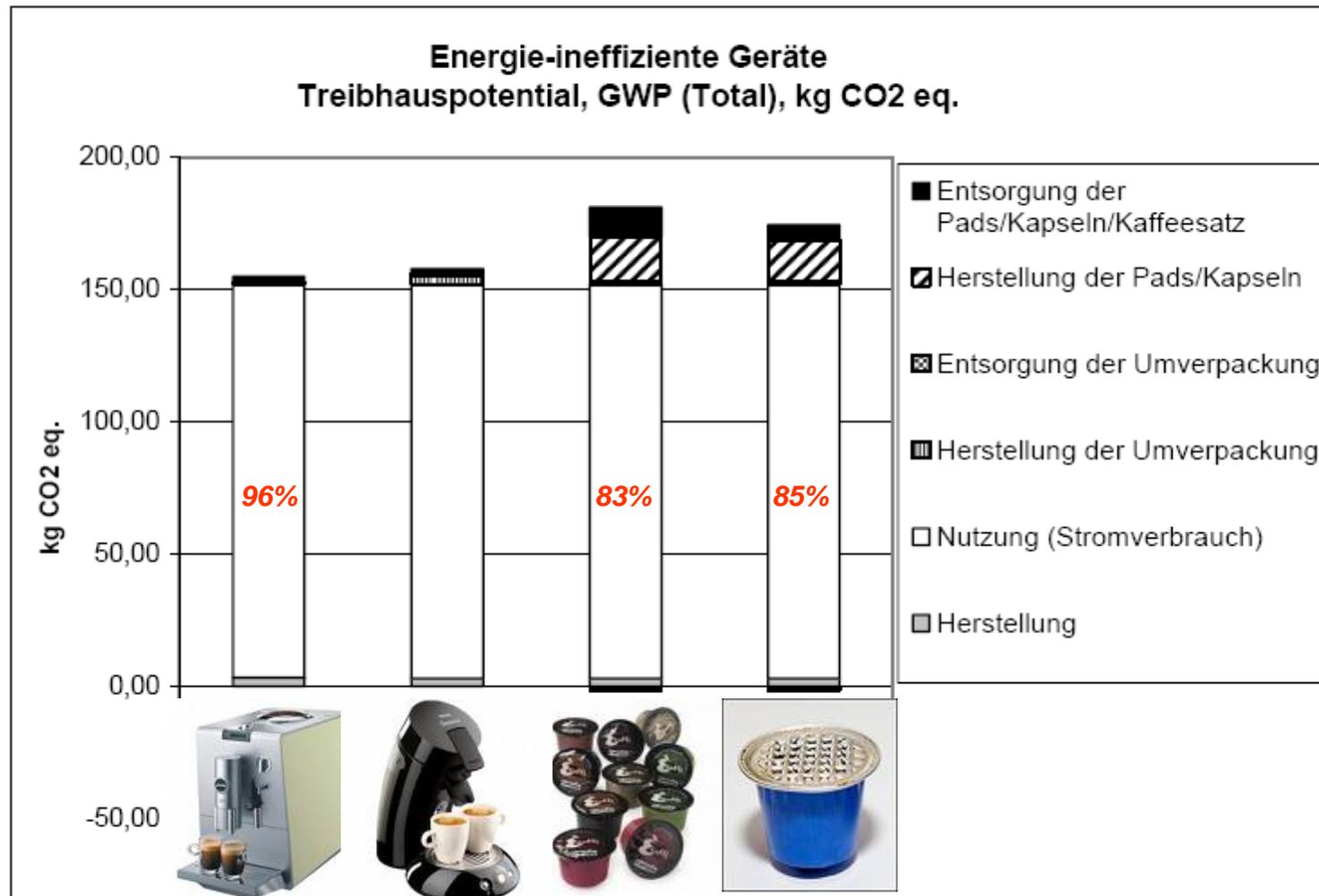
Treibhauspotential in kg CO₂-Äq. pro Jahr bei typischer Nutzung eines energieeffizienten Voll-, Pad- oder Kapselautomaten:



KEA in MJ pro Jahr bei typischer Nutzung eines energieeffizienten Voll-, Pad- oder Kapselautomaten:



Treibhauspotential in kg CO₂-Äq. pro Jahr bei typischer Nutzung eines energie-ineffizienten Voll-, Pad- oder Kapselautomaten:



Agenda

- Hintergrund
 - Ergebnisse PCF-Pilotprojekt
 - Der Blaue Engel – schützt das Klima
- Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen
- Modellierungsannahmen
- Ergebnisse
- **Schlussfolgerungen**

Vergabegrundlage für Umweltzeichen

Espressomaschinen / Kaffeemaschinen
mit hohem Druck

RAL-UZ 136



Ausgabe Juli2009

3.1 Energieverbrauch

Folgende Kriterien müssen eingehalten werden, um einen **niedrigen Energieverbrauch**

sicherzustellen:

- Das Gerät verfügt über eine **Auto-off-Funktion** („Abschaltautomatik“, „Energiesparmodus“ o. ä.), mit der die Bereitschaftsheizung nach einer einstellbaren Zeit automatisch in den Standby-Zustand oder den Aus-Zustand geschaltet wird.
- Die in der Werkseinstellung voreingestellte Verzögerungszeit der Abschaltautomatik darf für **Vollautomaten** und Siebträgermaschinen **maximal 1 Stunde** und für **Kapselautomaten** **maximal 30 Minuten** betragen.

Vergabegrundlage für Umweltzeichen

Espressomaschinen / Kaffeemaschinen
mit hohem Druck

RAL-UZ 136



Ausgabe Juli2009

- Die Leistungsaufnahme im **Standby-** (oder Sleep) Zustand nach der automatischen Abschaltung darf **1,0 W** nicht überschreiten.
- Das Gerät muss über einen für den Verbraucher zugänglichen **Netzschalter** verfügen, die Leistungsaufnahme im Aus-Zustand darf **maximal 0,3 W** betragen.
- Der **Energieverbrauch im Bereit-Zustand** bis zur automatischen Abschaltung darf für **Vollautomaten und Siebträgermaschinen 35 Wh** und für **Kapselautomaten 30 Wh** nicht überschreiten.

Vergabegrundlage für Umweltzeichen

Espressomaschinen / Kaffeemaschinen
mit hohem Druck

RAL-UZ 136



Ausgabe Juli2009

2 Geltungsbereich

- Maschinen mit Warmhalteplatten für die Tassen, bei denen die Tassen mit einer elektrischen Zusatzheizung warmgehalten werden, sind von dieser Vergabegrundlage ausgeschlossen.
- Ebenso sind professionelle Maschinen zur Verwendung im gewerblichen Bereich ausgeschlossen.
- **Ausgeschlossen sind ebenfalls Geräte**, die technisch so ausgelegt sind, dass mittels **Kapselcodierung eigens dafür vorgesehene Kapseln nur vom Gerätehersteller selbst oder solche aus einer Kooperation mit einem Kapselhersteller** eingesetzt werden können.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.oeko.de

www.pcf-projekt.de

www.blauer-engel.de

www.prosa.org



Zusammenfassung der Benefit-Analyse:

Nutzen	Produktspezifische Aspekte
Gebrauchsnutzen	
Leistung	portionsweise schnelle und einfache Zubereitung frischen Kaffees / Espressos
Zusatzleistungen	Einfache Zubereitung von Kaffeespezialitäten, wie z.B. Cappuccino, bei hohem Druck Espresso-zubereitung möglich
bedarfsgerecht	Individuelle Gestaltung und Anpassung des Kaffeekonsums
Convenience / Zeit	Bereitschaftsfunktion / Warmhaltung
Symbolischer Nutzen	
Äußere Erscheinung / Design / Geschmack etc.	Geräte in vielen verschiedenen Farben und Ausführungen erhältlich
Prestige / Status	Als Status-/ Luxussymbol in gehobener Preisklasse (vor allem Voll- und Halbautomaten)
Genuss / Vergnügen / Freude / Erlebnis	vorhanden
Gesellschaftlicher Nutzen	
Klimaschutz	Abschaltautomatik mit kurzer Verzögerungszeit, niedriger Stand-by-Verbrauch, gute Isolation des Boilers
Ressourcenschutz	portionsweise Zubereitung

Folgendes Nutzungsverhalten wurde angenommen:

- **Die Espressomaschine wird mit der Werkseinstellung betrieben.**
- **Espressomaschinen ohne Abschaltverzögerung werden in Privathaushalten 12h pro Tag in Bereitschaft belassen, restl. Zeit im Stand-by.**
- **Pro Jahr werden 2000 Tassen bezogen, pro Tasse 7 Gramm Kaffee -> Standard-Wert à 10 Wh, pro Jahr 20 kWh**
- **Pro Tasse werden 75 ml Wasser eingesetzt (Mix aus den Varianten Kaffee (125 ml) und Espresso (35 ml))**

Definition „Standby“

- bezeichnet einen Zustand, in dem das Gerät mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden ist, auf die Energiezufuhr aus dem öffentlichen Stromnetz angewiesen ist, um bestimmungsgemäß zu funktionieren, und **nur** folgende Funktionen zeitlich unbegrenzt bereitstellt:
 - **die Reaktivierungsfunktion oder die Reaktivierungsfunktion zusammen mit lediglich einer Anzeige, dass die Reaktivierungsfunktion aktiv ist, und/oder**
 - **Information oder Statusanzeige.**

-> Die Leistungsaufnahme des Geräts darf **1,00 W** nicht überschreiten.

Definition „Bereitschafts-Zustand“:

Zustand, in dem das Gerät ohne weitere Wartezeit bereit ist, auf Knopfdruck einen Kaffee zuzubereiten. Dieser Zustand wird auch als **Warmhaltung** bezeichnet. Die Leistungsaufnahme ist nicht konstant, d.h. während der Heizintervalle ist sie hoch, z.B. 1000 W, danach wieder tief.

Getroffene Annahmen zu den unterschiedlichen Kaffeebereitstellungssystemen:

Espressobohnen:

- Pro Jahr 14 kg Kaffee → 0,205 kg Verpackungsmaterial (1 Beutel à 14,62 g für je 1 kg Bohnen).
- Die Daten für den alubeschichteten Beutel als Verpackung der Espressobohnen und der Pads beruhen auf Hersteller-Angaben. Er setzt sich zusammen aus:
 - 76,67% Polyethylen (LDPE)
 - 19,9% aluminiumhaltigem Polyester (Aluminiumgehalt: 0,6%)
 - 3,42% Zwei-Komponenten (Polyurethane)-Kleber.
 - Schutzatmosphäre: diese wurde nicht mitberücksichtigt, da keine Messung möglich.

Pads:

- Annahme Gewicht Filterpapier pro Pad 0.2 g → 0,4 kg Filterpapier (Sulfatzellstoff)
- Pad-Umverpackung (pro Packung 18 Stück) → 111,11 Verpackungen à 9,33 g = 1,04 kg alubeschichteter Beutel (ohne Berücksichtigung der Schutzatmosphäre, da keine Messung möglich).

