

# Kühl- und Gefriergeräte als EcoTopTen-Produkte

**Produkt-Nachhaltigkeitsanalyse  
(PROSA) von Kühl- und  
Gefriergeräten und Ableitung von  
Kriterien für die EcoTopTen-  
Verbraucherinformationskampagne**

**– Zweite, korrigierte Fassung –**

Freiburg, 18. August 2006

**Autorin**

Ina Rüdener

**Öko-Institut e.V.**  
**Geschäftsstelle Freiburg**  
Postfach 500240  
D-79028 Freiburg  
**Tel.** +49 (0) 7 61 – 4 52 95-0  
**Fax** +49 (0) 7 61 – 4 52 95 88  
**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



Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01RP0401 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin.





## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Bedeutung des Produktfelds „Kühlen und Gefrieren“ in privaten Haushalten</b>	<b>2</b>
2.1	Marktsättigung	2
2.2	Ökologische Relevanz	3
<b>3</b>	<b>Beschreibung des Produktsystems</b>	<b>3</b>
3.1	Wirtschaft	3
3.1.1	Altersstruktur und Energieverbrauch im Bestand	3
3.1.2	Absatz nach Energieeffizienzklasse in 2004	5
3.2	Produkte	6
3.2.1	Geräteklassen, Bauarten und Typen	6
3.2.2	Lebensdauer	7
3.2.3	Neuentwicklungen und Ausstattungsmerkmale	7
3.3	Rechtliche Rahmenbedingungen/Regelwerke	11
3.3.1	Deutsches Umweltzeichen (Blauer Engel)	11
3.3.2	Euroblume	11
3.3.3	Energieetikettierung	12
3.3.4	WEEE und RoHS	14
3.4	Informelle Regelwerke	15
3.4.1	Test-Institute	15
3.4.2	Energy+	16
3.5	Umwelt und Gesundheit	17
3.5.1	Ökobilanz Kühl- und Gefriergeräte	17
3.5.2	Der Energiebedarf von Kühl- und Gefriergeräten während der Nutzungsphase	20
3.5.3	Leerlaufverluste	25
3.5.4	Kühl- und Schäumungsmittel	26
3.5.5	Der Einsatz von Vakuum-Isolations-Paneelen	26
3.6	Kosten	27
3.6.1	Investitionskosten	27
3.6.2	Stromkosten	28

3.6.3	Entsorgungskosten	28
3.6.4	Lebenszykluskosten der betrachteten Geräte	29
<b>4</b>	<b>Ableitung der EcoTopTen-Kriterien</b>	<b>31</b>
4.1	Hohe Qualität	31
4.2	Angemessener und bezahlbarer Preis	31
4.3	Ökologie	32
4.4	Unterstützung des umweltfreundlichen und Kosten sparenden Gebrauchs	32
4.5	Sozialverträglichkeit	33
4.6	Zusammenfassung der EcoTopTen-Kriterien	33
<b>5</b>	<b>EcoTopTen Flyer Kühl- und Gefriergeräte</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>Literatur</b>	<b>37</b>

## 1 Einleitung

Die Studie „Kühl- und Gefriergeräte als EcoTopTen-Produkte“ wurde im Rahmen der EcoTopTen-Initiative durchgeführt.

EcoTopTen ist eine Kampagne des Öko-Instituts zur Förderung von nachhaltigem Konsum und Produktinnovationen im Massenmarkt (vgl. ausführlich unter [www.ecotopten.de](http://www.ecotopten.de)). Die Kampagne wendet sich an anspruchsvolle Verbraucher und bietet Informationen und Marktübersichten über Produkte und Dienstleistungen. Im Fokus stehen dabei die EcoTopTen-Produkte. EcoTopTen-Produkte werden wie folgt definiert: hohe Qualität, angemessener und bezahlbarer Preis, ökologisch, sozialverträglich, Unterstützung eines umweltfreundlichen und Kosten sparenden Gebrauchs.

EcoTopTen konzentriert sich auf die für Umweltbelastung und Verbraucherkosten zehn wichtigsten Produktfelder (daher der Name EcoTopTen). Die zehn Produktfelder sind (1) Wohnen, (2) Mobil sein, (3) Essen & Trinken, (4) Kühlen, Kochen, Spülen, (5) Hose, Hemd & Co., (6) Wäsche waschen & trocknen, (7) Informieren & Kommunizieren, (8) Fernsehen & Co., (9) Strom beziehen sowie (10) Geld anlegen.

Die EcoTopTen-Kampagne wird durch ein Forschungsprojekt 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 Nachhaltigkeitsanalysen für ausgewählte Produktgruppen durchgeführt. Dabei wird die Methode PROSA – Product Sustainability Assessment eingesetzt (vgl. Grießhammer et al. 2004).

Aufbauend auf diesen Nachhaltigkeitsanalysen werden Kriterien für EcoTopTen-Produkte festgelegt. Anschließend werden mit Hilfe von Unternehmensabfragen die Produkte ermittelt, die den EcoTopTen-Kriterien entsprechen. Die EcoTopTen-Produkte werden im Rahmen der EcoTopTen-Kampagne (2005–2006) an die Verbraucher kommuniziert, wobei zum Vergleich auch typische Produkte am Markt vorgestellt werden, die nicht den EcoTopTen-Kriterien entsprechen. 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.

In der vorliegenden Untersuchung wird das Produktfeld „Kühlen und Gefrieren“ ausführlich dargestellt. Dazu gehört ein kurzer Überblick über den derzeitigen Markt an Kühl- und Gefriergeräten, über Produkteigenschaften, rechtliche und informelle Regelwerke, ökologische Auswirkungen und Kosten von Kühl- und Gefriergeräten. Anschließend werden Kriterien für EcoTopTen-Kühl- und Gefriergeräte abgeleitet.

## 2 Bedeutung des Produktfelds „Kühlen und Gefrieren“ in privaten Haushalten

### 2.1 Marktsättigung

Der Markt für Kühl- und Gefriergeräte kann in Deutschland als gesättigt bezeichnet werden. Laut Statistischem Bundesamt (2004) betrug der Ausstattungsgrad bei Kühlgeräten im Jahr 2003 nahezu 100 %, der Ausstattungsbestand<sup>1</sup> sogar 115 %. Bei Gefriergeräten ist der Ausstattungsgrad geringer und lag 2003 bei 66 % (Ausstattungsbestand: 74 %) (vgl. folgende Tabelle).

Tabelle 1 Ausstattungsgang und Ausstattungsbestand von Kühl- und Gefriergeräten

	1998	2003
Ausstattungsgrad je 100 Haushalte		
Kühlschrank (auch mit Gefrierfach)	99,0	98,8
Gefrierschrank, Gefriertruhe	77,4	66,0
Ausstattungsbestand je 100 Haushalte		
Kühlschrank (auch mit Gefrierfach)	111,4	115,3
Gefrierschrank, Gefriertruhe	85,4	73,7

Sowohl Ausstattungsgrad als auch Ausstattungsbestand von Gefriergeräten sind im Vergleich zu 1998 gesunken. Auch Daten aus ZVEI (2005) weisen auf diesen Rückgang hin. Bei Gefriergeräten ging die Marktsättigung von 67 % der privaten Haushalte in 1995 auf 54 % in 2005 zurück. Die Marktsättigung von Kühlgeräten liegt seit 2000 konstant bei 99 %.

Eine mögliche, allerdings nicht durch eine entsprechende Untersuchung belegbare Erklärung für diesen Rückgang an Gefriergeräten könnte die zunehmende Popularität von zweitürigen Kühl-Gefrierkombinationen sein, wodurch der Gebrauch eines separaten Gefriergeräts oft nicht mehr notwendig ist.

<sup>1</sup> Der Ausstattungsgrad bezeichnet die Anzahl der Haushalte, in denen ein bestimmtes Produkt vorhanden ist, bezogen auf die Gesamtzahl an Haushalten. Der Ausstattungsbestand bezieht die Anzahl der in den Haushalten vorhandenen langlebigen Gebrauchsgüter auf die Anzahl der Haushalte. Ein Ausstattungsbestand über 100 % bedeutet also, dass in einigen Haushalten mehrere Geräte vorhanden sind.



## 2.2 Ökologische Relevanz

Nach VDEW (2003) wird in Privathaushalten ca. 16,5 % des gesamten Strombedarfs von Kühl- und Gefriergeräten (zu nahezu gleichen Anteilen) verbraucht. Der jährliche Strombedarf für Kühlgeräte beträgt durchschnittlich 300 kWh für das Erstgerät und 205 kWh für das Zweitgerät. Bei Gefriergeräten verbraucht das Erstgerät durchschnittlich 355 kWh, das Zweitgerät 420 kWh Strom pro Jahr (VDEW 2003). Mit jeweils rund 8 % sind die Kühl- bzw. Gefriergeräte, zusammen mit der elektrischen Warmwasserbereitstellung im Bad (8,5 %), die größten Einzelposten beim Stromverbrauch im privaten Haushalt.

Quack und Rüdenauer (2004) errechneten, dass das Produktfeld „Küche“ (das die Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Kühl- und Gefriergeräten, von Geschirrspülmaschinen und von Herden umfasst) am **Primärenergieverbrauch** des bundesdeutschen, statistischen Durchschnittshaushalts etwa 7 % ausmacht, am Treibhauspotenzial etwa 6 %. Kühlgeräte tragen hierzu wiederum zu knapp einem Viertel, Gefriergeräte zu 30 % bei. Kühl- und Gefriergeräte haben damit also zusammen einen Anteil von knapp 4 % am Primärenergieverbrauch und rund 3 % am Treibhauspotenzial privater Haushalte.

Die geringeren Werte für den Anteil am Primärenergieverbrauch und Treibhauspotenzial im Vergleich zum Anteil am Stromverbrauch sind darauf zurückzuführen, dass bei diesen Indikatoren auch andere Energieträger, wie z.B. Heizöl oder Gas, mit beteiligt sind.

## 3 Beschreibung des Produktsystems

### 3.1 Wirtschaft

#### 3.1.1 Altersstruktur und Energieverbrauch im Bestand

Nach GfK (2004) sind in Deutschland 34 % aller Kühlschränke im Bestand (inklusive Kühl-Gefrierkombinationen) 10 Jahre alt oder älter. Bei Gefrierschränken und -truhen sind dies sogar 41 %. Die folgenden Abbildungen geben einen Überblick über die Altersverteilung von Kühl- und Gefriergeräten im Bestand. Die prozentualen Angaben sind kumulierte Werte, d.h. der Wert für 1995 in Abbildung 1 (46 %) bedeutet beispielsweise, dass 46 % aller Kühlgeräte in oder vor 1995 gekauft wurden (und damit am 1.1.2004 (Stand der Erhebung) acht Jahre oder älter waren).

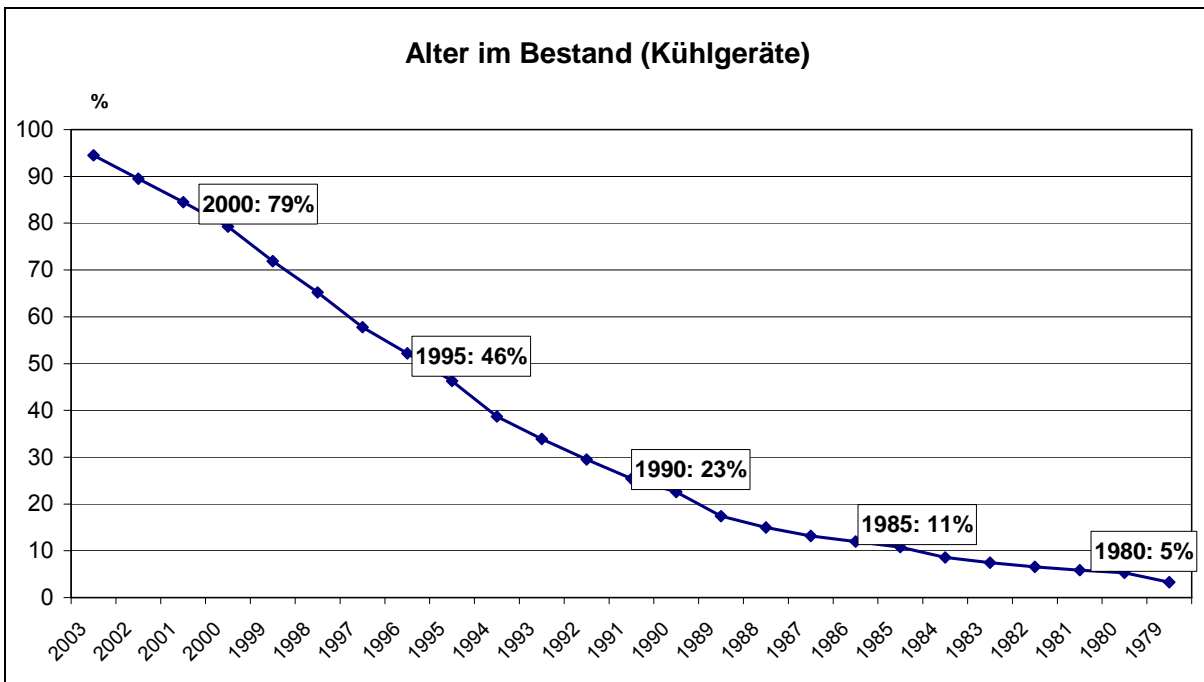


Abbildung 1 Alter von Kühlgeräten im Bestand

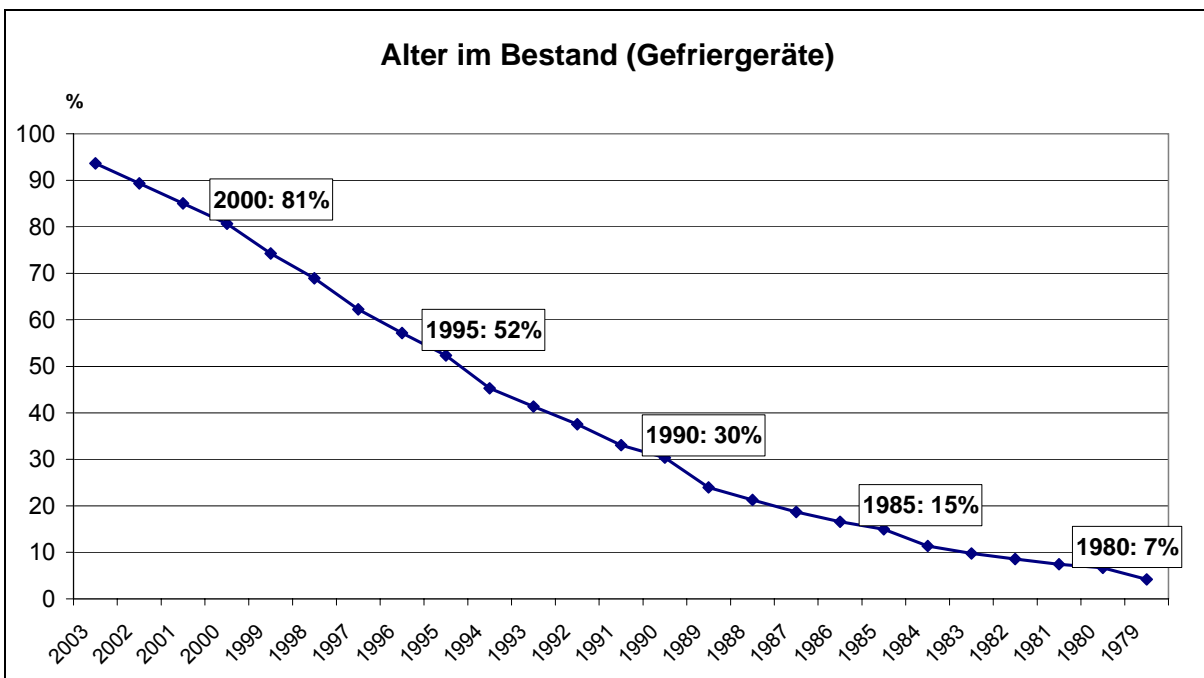


Abbildung 2 Alter von Gefriergeräten im Bestand

Der durchschnittliche Verbrauch von Kühl- und Gefriergeräten in Deutschland hat sich zwischen 1980 und 2005 je nach Gerätekategorie um etwa 60 % verringert. Hatte im Jahr 1980 ein durchschnittlicher Kühlschrank mit einem Kühlvolumen von 155 Litern noch jährlich 360 kWh verbraucht, so verbraucht ein heute typischer Kühlschrank (ohne Sternefach) der gleichen Größe der Energieeffizienzklasse A nur noch 154 kWh pro Jahr. Ein entsprechendes Gerät der Energieeffizienzklasse A++ verbraucht sogar nur noch 84 kWh pro Jahr.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Entwicklung des Energieverbrauchs pro 100 Liter Nutzvolumen und Jahr für vier verschiedene Kühlgerätekategorien. Die Zahlen für die Jahre 1980 bis 2000 sind aus Daten von Bosch/Siemens/Hausgeräte (BSH 2005a) und CECED (n.d.) abgeleitet, die Zahlen für die verschiedenen Energieeffizienzklassen sind berechnet (vgl. Rüdener und Gensch 2005)

Tabelle 2      Durchschnittlicher Energieverbrauch von Kühl- und Gefriergeräten pro 100 Liter Nutzinhalt und Jahr in kWh differenziert nach Baujahr bzw. Energieeffizienzklasse (Rüdener und Gensch 2005)

Baujahr	1980	1985	1990	1995	2000	2005 (A)	2005 (A+)	2005 (A++)
Kühlschränke (ohne Sternefach)	232	213	194	161	135	100	76	54
Kühl-Gefrierkombinationen	262	210	207	166	148	115	88	63
Gefrierschränke	368	300	279	263	247	155	118	84
Gefriertruhen	279	216	200	184	163	138	106	75

Die Zahlen zeigen deutlich, dass durch den Ersatz eines alten Geräts, je nach Alter und Größe, mehrere hundert Kilowattstunden Strom im Jahr gespart werden können.

### 3.1.2 Absatz nach Energieeffizienzklasse in 2004

Folgende Abbildung zeigt den Anteil verkaufter Kühl- und Gefriergeräte differenziert nach Gerätekategorie und Energieeffizienzklasse (BSH 2005 b).

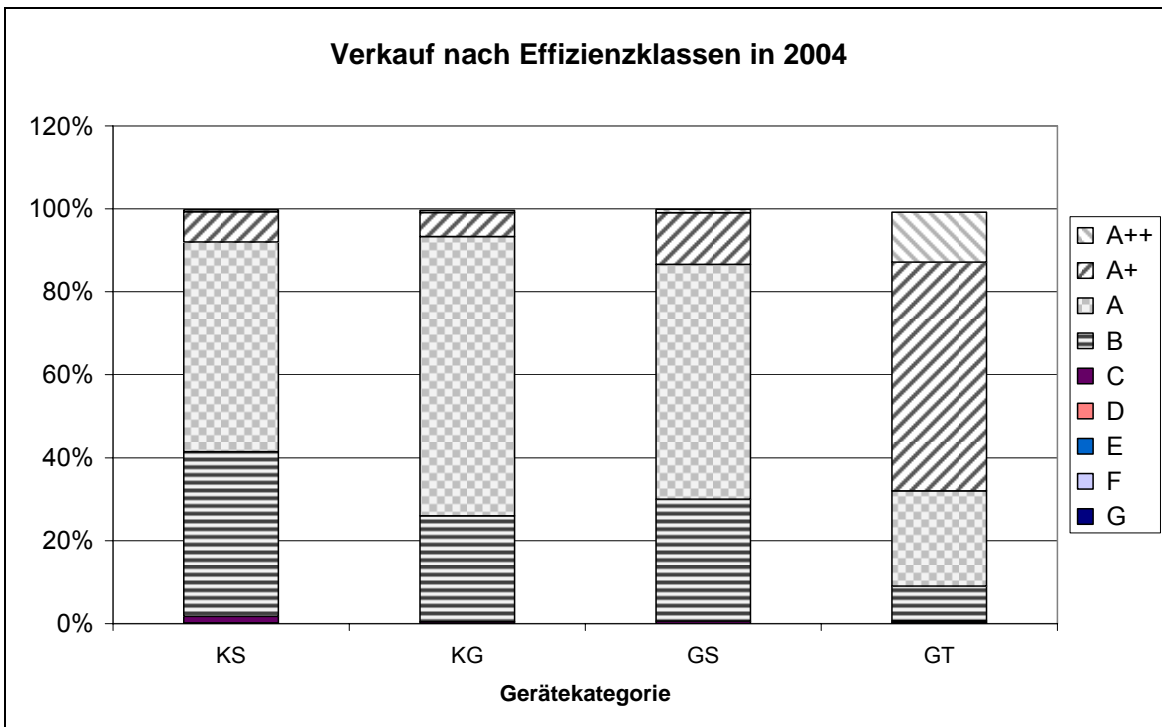


Abbildung 3 Anteil verkaufter Kühl- und Gefriergeräte differenziert nach Gerätekategorie und Energieeffizienzklasse

Bei Kühlschränken, Kühl-Gefrierkombinationen und Gefrierschränken werden am häufigsten Geräte der Energieeffizienzklasse A (50 bis 70 %). Es werden jedoch noch immer erhebliche Mengen an B-Geräten verkauft (25 bis 40 %). Nur 6 bis 13 % der Geräte gehören der Effizienzklasse A+ oder A++ an. Geräte der Klasse C oder schlechter machen nur etwa 1 bis 2 % aus.

Bei Gefriertruhen ist die Entwicklung schon weiter. Hier ist A+ mit 55 % die meistverkaufte Energieeffizienzklasse. Geräte der Klasse A und B machen jedoch immer noch etwa ein Drittel aus. Der Anteil an Geräten der Klasse C oder schlechter ist mit nur etwa 1 % sehr gering.

### 3.2 Produkte

#### 3.2.1 Geräteklassen, Bauarten und Typen

Kühl- und Gefriergeräten können in folgende Geräteklassen gegliedert werden:

- Kühlgeräte ohne Gefrierfach: reine Kühlfunktion, z.T. bis minimal 0°C.
- Kühlgeräte mit Gefrierfach (\* bis \*\*\*\*-Fach)
- Kühl-Gefrier-Kombinationen: die Bereiche zum Kühlen und zum Gefrieren sind separat zugänglich.

- Gefrierschränke
- Gefriertruhen.

Von jeder Bauart gibt es Geräte in unterschiedlichen Größen (Nutzvolumen).

Die Geräte lassen sich zusätzlich noch nach Bauart einteilen: so werden Stand- und Einbau- und Unterbaugeräte unterschieden. Standgeräte sind in Höhe und Breite nicht begrenzt und können an einem beliebigen Platz frei aufgestellt werden. Einbaugeräte sind in der Höhe variabel, jedoch durch die Breite der Küchennische seitlich begrenzt – die Nischenbreite ist in der Regel 60 cm. Unterbaugeräte sind für den Einbau unter der Küchenarbeitsplatte geeignet. Das bedeutet, dass sie eine abnehmbare Arbeitsplatte haben und dann 82 cm hoch sind.

Im Rahmen der EcoTopTen-Kampagne erscheint es sinnvoll, die Geräte in folgende vier Hauptklassen zu unterteilen:

- Kühlschränke (eintürig, mit und ohne Sternefach) (KS)
- Kühl-Gefrierkombinationen (zweigtürig) (KG)
- Gefrierschränke (GS)
- Gefriertruhen (GT)

Eine weitere Einteilung von Kühl- und Gefriergeräten ist die nach Klimaklassen. In Europa sind vor allem die Klasse N (normal) und SN (erweitert normal) relevant. Weitere Klimaklassen sind ST (Subtropen) und T (Tropen). Die Klimaklassen geben an, in welcher Umgebungstemperatur das Gerät optimal funktioniert. Wird das Gerät bei abweichenden Umgebungstemperaturen betrieben, können starke Abweichungen im Stromverbrauch, aber auch in der Innenraumtemperatur auftreten (vgl. Nipkow 2002).