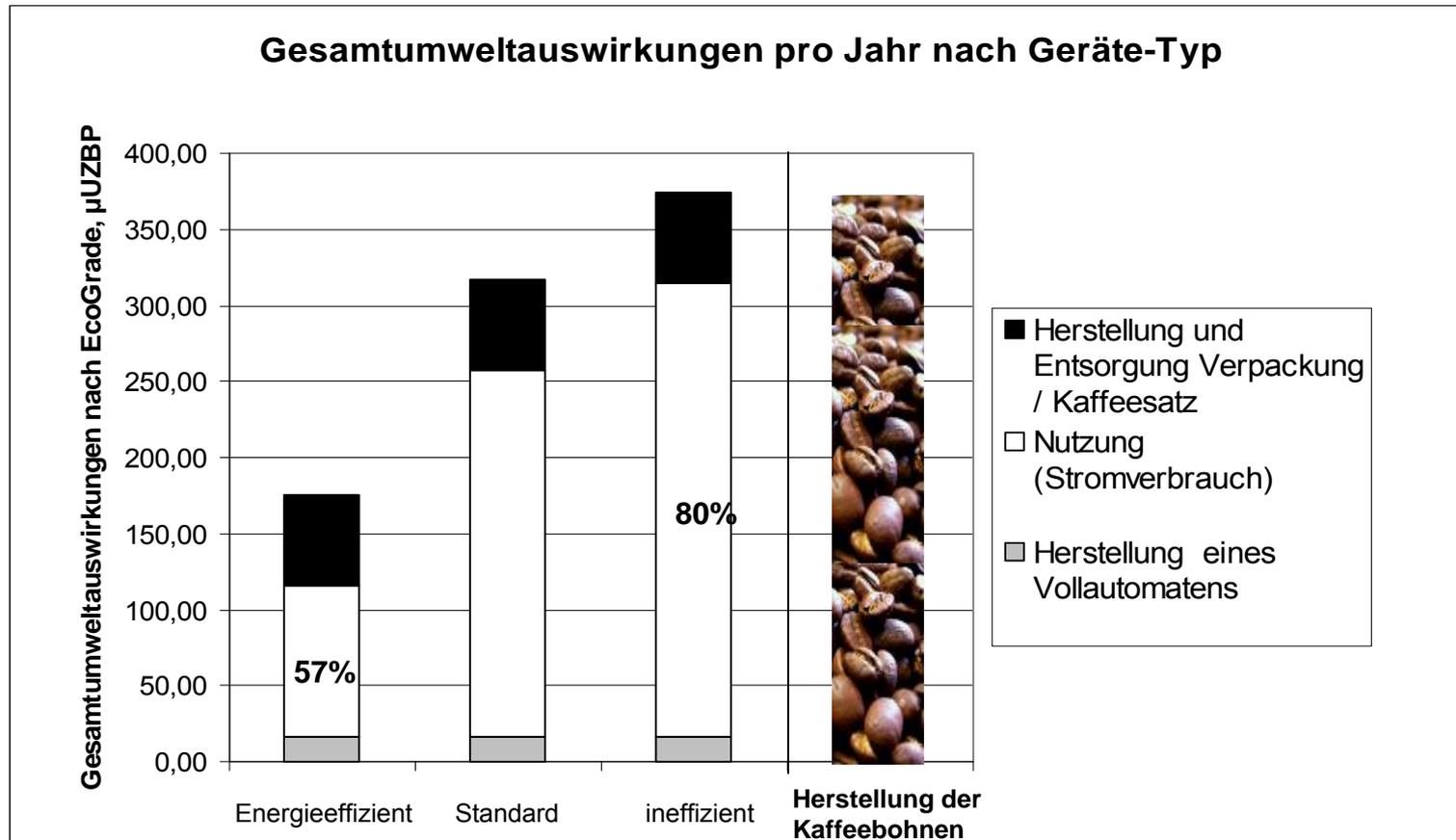
Kapseln (Aluminium):

- Gewicht pro Kapsel 1,13 g = 2,26 kg Aluminium

Kapseln (Kunststoffbehälter + Aluminiumdeckel):

- 1 Kapsel à 3,32 g Kunststoff und 0,3 g Aludeckel → 6,64 kg Kunststoff und 0,6 kg Alu. (Annahme für den Kunststoff Polypropylen, PP)
- Kapsel-Umverpackung: pro Packung durchschnittlich 13 Stück → 153,85 Verpackungen (Karton) à 22,8 g = 3,51 kg.

Gesamtumweltauswirkungen - Beispiel Vollautomat berechnet nach der EcoGrade-Methode des Öko-Instituts



Prozentualer Anteil der Nutzungsphase bei ineffizienten Geräten:

- **Kumulierter Primärenergiebedarf (KEA):** 74 -96%
- **Treibhauspotential (GWP):** 83 -96 %