### **3.2.2 Lebensdauer**

Wie die Alterstruktur im Bestand zeigt, gab es im Jahr 2003 noch 5 bis 7 % an Geräten, die in oder vor 1980 gekauft wurden, also über 23 Jahre alt waren. Nach GfK 2003 betrug in 2003 das durchschnittliche Alter des Altgeräts beim Kauf eines neuen Kühlgeräts 14 Jahre, bei Kauf eines neuen Gefriergeräts 17 Jahre.

Die Lebensdauer ist im Gegensatz zu Waschmaschinen oder Spülgeräten weitgehend unabhängig von der Haushaltsgröße, da nicht von der „Nutzungshäufigkeit“ abhängig.

### **3.2.3 Neuentwicklungen und Ausstattungsmerkmale**

Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über (Neu-)Entwicklungen und Ausstattungsmerkmale von Kühl- und Gefriergeräten, die im weitesten Sinn für den Stromverbrauch relevant sind / sein können.

### 3.2.3.1 No-frost-Funktion, Abtauautomatik

Bei Geräten mit No-frost-Funktion oder Abtauautomatik wird mit Hilfe eines Ventilators die Innenluft einem Verdampfer zugeführt und die Luftfeuchtigkeit aus dem Gefrier-/Kühlraum abgeleitet. Eis und Reif werden in regelmäßigen Abständen automatisch aufgetaut und abgeleitet. Solche Geräte verbrauchen etwas mehr Energie als ein Gerät der gleichen Energieeffizienzklasse ohne diese Funktion. Allerdings haben sie den Vorteil, dass keine Eisschichten an den Innenwänden oder Türen entstehen können, bei denen der Stromverbrauch massiv ansteigen kann.

### 3.2.3.2 Antibakterielle Ausstattung der Kühlschranks-Innenwände

Die antibakterielle Ausstattung der Kühlschranks-Innenwände soll helfen, Schimmelbildung und sonstige Verderbnis zu verhindern. Hierzu werden silberhaltige Verbindungen in die Kunststoff-Innenwände eingearbeitet.

Die Sinnhaftigkeit wird von einigen Experten bestritten, da eine antibakterielle Wirkung nur direkt an der Oberfläche der Innenwände nachgewiesen werden kann.<sup>2</sup> Bereits bei Lebensmittelresten, die sich auf dem Kunststoff befinden und eine gewisse Dicke aufweisen, ist an der dem Kunststoff abgewandten Seite keine entsprechende Wirkung mehr vorhanden. Auch die Haltbarkeit von Lebensmitteln, die in ihrer jeweiligen Verpackung im Kühlschrank gelagert werden, wird von der antibakteriellen Ausstattung nicht beeinflusst.

### 3.2.3.3 0°C-Zone

Eine spezielle 0°C-Zone im Kühlschrank soll die Haltbarkeit verschiedener Lebensmittel bzw. der darin enthaltenen Mineralien und Vitamine verlängern.

### 3.2.3.4 Direkte Stromsparfunktionen

- Energiesparschaltung: Ist die Gefriertruhe nur halb gefüllt, kann der Temperaturregler auf Sparschaltung gestellt werden. Die Gefrierleistung bleibt voll erhalten, der Energieverbrauch wird um ca. 15 % reduziert.
- Urlaubsprogramm: Das Energiesparprogramm für die Urlaubszeit wird eingeschaltet, wenn man für längere Zeit nicht zu Hause ist, die Lebensmittel aber sicher gekühlt und gefroren sein sollen. Das Gerät taut nun nicht so oft ab wie bei Normalbetrieb, was Energie spart.

---

<sup>2</sup> Vgl. <http://www.strathmann.de/sag/public/news/data/20021028.php>; zuletzt besucht am 27.07.2005.

- Gefrierraumteiler: Bei manchen Gefrierschränken ist die Größe des Gefrierraumes durch den Einsatz einer Isolationsplatte variabel einstellbar. So kann Strom gespart werden, wenn der unterhalb liegende Gefrierraum nicht benötigt wird.
- Separate Regler für Kühl- und Gefrierteil: Bei Kühl-Gefrierkombinationen kann bei Vorhandensein eines separaten Reglers für Kühl- und Gefrierteil der Kühlteil bei längerer Abwesenheit (z.B. im Urlaub) einfach ausgeschaltet werden, während der Gefrierteil weiterarbeitet.

### 3.2.3.5 Warnsysteme

- Zu hohe Temperatur: Gefriergeräte können bei einem Anstieg der Innenraumtemperatur entweder optische oder akustische Warnsignale geben. Einige Geräte sind mit einem "Nachrichtensender" ausgestattet, dessen Empfangsteil meldet, wenn die Temperatur im Innenraum des Gefrierteils unzulässig ansteigt.
- Offene Türen: Es gibt auch Gefrierfachtüren, die einen optischen Warnhinweis (z.B. roten Punkt) geben, wenn die Gefrierfachtür nicht richtig verschlossen ist. Bei anderen Geräten schaltet sich eine visuelle und akustische Anzeige ein, wenn eine Tür länger als drei Minuten nicht fest geschlossen wurde.

### 3.2.3.6 Isolierung

- Vakuumisolierungen: sind dünner als Isolierungen mit geschäumten Kunststoffen. Dadurch bieten sie bei gleichem Stromverbrauch mehr Nutzinhalt gegenüber Geräten mit einer Isolierung aus geschäumten Kunststoffen.
- Türdichtungen: spezielle Türdichtungen aus kleinsten Magneten, garantieren sehr gute Rundumdichtung. Ab einem bestimmten Öffnungswinkel schließen die Türen selbsttätig.

### 3.2.3.7 Innenraumgestaltung

- Ausziehbare Glasplatten: Die Glasplatten sind auf Teleskopschienen ausziehbar und machen so jedes Lebensmittel schnell und bequem zugänglich. Das erhöht die Convenience und ermöglicht kürzere Öffnungszeiten.
- Drehbares Rondell: Zum Befüllen und Entnehmen kann das viergeteilte Rondell ausgezogen werden. Durch den besonderen Drehmechanismus kommt man außerdem leicht an jedes abgeteilte Fach.
- Gemüse-Schublade mit Raumteiler bzw. variabler Trennwand: Rollengeführte Schublade, die mit einem Raumteiler ausgestattet ist, der es ermöglicht, die sich gegenseitig beeinträchtigenden Obst- und Gemüsesorten für eine längere Haltbarkeit getrennt voneinander zu lagern.

### **3.2.3.8 Einfrier- bzw. Abkühlautomatik**

Spezielle Automatik-Programme senken die Innentemperatur des Kühlschranks oder des Gefriergeräts vorübergehend ab. Dies kann entweder ein vorgegebener Zeitraum (z.B. 6 Stunden) sein oder so lange, bis der Einfriervorgang abgeschlossen ist. Anschließend schaltet das Gerät wieder auf Normalbetrieb um. Durch das schnellere Einfrieren soll die Konsistenz der Lebensmittel nach dem Auftauen erhalten bleiben. Auch bereits gekühltes oder tief gefrorenes Kühl-/Gefriergut wird durch das Einlegen von Lebensmitteln mit Raumtemperatur nicht unnötig erwärmt. Diese Funktionen erhöhen allerdings den Stromverbrauch.

### **3.2.3.9 Exakte Temperaturregelung / -einstellung**

Die Temperatur ist elektronisch gradgenau einstellbar. Diese präzise Regelung soll für verbesserte Temperatureinhaltung sorgen und so für mehr Sicherheit bei geringerem Energieverbrauch.

### **3.2.3.10 Elektronische Dialogdisplays**

Außen angebrachte Displays zeigen z.B. die Innenraumtemperatur an (sowohl des Kühlteils als auch des Gefrierteils, z.T. über hausinterne Datenverbindungen (so genannte Bussysteme) sogar die eines weiteren separaten Geräts). Des Weiteren stehen allgemeine Informationen (z.B. zu Lagerdauer, Haltbarkeit oder dem optimalen Aufbewahrungsort von Lebensmitteln) zur Verfügung, es können bestimmte Funktionen aufgerufen werden (z.B. Einfrier- bzw. Abkühlautomatik) oder es werden Warnhinweise angezeigt.

### **3.2.3.11 "Smart Home"**

Mitte der 1990er wurden so genannte „Intelligente Kühlschränke“ entwickelt. Diese haben u.a. folgende Besonderheiten gegenüber herkömmlichen Kühlschränken:

- Kühlschränke sind mit der Hauselektronik vernetzt,
- Internetanbindung möglich,
- Bestellung von Waren über Touchscreen möglich,
- Automatische Nachbestellung von Waren, deren Verfallsdatum abgelaufen ist,
- Kühlschrank schlägt Rezepte unter Berücksichtigung seines Inhalts vor,
- Fernsteuerung der Kühlschrankeigenschaften per UMTS-Handy möglich.

Mittlerweile gibt es „Multimedia“-Kühlgeräte, mit integriertem Fernseher oder HiFi-Anlage, der Möglichkeit der Fernsteuerung per Handy oder der Anzeige der Temperatur eines separaten Gefriergeräts (das z.B. im Keller steht) auf dem elektronischen Display des Kühl-/Gefriergeräts in der Küche.



### 3.3 Rechtliche Rahmenbedingungen/Regelwerke

#### 3.3.1 Deutsches Umweltzeichen (Blauer Engel)

Auf deutscher Ebene können Produkte, die im Vergleich zu anderen Produkten mit demselben Gebrauchszweck besonders umweltfreundlich sind, mit dem Umweltzeichen (dem so genannten „Blauen Engel“) ausgezeichnet werden.<sup>3</sup>

Noch bis 2003 gab es einen Blauen Engel für Kühl- und Gefriergeräte, das Label wurde jedoch zurückgezogen.

Zentrale Kriterien waren (vgl. Blauer Engel 2003):

- Keine Verwendung von halogenorganischen Stoffen bei der Herstellung des Kältemittels, des Schmiermittels des Kältemittelverdichters und der Wärmedämmung,
- Energieeffizienzklasse A,
- Anforderungen bzgl. der eingesetzten Kunststoffe,
- Kennzeichnung über Kältemittel und Art der Dämmung muss vorhanden sein,
- Gebrauchsanweisung muss Hinweise zum Aufstellort enthalten.

#### 3.3.2 Euroblume

Das europäische Pendant zum Blauen Engel ist die Euroblume.<sup>4</sup>

Entsprechend der in 2004 überarbeiteten Kriterien (Umweltzeichen 2004) müssen folgende Kriterien zu Energieverbrauch, Leistung, Geräuschemissionen, Verwendung von Ozon abbauenden Substanzen etc. erfüllt sein:

- Energieeinsparung: Geräte müssen der Energieeffizienzklasse A+ oder A++ angehören
- Reduzierung des Ozonabbaupotenzials von Kälte- und Treibmitteln: Kälte- und Treibmittel müssen das ODP „Null“ haben (FCKW und H-FCKW sind bei neuen Geräten nicht zulässig)
- Reduzierung des Treibhauspotenzials von Kälte- und Treibmitteln: Kälte- und Treibmittel dürfen ein GWP (100) von höchstens 15 haben (in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten)
- Verlängerung der Lebensdauer: Garantie der Ersatzteilversorgung für einen Zeitraum von 12 Jahren nach Einstellung der Produktion.

---

<sup>3</sup> siehe [www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de).

<sup>4</sup> siehe [www.europa.eu.int/comm/environment/ecolabel/index\\_en.htm](http://www.europa.eu.int/comm/environment/ecolabel/index_en.htm), [www.eco-label.com](http://www.eco-label.com).

- Rücknahme und Recycling:
  - Hersteller muss das Gerät kostenlos zur Wiederverwertung zurücknehmen,
  - Leichte Zerlegbarkeit (inkl. Zerlegungsbericht),
  - Dauerhafte Werkstoffkennzeichnung von Kunststoffteilen über 50 g,
  - Verbot bestimmter Flammschutzmittel,
  - Art des Kälte- und Treibmittel müssen auf dem Gerät angegeben werden.
- Betriebsanleitung: Gebrauchsanleitung muss beiliegen und Hinweise für umwelt-schonende Nutzung enthalten:
  - Aufstellort,
  - Thermostateinstellung,
  - Keine warme Speisen einstellen,
  - Keine Eisschicht auf Verdampfer,
  - Erneuerung der Türdichtung,
  - u.ä.
- Geräuschpegel: Geräuschemissionen dürfen 40 dB(A) nicht überschreiten
- Verpackung: Verpackungsbestandteile müssen leicht trennbar sein, Pappe muss zu mindestens 80 % aus wieder verwerteten Altstoffen bestehen.

Derzeit (Stand: Juli 2005) gibt es nur *eine* mit der Euroblume ausgezeichnete Kühl-Gefrierkombination.

### 3.3.3 Energieetikettierung

Seit dem 1. Januar 1998 müssen in Deutschland stromintensive Haushaltsgeräte (darunter auch Kühl- und Gefriergeräte) mit dem Energielabel gekennzeichnet sein. Grundlage hierfür bildet das Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz (EnVKG) und die Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung (EnVKV), als nationale Umsetzung europäischer Richtlinien (EU RAT 1992, COM 1994, COM 2003).

Die Kühl- und Gefriergeräte werden in folgende Klassen aufgeteilt:

- Kühlgeräte
- Geräte mit Kühlfach und Kellerfach
- Kühlgeräte ohne Stern
- \*- Kühlgeräte
- \*\*- Kühlgeräte
- \*\*\*- Kühlgeräte
- \*(\*\*\*)- Kühl-Gefriergeräte

- Gefrierschränke
- Gefriertruhen
- Mehrtürige oder andere Geräte

Auf dem Energieetikett werden vor allem Angaben zum Energieverbrauch des ausgezeichneten Geräts gemacht. Der Energieverbrauch der Haushaltsgeräte wird in neun Kategorien eingeteilt (A++, A+ und A bis G)<sup>5</sup>. Die Einteilung erfolgt mit Hilfe des Energieeffizienzindex, den ein Gerät erreicht. Dieser ist der tatsächliche jährliche Energieverbrauch des Geräts geteilt durch den jährlichen Standardenergieverbrauch eines durchschnittlichen Geräts. Der Standardenergieverbrauch errechnet sich aus Anzahl, Art und Größe der Kühlfächer und deren Auslegungstemperatur und gibt damit einen bestimmten Referenzenergieverbrauch an.

Derzeit gelten die in folgender Tabelle angegebenen Indizes für den Energieverbrauch von Kühl- und Gefriergeräten. Der (zum Zeitpunkt der Einführung der Klassifizierung) durchschnittliche Energieverbrauch liegt hierbei definitionsgemäß bei 100 % (Klasse D).

Tabelle 3 Grenzwerte für den Energieverbrauch der Energieeffizienzklassen für Kühl- und Gefriergeräte

Index der Energieeffizienz ( $I_{\alpha}$ )	Energieeffizienzkategorie
$I_{\alpha} \leq 30$	A++
$30 \leq I_{\alpha} < 42$	A+
$42 \leq I_{\alpha} < 55$	A
$55 \leq I_{\alpha} < 75$	B
$75 \leq I_{\alpha} < 90$	C
$90 \leq I_{\alpha} < 100$	D
$100 \leq I_{\alpha} < 110$	E
$110 \leq I_{\alpha} < 125$	F
$125 \leq I_{\alpha}$	G

<sup>5</sup> Die Klassifizierung umfasste ursprünglich lediglich die Klassen A bis G (COM 1994). Da der Marktanteil der Geräte, die der Energieeffizienzklasse A angehören, jedoch sehr schnell angestiegen ist und dadurch in einigen Ländern nur noch eine geringe Differenzierung der erhältlichen Geräte resultierte, wurden zum 1. Juli 2003 bei Kühl- und Gefriergeräten zwei zusätzliche Klassen (A+ und A++) eingeführt (als Interimslösung bis eine umfassende Überarbeitung der Energieetikettierungsklassen erfolgt) (COM 2003).

Neben der Energieeffizienzklasse müssen auf dem Etikett noch folgende Angaben gemacht werden:

- Angabe, ob das Gerät mit der Euroblume ausgezeichnet ist,
- absoluter Energieverbrauch in kWh pro Jahr,
- Nutzinhalt,
- Geräuschpegel (Die Angabe des Geräuschpegels ist erst ab 80 dB(A) verpflichtend, was bei Kühl- und Gefriergeräten praktisch nicht vorkommt. Da die Messung aufwändig ist, werden daher häufig keine freiwilligen Angaben zum Geräusch gemacht).

Die Einführung zusätzlicher Energieeffizienzklassen führte dazu, dass im Gegensatz zu allen anderen Haushaltsgeräten, die Energieeffizienzklasse A nicht mehr die sparsamsten Geräte auf dem Markt kennzeichnet. Geräte, die die Energieeffizienzklasse A++ einhalten, verbrauchen nur noch gut die Hälfte der Energie (54 %) im Vergleich zu einem entsprechenden Gerät der Klasse A. "A" ist also bei Kühl- und Gefriergeräten nur noch drittklassig. Dies ist auf den entsprechenden Energielabeln jedoch nicht ersichtlich.

Dies ist problematisch, da mittlerweile einige Supermärkte Kühl- und Gefriergeräte zu sehr günstigen Preisen anbieten – mit der vermeintlich besten Energieeffizienzklasse A. Im Sinne einer konsistenten Verbraucherkommunikation wäre eine Revision der Grenzwerte unter Beibehaltung der sieben Klassen A bis G sinnvoller gewesen.

### **3.3.4 WEEE und RoHS**

Am 23. März 2005 wurde das Elektro- und Elektronikgerätegesetz (Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten, ElektroG) verabschiedet. Verbraucherinnen und Verbraucher können damit ab 24. März 2006 ihre Altgeräte kostenlos bei kommunalen Sammelstellen abgeben. Dies gilt sowohl für „Historische Altgeräte“ (solche, die vor dem 13.08.2005 in Verkehr gebracht wurden) als auch für „neue Altgeräte“ (solche die nach dem 13.08.2005 in Verkehr gebracht wurden).

Die Hersteller sind verpflichtet, die gesammelten Geräte zurückzunehmen und nach dem Stand der Technik sicher zu entsorgen. Die im ElektroG genannten Entsorgungs- und Recyclingquoten müssen ab dem 31.12.2006 eingehalten werden.

Außerdem dürfen besonders schädliche Substanzen wie Blei-, Quecksilber, Cadmium oder bestimmte Bromverbindungen ab Juli 2006 in den meisten Geräten überhaupt nicht mehr verwendet werden (Ausnahmen müssen bei der EU beantragt werden).

Das ElektroG setzt zwei zugrunde liegende EU-Richtlinien um: die EU-Richtlinie 2002/96/EG über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (so genannte „WEEE-Richtlinie“) und die EU-Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (so genannte „RoHS-Richtlinie“) (BMU 2005).

### 3.4 Informelle Regelwerke

#### 3.4.1 Test-Institute

Eine wichtige Regelungsfunktion haben in Deutschland die Stiftung Warentest (Zeitschrift „test“) und die Zeitschrift „Öko-Test“. Da die Stiftung Warentest bei den Konsumenten eine große Glaubwürdigkeit besitzt, werden gute/sehr gute Bewertungen durch die Hersteller im Marketing eingesetzt.

Bewertet wurden beispielsweise folgende Merkmale (Gewichtung in Klammern):

Kühlschränke (vgl. Test 8/2002):

- Kühlen (45 %): Einhalten der Kühltemperatur und Regelreserve, Temperaturverlauf bei Einlagerung von neuem Kühlgut, Temperaturanstieg im Störfall,
- Stromverbrauch (30 %),
- Technische Prüfung (10 %): Türdichtheit, Raumausnutzung, Geräusch (subjektive Beurteilung),
- Handhabung (15 %): Bedienungsanleitung, Tür, Schalter, Regler, Beleuchtung, Raumaufteilung, Reinigung.

Gefrierschränke (vgl. Test 11/2004):

- Lagern und Einfrieren (45 %): Einhaltung der Lagertemperatur (-18°C), Temperaturanstieg bei Störfall, maximales Gefriervermögen (wie viel kann eingefroren werden), schnelles Einfrieren (wie lange dauert es), Temperaturanstieg bei Störfall,
- Stromverbrauch (spezifisch) (30 %),
- Anzeigen (10%): Temperaturanzeigen, Warnanzeigen,
- Handhabung (15%).

Kühl-Gefrierkombinationen (vgl. Test 10/2005):

- Kühlen (20 %): Einhalten der Lagertemperatur, Einhalten der Lagertemperatur im Kaltlagerfach, schnelles Kühlen,
- Einfrieren und Lagern (20 %): Einhalten der Lagertemperatur, Temperaturverhalten im Störfall bei halber/voller Beladung, Einfrieren ohne Vorkühlung,
- Stromverbrauch (35 %),
- Anzeigen (10 %): Genauigkeit der Temperaturanzeige im Kühlteil / Gefrierteil, Warnanzeigen,
- Handhabung (15 %).

Die einzelnen Kriterien und Unterkriterien werden transparent bewertet und die Ergebnisse anschließend nach einem bestimmten Schlüssel zu einem Gesamtergebnis aggregiert.

Aufgrund der Vielzahl der auf dem Markt befindlichen Geräte ist es nahezu unmöglich, alle Modelle zu testen. Die von der Stiftung Warentest getesteten Kühl- und Gefriergeräte repräsentieren daher notwendigerweise lediglich ausgewählte Geräte einer bestimmten Produktkategorie (zum Beispiel Gefrierschränke oder Kühl-Gefrierkombinationen).

### 3.4.2 Energy+

Das EU-weite „Energy+“-Label wurde im Jahr 2000 im Rahmen des europäischen Energieeffizienzprogramms „Save“ ins Leben gerufen. Unterstützt wird die Kampagne von der Europäischen Kommission und 13 nationalen Partnern, wie zum Beispiel dem Umweltbundesamt in Deutschland.

Das Ziel des „Energy+“ Programms ist, Angebot und Nachfrage von besonders energieeffizienten Kühl- und Gefriergeräten zu fördern. Die „Energy+“-Kriterien konzentrieren sich auf Kühleinheiten mit einem Nutzinhalt zwischen 200 und 300 Litern und gehen weiter als die bisher bekannten Labels, wie zum Beispiel das der EU. So sind „Energy+“-Geräte wesentlich sparsamer als jene, die den Mindestanforderungen der EU-Energieeffizienzklasse A genügen<sup>6</sup>. Die Auszeichnung von „Energy+“-Geräten beruht wie beim EU-Energielabel auf einer Selbstdeklaration der Unternehmen.

Die Mindestvoraussetzungen für die Auszeichnung der Geräte mit dem „Energy+“-Label sind:<sup>7</sup>

- ein Energieeffizienzindex von 42% oder darunter,
- ein maximaler Energieverbrauch von 280 kWh/Jahr (in Übereinstimmung mit der Richtlinie 94/2/EC und dem EN 153 Testverfahren)
- und die Verfügbarkeit des Gerätemodells auf dem europäischen Markt zum Zeitpunkt der Aktualisierung der „Energy+“-Geräteliste.

Die freiwillige Einhaltung der Kriterien wird mittels Prüfberichten über die Produktleistung und stichprobenartigen Untersuchungen einer Kontrollinstanz gewährleistet.<sup>8</sup> Alle Geräte, die mit dem Label ausgezeichnet sind, werden in der „Energy+“-Geräteliste aufgeführt, die online abrufbar ist und regelmäßig aktualisiert wird.

Mittlerweile zeichnet sich ein großer Erfolg der Initiative ab, da zur Zeit knapp 900 Modelle verschiedener Hersteller in der Geräteliste aufgeführt sind.<sup>9</sup> Darüber hinaus haben sich rund

---

<sup>6</sup> Am 21.12.2005 aus: [http://www.thema-energie.de/article/show\\_article.cfm?id=657&cid=93](http://www.thema-energie.de/article/show_article.cfm?id=657&cid=93)

<sup>7</sup> Am 21.12.2005 aus: [http://www.energy-labels.de/energy\\_plus.htm](http://www.energy-labels.de/energy_plus.htm)

<sup>8</sup> siehe Fußnote 7

<sup>9</sup> Am 21.12.2005 aus: <http://www.faktor.ch/index.php?artid=160>

15.000 Einzelhandelsfilialen und 1.000.000 Haushalte dazu verpflichtet, „Energy+“-Geräte abzunehmen.<sup>10</sup>

Weitere Informationen sind unter [www.energy-plus.org](http://www.energy-plus.org) erhältlich.