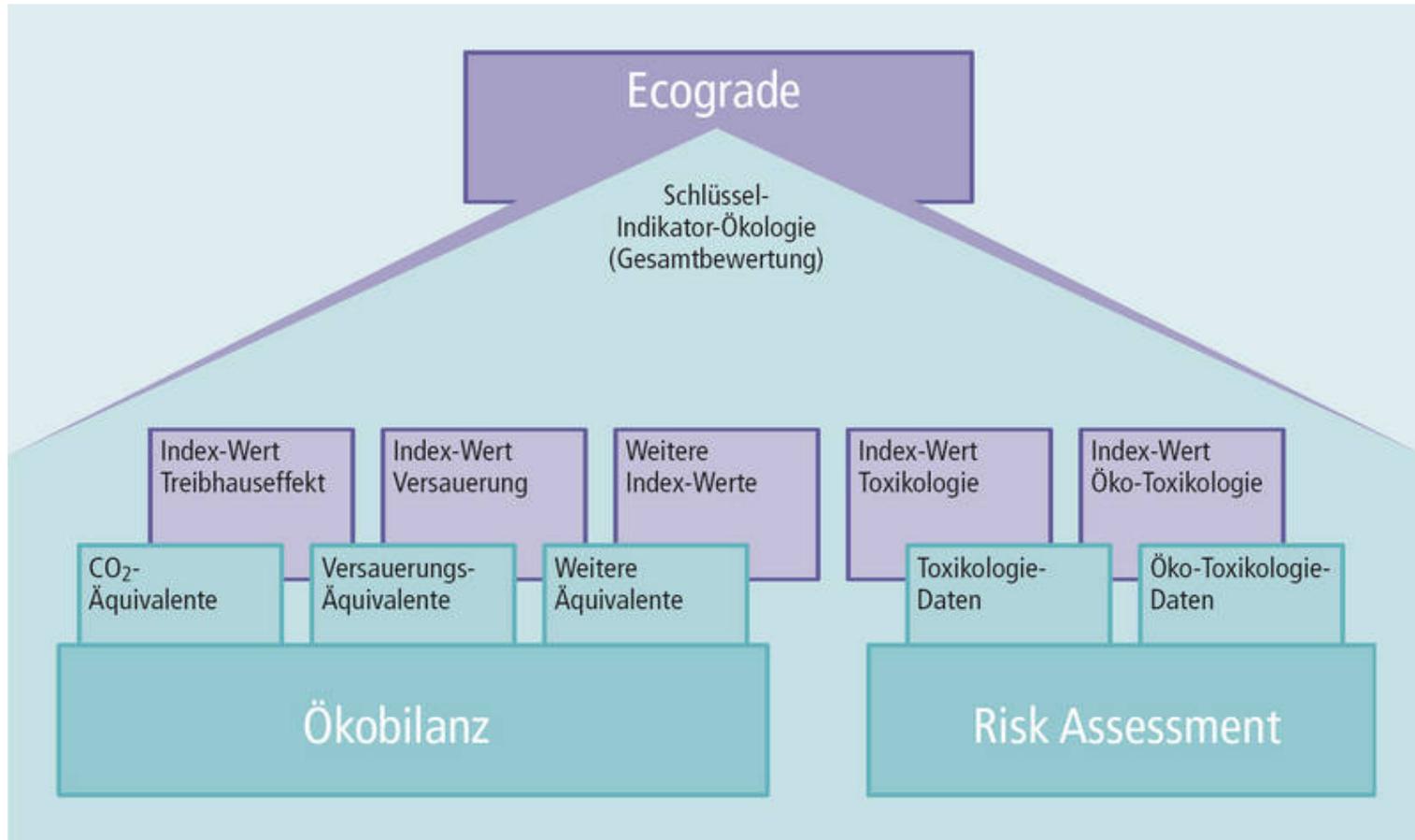
- **Versauerungspotential (AP):**
 - Voll-/Padautomaten: 86-90 %
 - Kapselautomaten : 66–69 %

- **Eutrophierungspotential (EP):**
 - Voll-/Padautomaten: 40-42%
 - Kapselautomaten: 76-78 %

- **Photochemische Oxidantienbildung (POCP):**
 - Voll-/Padautomaten: 86-89%
 - Kapselautomaten: 55-63%

EcoGrade-Bewertungsmodell:

- Die in der Ökobilanz erhobenen Umweltauswirkungen werden auf Basis gesellschaftlich festgelegter quantitativer Umweltzielen gewichtet.
- Jede Umweltauswirkung wird gemäß ihres Beitrags zu nationalen oder internationalen Umweltzielen in Umweltzielbelastungspunkte umgerechnet (UZBP).
- Je größer der Beitrag einer Alternative an den festgelegten Umweltzielen in einer bestimmten Kategorie ist, umso mehr Umweltzielbelastungspunkte erhält die Alternative.
- Eine Alternative erhält somit in jeder Wirkungskategorie eine bestimmte Punktzahl. Die Punkte können ohne weitere Gewichtung addiert werden.
- Je größer die Punktzahl, desto größer ist die Umweltbelastung.
- Wirkungskategorien, für die es noch keine quantitativen Umweltziele gibt, werden mit einer festgelegten prozentualen Gewichtung in das Gesamtergebnis aufgenommen.