### **3.5 Umwelt und Gesundheit**

Im Rahmen der EcoTopTen-Stoffstromanalyse wurden Kühl- und Gefriergeräte ökobilanziert (vgl. Quack und Rüdener 2004). Daneben kann auf detailliertere Ergebnisse eines weiteren Projekts zurückgegriffen werden, in der die Umweltauswirkungen durch Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Kühl- und Gefriergeräten bilanziert wurden (für eine detailliertere Beschreibung vgl. Rüdener und Gensch 2005). Im Folgenden werden anhand der Ergebnisse die wichtigsten Umweltaspekte im Zusammenhang mit Kühl- und Gefriergeräten abgeleitet. Weitere Hinweise auf relevante Umweltaspekte geben die Kriterien im Rahmen des deutschen oder europäischen Umweltzeichens (Blauer Engel, Euroblume, vgl. Kapitel 3.3).

#### **3.5.1 Ökobilanz Kühl- und Gefriergeräte**

##### **3.5.1.1 Untersuchtes System**

In Rüdener und Gensch (2005) wurde eine orientierende Ökobilanz für vier verschiedene Kühl- und Gefriergeräte-Kategorien verschiedenen Baujahrs durchgeführt. Bei der Bilanzierung wurde die Herstellung, Nutzung und Recycling von Kühl- und Gefriergeräten sowie die Herstellung der Verkaufsverpackung berücksichtigt.

Folgende Kühlgeräte-Kategorien wurden unterschieden:

- Kühlschranks
- Kühl-Gefrierkombination
- Gefrierschranks
- Gefriertruhe

Es wurden folgende Indikatoren berücksichtigt:

- Primärenergieverbrauch
- Treibhauspotenzial
- ODP (relevant v.a. bei älteren Kühl- und Gefriergeräten, bei denen FCKW oder FKW als Kühl- und Schäumungsmittel verwendet wurden)

---

<sup>10</sup> Am 21.12.2005 aus: [http://www.de-media.de/agenda\\_bestpractice/download/thema1/1\\_05von14\\_058.pdf](http://www.de-media.de/agenda_bestpractice/download/thema1/1_05von14_058.pdf)

- z.T. POCP
- Gesamtumweltauswirkung (EcoGrade: Umweltzielbelastungspunkte)

### 3.5.1.2 Funktionelle Einheit

Die funktionelle Einheit ist die Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Kühl- und Gefriergeräten (Baujahr 2005) durch einen bundesdeutschen Durchschnittshaushalt über die gesamte Lebensdauer der Geräte. Die Geräte wurden entsprechend folgender Tabelle spezifiziert.

Tabelle 4 Spezifikation der betrachteten Geräte in Rüdener und Gensch (2005)

Kategorie	Kühlvolumen	Gefriervolumen	Lebensdauer
Kühlschrank (ohne Gefrierfach)	155 Liter	--	14 Jahre
Kühl-Gefrierkombination (zweitürig)	200 Liter	90 Liter	14 Jahre
Gefrierschrank	--	190 Liter	17 Jahre
Gefriertruhe	--	190 Liter	17 Jahre

In älteren Geräten wurden FCKW oder FKW als Kühlmittel oder zum Aufschäumen der Polyurethanschäume eingesetzt. Besonders beim Recycling besteht die Gefahr, dass diese ozonschädlichen und teilweise treibhauswirksamen Stoffe in die Atmosphäre gelangen. In neueren Geräten wird v.a. Isobutan und Pentan verwendet. Aufgrund dieser Entwicklung wurde außerdem das Recycling von Kühl- und Gefriergeräten unterschiedlichen Alters (für zwei Gerätegrößen) bilanziert. Hier wurden vier Typen (nach Baujahr) unterschieden (vgl. Tabelle 5). Erläuterungen zu den angegebenen Abkürzungen und Chemikalien finden sich in der Tabelle 6.



Tabelle 5 Verwendete Kühl- und Schäumungsmittel in Kühl- und Gefriergeräten unterschiedlichen Alters

Typ	I	II	III	IV
Baujahr	vor 1988	1988 - 1993	1993 - 1997	ab 1994
Kühlmittel	R12	R12	R134a	R600a
„klein“ (40 kg)	0,140	0,105	0,095	0,036
„groß“ (95 kg)	0,332	0,249	0,226	0,085
Schäumungsmittel (PUR-foam)	R11	R11	R134a	Pentan
„klein“ (40 kg)	0,358	0,247	0,165	0,194
„groß“ (95 kg)	0,851	0,587	0,392	0,460

Tabelle 6 Erläuterung zu den Chemikalien

Technische Bezeichnung	Klasse	Formel	Chemischer Name
R11	FCKW	$CCl_3F$	Trichlorfluormethan
R12	FCKW	$CCl_2F_2$	Dichlordifluormethan
R134a	H-FKW	$CF_3CH_2F$	1,1,1,2-Tetrafluorethan
R600a	KW	$CH(CH_3)_3$	Isobutan
c-pentan	KW	$C_5H_{10}$	Cyclo-Pentan
n-pentan	KW	$C_5H_{12}$	Normal-Pentan

### 3.5.1.3 Wichtige Ergebnisse

Ökobilanz neuer Geräte:

- Die Nutzungsphase ist die unter Umweltgesichtspunkten wichtigste Lebenszyklusphase. Je nach Wirkungskategorie trägt die Nutzung zu etwa 75 % (Treibhauspotenzial, Gesamtumweltauswirkung) bzw. 90 % (Primärenergieverbrauch) bei.
- Die Herstellung trägt etwa 10 bis 25 % zu den Umweltauswirkungen bei, der Beitrag des Recyclings (neuer Geräte) ist sehr gering, z.T. gibt es hier sogar Gutschriften (Primärenergieverbrauch, Treibhauspotenzial).
- Das Ozonzerstörungspotenzial (ODP) ist bei neuen Kühl- und Gefriergeräten vernachlässigbar ( $1,7E-08$  bis  $3,8E-08$  kg R11-Äquivalente), da keine FCKW oder FWK verwendet werden.

- Vergleicht man die Umweltauswirkungen von Gefrierschränken und –truhen gleicher Kapazität und Energieeffizienzklasse, so schneiden die Gefriertruhen besser ab.

Recycling von Geräten verschiedenen Baujahrs:

- Das Treibhauspotenzial und das Ozonerstörungspotenzial ist v.a. beim Recycling von Typ I und Typ II-Geräten (mit einem Baujahr von vor 1993) relevant (das Treibhauspotenzial ist bei Typ I in der Größenordnung der Herstellung neuer Geräte).
- Beim Recycling neuer Geräte ist eigentlich nur das Photooxidantienpotenzial relevant, da angenommen wurde, dass die verwendeten Kohlenwasserstoffe beim Recycling nicht zurückgehalten werden.

Unter Umweltgesichtspunkten sind also folgende Aspekte wesentlich:

- Der Energiebedarf von Kühl- und Gefriergeräten während der Nutzungsphase.
- Die Freisetzung von eingesetzten Kühl- und Schäumungsmitteln während der Nachgebrauchsphase.

### **3.5.2 Der Energiebedarf von Kühl- und Gefriergeräten während der Nutzungsphase**

Der Energiebedarf der Kühl- und Gefriergeräte während der Nutzungsphase hängt von verschiedenen Faktoren ab. Der spezifische Energiebedarf (also der Energiebedarf pro Einheit Nutzvolumen) ist beispielsweise bei Gefriergeräten höher als bei Kühlgeräten, bei Gefrierschränken höher als bei Gefriertruhen, bei Kühlschränken mit Gefrierfach höher als bei solchen ohne Gefrierfach.

Der Energieverbrauch eines Geräts hängt daneben noch von weiteren Kriterien, wie beispielsweise der Größe (dem Nutzvolumen), der Umgebungstemperatur oder dem Nutzerverhalten ab.

Seit Januar 1995 muss der spezifische Energieverbrauch von Kühl- und Gefriergeräten auf einem Etikett angegeben werden. Der Käufer kann sich damit sehr schnell über den Energieverbrauch informieren. Die Einteilung in die Energieeffizienzklassen von A++ bis G gibt an, inwiefern der spezifische Energieverbrauch (pro Nutzvolumen) von einem errechneten Standardenergieverbrauch abweicht (vgl. auch Kapitel 3.3.1). Dabei wird der Standardenergieverbrauch mit Hilfe verschiedener Faktoren für Geräteklasse (Kühlgerät, Kühl-Gefrierkombination, etc.), Klimaklasse oder Vorhandensein bestimmter Eigenschaften (z.B. No-frost-Technologie) errechnet. Der Energieverbrauch von zwei Geräten mit gleichem Nutzvolumen und gleicher Energieeffizienzklasse kann daher differieren.

Im Folgenden wird die Abhängigkeit des Energieverbrauchs von verschiedenen Parametern erläutert. Für die Berechnungen wurden folgende Gerätekategorien unterschieden:

Tabelle 7 Spezifikation der Geräte zur Untersuchung des Energieverbrauchs während der Nutzungsphase<sup>11</sup>

Kategorien	Abkürzung	Kühlvolumen	Gefriervolumen
Kühlschrank mit Vier-Sterne-Fach	KS	140 Liter	19 Liter
Kühl-Gefrierkombination (zweitürig)	KG	200 Liter	90 Liter
Gefrierschrank	GS	--	190 Liter
Gefriertruhe	GT	--	190 Liter

### 3.5.2.1 Abhängigkeit von der Energieeffizienzklasse

Die Abbildung zeigt den berechneten maximalen Energieverbrauch, den ein Gerät der entsprechenden Energieeffizienzklasse (und dem oben angegebenen Nutzvolumen) hat. Damit sind auch die Spannen definiert: beim angenommenen Kühlschrank geht A+ damit z.B. von 133 kWh bis 186 kWh. A++-Geräte haben einen Energieverbrauch von 133 kWh oder weniger.

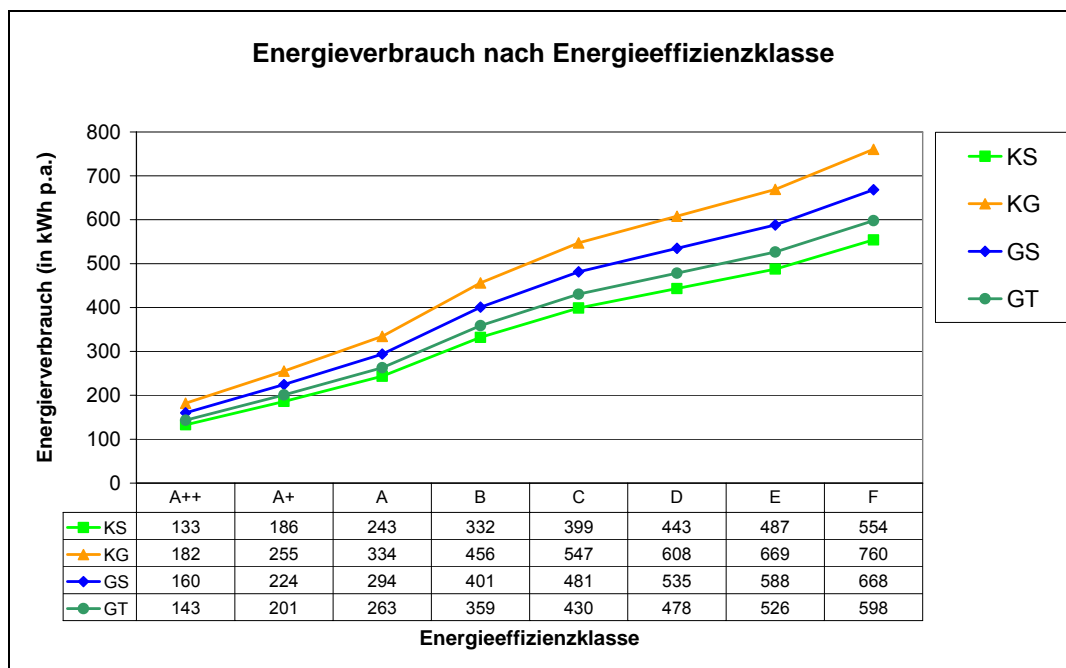


Abbildung 4 Energieverbrauch von Kühl- und Gefriergeräten nach Energieeffizienzklasse

<sup>11</sup> Im Vergleich zu Rüdener und Gensch (2005) wurde anstatt eines 155-Liter Kühlschranks ohne Gefrierfach, ein Kühlschrank mit einem Vier-Sterne-Gefrierfach mit einem Kühlvolumen von 140 Litern und einem Gefriervolumen von 19 Litern untersucht.

Die Differenz im Energieverbrauch zwischen zwei aufeinander folgenden Energieeffizienzklassen (zweite Zeile: zwischen A+ und A++) für die verschiedenen Geräteklassen bei dem angenommenen Nutzvolumen beträgt:

- bei Kühlschränken mit Vier-Sterne-Fach zwischen ca. 45 und 90 kWh p.a.  
A++ / A+: 53 kWh p.a. (= 10,20 € p.a.; 143,- € in 14 Jahren)
- bei zweitürigen Kühl-Gefrier-Kombinationen zwischen ca. 60 und 120 kWh p.a.  
A++ / A+: 73 kWh p.a. (= 14,00 € p.a.; 196,- € in 14 Jahren)
- bei Gefrierschränken zwischen 55 und 110 kWh p.a.  
A++ / A+: 64 kWh p.a. (= 12,30 € p.a.; 210,- € in 17 Jahren)
- bei Gefriertruhen zwischen 50 und 100 kWh p.a.  
A++ / A+: 57 kWh p.a. (= 11,00 € p.a.; 188,- € in 17 Jahren)

Bei gleichem Gefriervolumen verbraucht eine Gefriertruhe weniger Energie als ein Gefrierschrank der gleichen Energieeffizienzklasse (zwischen 17 und 42 kWh p.a. bei Effizienzklassen A++ bis B). Die anderen Geräteklassen sind untereinander nur bedingt vergleichbar, da sie nicht denselben Nutzen (unterschiedliche Kühl- und Gefriervolumina) haben.

### **3.5.2.2 Abhängigkeit vom Nutzvolumen**

Die folgenden Abbildungen zeigen den aus der EnVKV-Formel berechneten maximalen Energieverbrauch von Kühlschränken (KS) bzw. Gefrierschränken (GS) der Energieeffizienzklassen A, A+ und A++ in Abhängigkeit vom Nutzvolumen.

Kühlschrank:

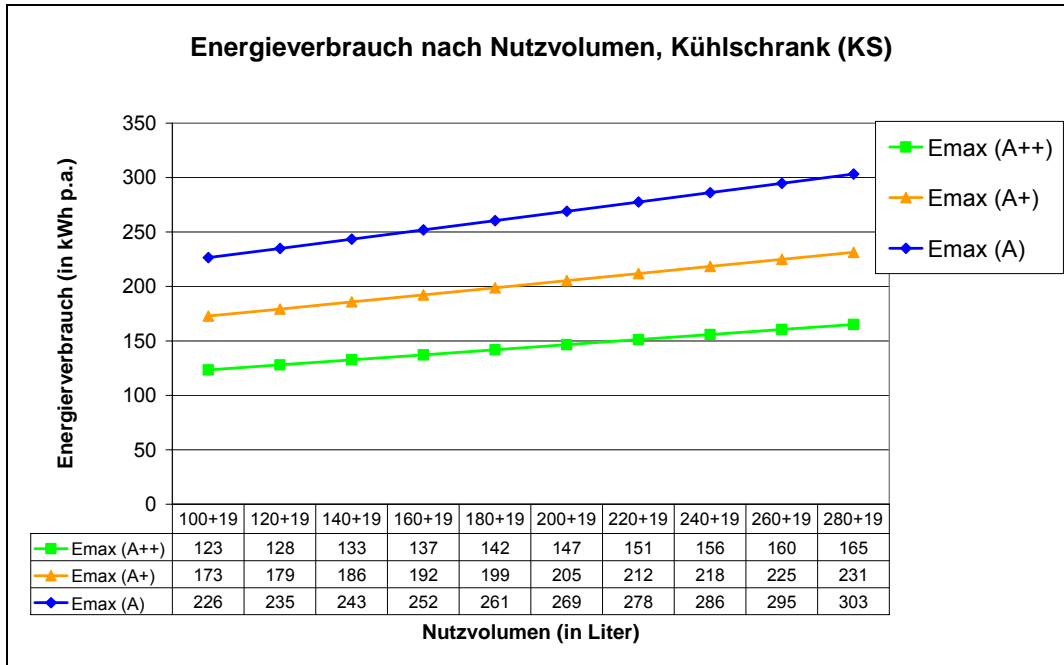


Abbildung 5 Energieverbrauch nach Nutzvolumen (Kühlschrank mit Vier-Sterne-Fach)

Pro 100 Liter Nutzvolumen nimmt der Energieverbrauch wie folgt zu:

- Bei A++ Geräten: ca. 24 kWh p.a.
- Bei A+ Geräten: ca. 32 kWh p.a.
- Bei A Geräten: ca. 43 kWh p.a.

Pro zusätzlichen 100 Litern Nutzinhalt verbraucht ein Kühlschrank damit etwa 15 bis 20 % mehr Energie.

Gefrierschrank:

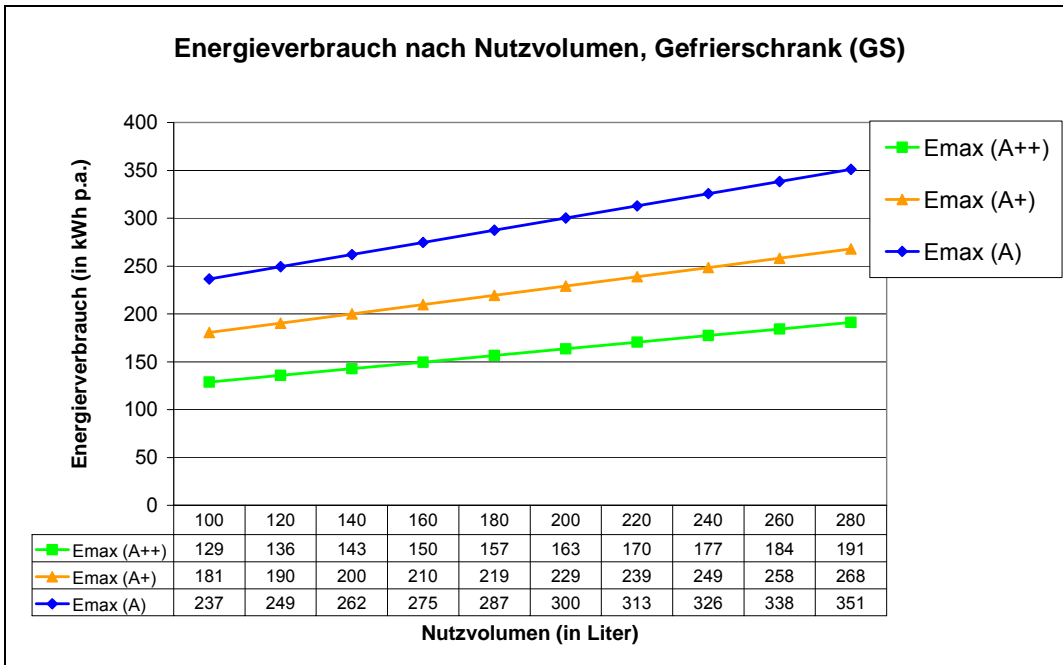


Abbildung 6 Energieverbrauch nach Nutzvolumen (Gefrierschrank)

Pro 100 Liter Nutzvolumen differiert der Energieverbrauch wie folgt:

- Bei A++ Geräten: ca. 34 kWh p.a.
- Bei A+ Geräten: ca. 58 kWh p.a.
- Bei A Geräten: ca. 63 kWh p.a.

Bei Gefrierschränken ist die Abhängigkeit des Energieverbrauchs vom Nutzvolumen größer als bei Kühlschränken. Pro zusätzlichen 100 Litern Nutzinhalt verbraucht ein Gefrierschrank etwa 20 % bis 30 % mehr Energie.

Bei beiden Gerätekategorien ist der relative Anstieg bei den Energieeffizienzklassen gleich – aufgrund des höheren Energieverbrauchs von schlechteren Klassen ist hier der absolute Anstieg jedoch größer.

### 3.5.2.3 Vorhandensein einer No-frost-Technologie

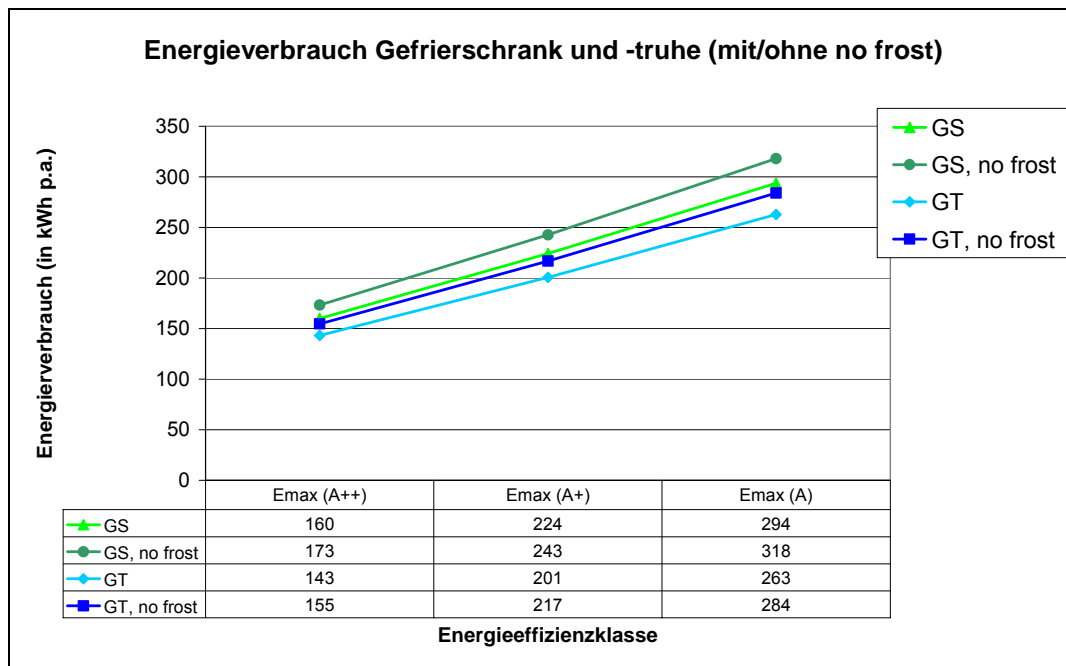


Abbildung 7 Abhängigkeit des Energieverbrauchs bei Gefrierschränken bzw. -truhen vom Vorhandensein einer No-frost-Funktion

Bei Gefrierschränken mit 190 Litern Nutzvolumen erhöht sich der Energieverbrauch durch das Vorhandensein der No-frost-Funktion je nach Energieeffizienzklasse um 13 bis 24 kWh pro Jahr. Bei Gefriertruhen beträgt der Anstieg 12 bis 21 kWh pro Jahr.

### 3.5.3 Leerlaufverluste

Eine einheitliche Definition von Betriebszuständen von Elektrogeräten gibt es nach Böde et al. (2000) nicht. Böde et al. unterscheiden vier Betriebszustände:

- Normalbetrieb: das Gerät erfüllt seine Hauptfunktion.
- Bereitschaftsbetrieb: das Gerät erfüllt noch mindestens eine Funktion, die jedoch nicht seine Hauptfunktion ist. Das Gerät wartet auf eine Aufgabe. Bei z.B. Computern kann der Bereitschaftsbetrieb noch in verschiedene Modi (stand-by, Ruhezustand, etc.) differenziert werden.
- Schein-Aus: der Nutzer hat das Gerät ausgeschaltet. Trotzdem verbraucht es noch Energie.
- Aus: hier wird tatsächlich keine Energie mehr vom Gerät verbraucht.

Als Leerlaufverlust können Bereitschaftsbetrieb und Schein-Aus zusammengefasst werden.

Auch Kühl- und Gefriergeräte können außer der Hauptfunktion „Kühlen“ und / oder „Gefrieren“ noch über weitere Funktionen verfügen, z.B. elektronische Displays etc. Es gibt hier allerdings i.d.R. keinen Modus, in dem die Hauptfunktion nicht erfüllt wird, da die Geräte meist im Dauerbetrieb laufen. Somit gibt es im engeren Sinn keine Leerlaufverluste.

Darüber hinaus muss bei Kühl- und Gefriergeräten der gesamte Energieverbrauch des Geräts in Kilowattstunden (kWh) pro Jahr auf dem Energieetikett angegeben werden und geht in die Berechnung der Energieeffizienzklasse ein. Energie, die für zusätzliche Funktionen benötigt wird, wird also bei der Energieetikettierung berücksichtigt.

Auf die gesonderte Berücksichtigung von Leerlaufverlusten bei der Beurteilung der Umweltauswirkungen von Kühl- und Gefriergeräten kann daher verzichtet werden.

#### **3.5.4 Kühl- und Schäumungsmittel**

Bis 1993 wurden FCKW als Kühlmittel (R11) und als Schäumungsmittel für die Isolationschäume (R12) in Kühl- und Gefriergeräten eingesetzt. FCKW haben ein hohes Ozonzerstörungs- (ozone depletion potential; ODP) und Treibhauspotenzial (global warming potential; GWP). Die Substanzen werden v.a. in der Nachgebrauchsphase freigesetzt.

Zwischen 1993 und 1997 wurden die FCKW durch FKW ersetzt (R134a). Dieses hat zwar ein niedrigeres Ozonzerstörungspotenzial jedoch ebenfalls ein hohes Treibhauspotenzial

Ab 1994 wurden daher hauptsächlich Isobutan (R600a) als Kühlmittel und Pentan als Schäumungsmittel eingesetzt (vgl. Gabel et al. 1998). Diese Kohlenwasserstoffe haben praktisch kein Ozonzerstörungspotenzial, nur ein geringes Treibhauspotenzial, allerdings ein recht hohes Photooxidantienpotenzial (photochemical ozone creation potential; POCP).

Relevante Umweltauswirkungen sind daher zum einen der hohe Ozonzerstörungs- und Treibhauseffekt, der hauptsächlich beim Recycling von Geräten, die älter sind als 1993 bzw. 1997 sind, entsteht und das relativ hohe Photooxidantienpotenzial während des Recyclings von neuen Geräten.

#### **3.5.5 Der Einsatz von Vakuum-Isolations-Paneelen**

Vakuum-Isolations-Paneele (VIP) sind eine, derzeit noch kaum genutzte Alternative zu Polyurethanschäumen zur Wärmedämmung von Kühl- und Gefriergeräten. Sie besitzen eine drei bis siebenfach niedrigere Wärmeleitfähigkeit als konventionelle Dämmmaterialien (Manini 2001)

VIP sind hocheffiziente Isolationsmaterialien. Sie sind aus drei Komponenten aufgebaut: einem Kernmaterial, einem „envelope“ und einem „getter“. Das Kernmaterial dient dazu, die Form des Paneels aufrechtzuerhalten. „Envelope“ und „getter“ dienen dazu, das innen herrschende Vakuum aufrechtzuerhalten (durch Abschirmung bzw. Adsorption von Gas-molekülen) (Zoughaib und Clodic 2001).

Die Wärmedämmung von Kühl- und Gefriergeräten ist eine wichtige Möglichkeit zur Erhöhung ihrer Energieeffizienz. Um die Isolationswirkung von Polyurethanschäumen zu



erhöhen, muss man die Dicke der Isolationsplatten vergrößern. Entweder verringert sich dadurch das Innenvolumen oder das Gerät wird insgesamt größer. Gerade bei Einbaugeräten ist aber zumindest Breite und Tiefe vorgegeben, und auch über die Höhe lässt sich die Verringerung des Innenvolumens in der Breite und Tiefe nur begrenzt ausgleichen. Einbaugeräte erreichen daher oft nicht die Energieeffizienzklasse A++ oder sind teuer, da andere Maßnahmen zur Verringerung des Energieverbrauchs bei gegebenem Volumen ergriffen werden müssen. Da die äußeren Maße von Standgeräten nicht so strikt begrenzt sind, kann hier eine dickere Isolationsschicht bei gleich bleibendem Innenvolumen angebracht werden.

Eine Alternative zum (dicken) Polyurethan-Schaum sind VIP, da sie bei etwa gleich bleibender Wandstärke die Verringerung des Energieverbrauchs ermöglichen. Damit kann sowohl die Geometrie als auch das Innenvolumen des Geräts erhalten werden. Derzeit haben sich VIP jedoch aufgrund höherer Produktionskosten (und damit Verkaufspreise) der Geräte noch nicht durchsetzen können.

### **3.6 Kosten**

Bei Produkten, die zum Betrieb Energie benötigen, werden die realen produktbezogenen Kosten für den Verbraucher nicht nur vom Kaufpreis, sondern zu einem großen Anteil auch von den Kosten für den Stromverbrauch bestimmt. Dies gilt gerade auch für Kühl- und Gefriergeräte, die meistens im Dauerbetrieb sind.

In der vorliegenden Untersuchung werden unter Berücksichtigung der folgenden, für Endverbraucher relevanten Kostenarten, die Lebenszykluskosten berechnet:

- Investitionskosten für Kühl- und / oder Gefriergerät
- Stromkosten während des Betriebs
- Entsorgungskosten

Reparaturkosten wurden aufgrund der unsicheren Datenlage nicht berücksichtigt.

Es wird eine statische Kostenberechnung durchgeführt, d.h. es wird weder eine Entwicklung der Preise berücksichtigt, noch werden zukünftig anfallende Kosten diskontiert.

#### **3.6.1 Investitionskosten**

Die Kaufpreise differieren je nach Geräteart, -größe, Ausstattung oder Marke erheblich. Folgende Tabelle gibt einen Überblick über durchschnittliche Preise für die vier betrachteten Gerätekategorien. (Quelle: BSH 2005 c). Zur Berechnung der jährlichen Anschaffungskosten wird der Anschaffungspreis linear über die Lebensdauer abgeschrieben. Das heißt, dass bei Kühlschränken und Kühl-/Gefrierkombinationen der Anschaffungspreis durch 14 Jahre, bei Gefrierschränken und Gefriertruhen auf 17 Jahre geteilt wird.

Tabelle 8 Kaufpreis, Lebensdauer und jährliche Anschaffungskosten nach Kühl- und Gefriergerätekategorie

Kategorie	Preis	Lebensdauer	Anteilige jährliche Anschaffungskosten
Kühlschrank	290,- €	14 Jahre	20,71 €
Kühl-Gefrierkombination	510,- €	14 Jahre	36,43 €
Gefrierschrank	350,- €	17 Jahre	20,59 €
Gefriertruhe	340,- €	17 Jahre	20,00 €

### 3.6.2 Stromkosten

Der Strompreis setzt sich in der Regel aus einem monatlichen Grundpreis und einem Preis pro verbrauchter Kilowattstunde zusammen. Mit Hilfe des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs verschiedener Haushaltsgrößen kann ein durchschnittlicher Kilowattstundenpreis bei einem entsprechenden Jahresstromverbrauch errechnet werden. Der Grundpreis wurde mit eingerechnet.

Tabelle 9 gibt einen Überblick über die Strompreise für unterschiedliche Haushaltsgrößen. In den vorliegenden Berechnungen wird mit dem Strompreis für einen durchschnittlichen Haushalt (0,192 €) gerechnet.

Tabelle 9 Strompreise für unterschiedliche Haushaltsgrößen<sup>12</sup>

Haushaltsgröße	kWh-Preis (inkl. Grundgebühr)
<i>Durchschnitt</i>	0,192 €
1-Pers-HH	0,210 €
2-Pers-HH	0,192 €
3-Pers-HH	0,187 €
4-Pers-HH	0,184 €

### 3.6.3 Entsorgungskosten

Die Entsorgungskosten für Kühl- und Gefriergeräte werden bisher in der Regel über die allgemeinen Müllgebühren erfasst. Ab 24. März 2006 sind die Hersteller für die Rücknahme von Altgeräten verantwortlich. In der vorliegenden Untersuchung werden daher keine zusätzlichen Entsorgungskosten angenommen.

<sup>12</sup> Eigene Recherche, Stand: April 2005.

### 3.6.4 Lebenszykluskosten der betrachteten Geräte

Die folgende Abbildung und die nachfolgende Tabelle zeigen die jährlichen Gesamtkosten für A-Geräte der verschiedenen Gerätekategorien.

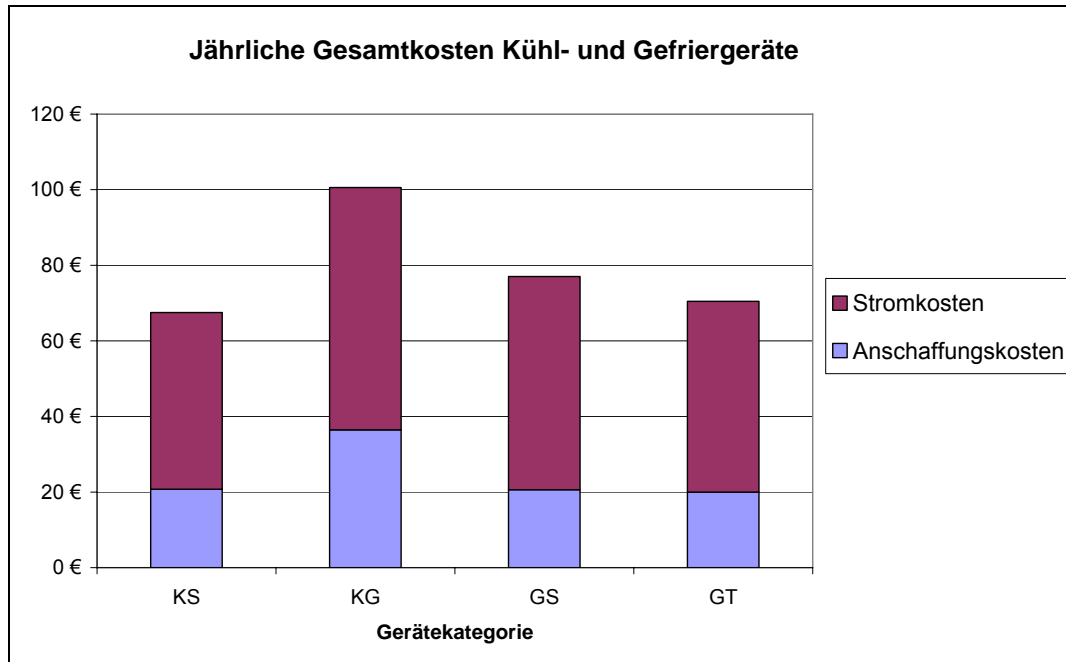


Abbildung 8 Jährliche Gesamtkosten für A-Geräte der verschiedenen Gerätekategorien

Tabelle 10 Jährliche Gesamtkosten für A-Geräte der verschiedenen Gerätekategorien

Geräteklasse	Anschaffungskosten	Stromkosten	Gesamtkosten
KS	20,7 €	46,7 €	67,5 €
KG	36,4 €	64,2	100,6
GS	20,6 €	56,4	77,0
GT	20,0 €	50,5	70,5

Die anteiligen jährlichen Anschaffungskosten machen bei allen Geräten etwa ein Viertel bis ein Drittel der Gesamtkosten aus. Der Rest entfällt auf die Stromkosten.

Folgende Tabelle zeigt die Stromkosten, von Geräten mit der Energieeffizienzklasse A, A+ und A++ im Vergleich. Hier können keine Gesamtkosten angegeben werden, da die Kaufpreise je nach Energieeffizienzklasse differieren und ausschließlich durchschnittliche Kaufpreise bekannt sind.

Tabelle 11 Stromkosten der verschiedenen Gerätekategorien nach Energieeffizienzklasse

Geräteklasse	Energieeffizienzklasse			Einsparung durch A++ statt A	
	A++	A+	A	Pro Jahr	gesamte Lebensdauer
KS	25,5 €	35,7 €	46,7 €	21,3 €	298,- €
KG	34,9	49,0	64,2	29,2	409,- €
GS	30,7	43,0	56,4	25,7	437,- €
GT	27,5	38,5	50,5	23,0	391,- €

Durch den Kauf eines A++-Geräts können gegenüber einem A-Gerät jährlich zwischen 20,- und 30,- € eingespart werden. Bei einer angenommenen Lebensdauer von 14 Jahren (Kühlgeräte) bzw. 17 Jahren (Gefriergeräte) resultieren hier Einsparungen zwischen knapp 300,- und knapp 440,- €. Die Einsparungen durch den Kauf eines A+- anstatt eines A-Geräts bzw. durch den Kauf eines A++- anstatt eines A+-Geräts sind nahezu identisch. Das heißt, pro Effizienzklasse kann etwa die Hälfte der angegebenen Werte eingespart werden.

## 4 Ableitung der EcoTopTen-Kriterien

Für die EcoTopTen-Produkte werden fünf allgemeine Anforderungen gestellt: hohe Qualität, angemessener und bezahlbarer Preis, ökologisch, sozialverträglich, Unterstützung eines umweltfreundlichen und Kosten sparenden Gebrauchs.

Nachfolgend werden diese Anforderungen für Kühl- und Gefriergeräte konkretisiert. Bei EcoTopTen werden Geräte in den folgenden Kategorien empfohlen:

- Kühlschränke ohne Gefrierfach,
- Kühlschränke mit 4-Sterne-Gefrierfach,
- Kühl-Gefrierkombinationen,
- Gefriertruhen und
- Gefrierschränke.

### 4.1 Hohe Qualität

Unabhängige Qualitätstests für Kühl- und Gefriergeräte werden in Deutschland vor allem von der Stiftung Warentest durchgeführt (vgl. Kapitel 3.4.1).

Wie im entsprechenden Kapitel erläutert, ist es aufgrund der Vielzahl der auf dem Markt befindlichen Geräte nahezu unmöglich, alle Modelle zu testen. Die von der Stiftung Warentest getesteten Kühl- und Gefriergeräte repräsentieren daher notwendigerweise lediglich eine bestimmte Produktkategorie und auch diese nicht vollständig.

Die Tests können daher nicht quantitativ in die Bewertung von Kühl- und Gefriergeräten als EcoTopTen-Produkte einbezogen werden. Soweit Qualitätstests zu den bei EcoTopTen aufgeführten Geräten durchgeführt wurden, werden diese jedoch berücksichtigt. Liegt ein Qualitätstest vor, so gilt als Mindestvoraussetzung für die Aufnahme in das EcoTopTen-Portfolio die Note „Gut“. Umgekehrt führt das Nicht-Vorhandensein eines Testergebnisses jedoch nicht zur Abwertung des Kühl- oder Gefriergerätes.

### 4.2 Angemessener und bezahlbarer Preis

Bei Produkten, die zum Betrieb Energie benötigen, werden die realen produktbezogenen Kosten für den Verbraucher nicht nur vom Kaufpreis, sondern zu einem großen Anteil auch von den Kosten für den Energieverbrauch bestimmt. Dies gilt gerade auch für Kühl- und Gefriergeräte, die meistens im Dauerbetrieb sind.

Für die bei EcoTopTen aufgeführten Kühl- und Gefriergeräte gilt, dass die jährlichen Gesamtkosten der A++-Geräte maximal 20 Prozent teurer sein dürfen als die für vergleichbare A+-Geräte. Diese Zahl ergibt sich aus Konsumforschungsstudien, nach denen die Toleranzgrenze für einen Aufpreis bei ökologischen Produkten in der Regel bei rund 20 Prozent liegt.

### 4.3 Ökologie

Wie in Kapitel 0 erläutert, sind unter Umweltgesichtspunkten der Energiebedarf von Kühl- und Gefriergeräten während der Nutzungsphase und die Freisetzung von eingesetzten Kühl- und Schäumungsmitteln während der Nachgebrauchsphase wesentlich. Daher gelten folgende Kriterien für EcoTopTen Kühl- und Gefriergeräte.

Energieverbrauch:

Kühl- und Gefriergeräte müssen die Energieeffizienzklasse A++ besitzen, um als Produktempfehlung in die EcoTopTen-Marktübersicht aufgenommen zu werden. EcoTopTen-Kühl-Gefrierkombinationen müssen zudem für den Kühl- und Gefrierteil je einen separaten Temperaturregler besitzen, so dass bei längeren Abwesenheiten, zum Beispiel im Urlaub, der Kühlteil ausgeschaltet werden kann, während der Gefrierteil weiter läuft.

Kühl- und Schäumungsmittel:

Weder Kühlmittel noch die für die Isolationsmaterialien verwendeten Schäumungsmittel dürfen halogenorganische Stoffe enthalten oder mit Hilfe solcher Stoffe hergestellt worden sein.

### 4.4 Unterstützung des umweltfreundlichen und Kosten sparenden Gebrauchs

Bestimmte Sonderfunktionen können die Energie und damit Kosten sparende Nutzung des Kühl- oder Gefriergerätes unterstützen. Zu nennen sind

- die gradgenaue Einstellung und Anzeige der Kühl- oder Gefrierraumtemperatur,
- der getrennte Regler bei Kühl-Gefrierkombinationen (= Mindestkriterium), mit dem z.B. bei längerer Abwesenheit der Kühlteil ausgeschaltet werden, der Gefrierteil weiterlaufen kann,
- Warnsysteme bei zu hoher Temperatur oder bei geöffneter Tür,
- Türschließautomatik,
- Urlaubsschaltung,
- Isolationsplatte, mit der ein Teil des Gefrierraums bei Nichtnutzung abgetrennt werden kann.

Bei den in EcoTopTen empfohlenen Kühl- und Gefriergeräten werden diese Sonderfunktionen – sofern vorhanden – in der Marktübersicht mit aufgeführt, allerdings nicht als Mindestkriterium gefordert.

Zur Unterstützung des umweltfreundlichen und Kosten sparenden Gebrauchs müssen die Kühl- und Gefriergeräte in den Bedienungsanleitungen der Geräte Hinweise zur umweltschonenden Nutzung, Wartung, Reparatur und Entsorgung enthalten, um als Produktempfehlung in die EcoTopTen-Marktübersicht aufgenommen zu werden.

## 4.5 Sozialverträglichkeit

Abweichend von der allgemeinen Zieldefinition konnten soziale und gesellschaftliche Aspekte in den Vorketten von Kühl- und Gefriergeräten im Rahmen der Untersuchung nicht erhoben werden, da die Datenlage der umfangreichen Vorketten unbefriedigend ist und es derzeit auch keine etablierten Zertifizierungssysteme für die Vorketten von Kühl- und Gefriergeräten gibt. Mittelfristiges Innovationsziel ist, dass Hersteller eine sozialverträgliche Produktion und Entsorgung über die gesamte Produktlinie nachweisen (z.B. über Zertifizierungen oder Lieferanten-Audits).

## 4.6 Zusammenfassung der EcoTopTen-Kriterien

- Qualität: Liegt ein Qualitätstest vor, so gilt als Mindestkriterium die Note „Gut“. Das Nicht-Vorhandensein eines Testergebnisses führt jedoch nicht zur Abwertung.
- Ökologie:
  - Mindestkriterium Energieeffizienzklasse A++.
  - Bei Kühl-Gefrierkombinationen muss zusätzlich ein separater Regler für Kühl- und Gefrierteil vorhanden sein
  - Weder Kühlmittel noch die für die Isolationsmaterialien verwendeten Schäumungsmittel dürfen ozon- oder klimaschädliche Substanzen enthalten oder mit Hilfe solcher Stoffe hergestellt worden sein.
- Unterstützung der umweltschonenden und Kosten sparenden Nutzung: Die Bedienungsanleitungen der Geräte müssen Hinweise zur umweltschonenden Nutzung, Wartung, Reparatur und Entsorgung enthalten.
- Angemessener und bezahlbarer Preis: Die jährlichen Gesamtkosten der A++-Geräte dürfen maximal 20 Prozent teurer sein als die für vergleichbare A+-Geräte. Diese Zahl ergibt sich aus Konsumforschungsstudien, nach denen die Toleranzgrenze für einen Aufpreis bei ökologischen Produkten in der Regel bei 20 Prozent liegt.

Nach Rücklauf der Antworten der Hersteller von Kühl- und Gefriergeräten wurde folgende Rechengrundlage zur Gesamtbewertung von Kühl- und Gefriergeräten entwickelt:

Bei den in EcoTopTen empfohlenen Kühl- und Gefriergeräten wird, abweichend von anderen Produkten, keine Gesamtbewertung und kein Ranking durchgeführt, da sich die Geräte aufgrund ihrer unterschiedlichen Größe nicht direkt vergleichen lassen. Alle EcoTopTen-Geräte besitzen die Energieeffizienzklasse A++ und sind somit ökologische Spitzenprodukte am Markt. Für die Auswahl des geeigneten Gerätes helfen weitere Angaben, z.B. zum Nutzinhalt, zu den jährlichen Gesamtkosten oder zu den weiteren Ausstattungsmerkmalen.

## **5 EcoTopTen Flyer Kühl- und Gefriergeräte**

Beispielhaft wird auf den nächsten Seiten der Flyer zu Kühl- und Gefriergeräten dargestellt, der am 17. November 2005 im Rahmen des Internetauftritts von EcoTopTen veröffentlicht wurde.



## Suchen Sie einen neuen Kühl- oder Gefrierschrank?

**kühlen mit EcoTopTen**

- Dann werfen Sie erst einmal einen Blick auf den Energieverbrauch, bevor Sie sich entscheiden. Denn in den allermeisten Haushalten sind Kühlschränke und Gefriergeräte im Dauerbetrieb. 24 Stunden am Tag, 365 Tage im Jahr ziehen sie Strom, für den Sie teures Geld zahlen.
- Achten Sie beim Kauf deshalb auf das Energieetikett. Besonders stromsparende Kühl- und Gefriergeräte werden seit 2004 in die neu eingeführten Energieeffizienz-Klassen A+ und A++ eingestuft.



Alle bei EcoTopTen empfohlenen Geräte gehören zur Energieeffizienz-Klasse A++.

In punkto Energiebilanz sind dies die besten Geräte, die der Markt derzeit zu bieten hat. Für Sie bedeutet das: Hier kühlen und gefrieren Sie Ihre Lebensmittel so energiesparend wie möglich.

- Kühl- und Gefriergeräte der Energieeffizienzklasse A haben hingegen einen wesentlich höheren Energieverbrauch, so dass sich ein verlockend günstiger Kaufpreis mit hohen Stromkosten rächen kann.

Mehr Informationen zu Kühl- und Gefriergeräten, zum Projekt sowie weitere EcoTopTen-Produkte finden Sie unter → [www.ecotopten.de](http://www.ecotopten.de)

## Tipps & Tricks

- Je größer desto besser? Lieber nicht! Jeder ungebrauchte Liter Nutzinhalt kostet Sie unnötig Strom und Geld. Prüfen Sie vor dem Neukauf Ihren Bedarf.
- Der richtige Platz? Je kühler der Ort, an dem Kühl- und Gefriergeräte stehen, desto strom- und kostensparender ist der Betrieb. Neben Herd, Heizung oder Spülmaschine haben sie daher nichts verloren.
- Tür auf? Tür gleich wieder zu! Öffnen Sie