Wirkungskategorie	Ziel	Zielwert (2010) = 1 Mio. UZBP	Resultierender Gewichtungsfaktor
Treibhauspotenzial	Kyoto Protokoll	9.90E+11 kg CO ₂ -Äqu	1 kg CO ₂ -Äqu. = 1,01 μUZBP
Versauerungspotenzial	UNECE* Protokoll	2.08E+09 kg SO ₂ -Äqu.	1 kg SO ₂ -Äqu. = 481 μUZBP
Eutrophierungspotenzial	UNECE Protokoll	5.00E+08 kg PO ₄ -Äqu.	1 kg PO ₄ -Äqu. = 2000 μUZBP
Sommersmog	UNECE Protokoll	5.50E+08 kg Ethen- Äqu.	1 kg Eth-Äqu. = 1820 μUZBP

**UNECE: United Nations Economic Commission for Europe:
 Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground_level Ozone*

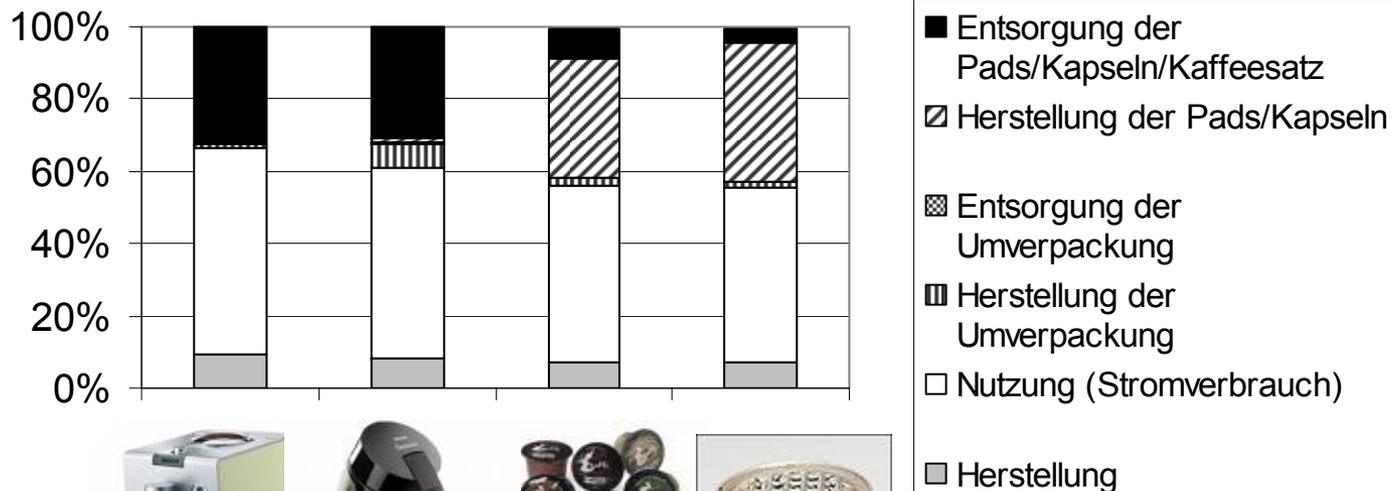
Gesamtumweltauswirkungen in UZBP = die Summe der Umweltzielbelastungspunkte für die obigen vier Wirkungskategorien

Vorteile von EcoGrade:

- Durch den Bezug auf externe Zielwerte wird die Relevanz einer bestimmten Umweltauswirkung bestimmt.
- Die Gewichtung unterschiedlicher Umweltbelastungen orientiert sich soweit wie möglich an gesellschaftlich gesetzten quantitativen Umweltzielen, so dass EcoGrade eine gesamtgesellschaftliche Bewertung spiegelt.
- Bei Bedarf können mit Hilfe von EcoGrade die Ergebnisse der einzelnen Wirkungskategorien zu einer einzigen Kennzahl (Einheit: Umweltzielbelastungspunkte UZBP) aggregiert werden. Dies ist insbesondere bei Ökoeffizienzanalysen und beim Vergleich vieler Einzelergebnisse von Vorteil.

Gesamtumweltauswirkungen energie-effizienter Geräte pro Jahr:

**Jährliche Gesamtumweltauswirkungen (%-Anteil)
 energieeffizienter Geräte**



Gesamtumweltauswirkungen energie-ineffizienter Geräte pro Jahr:

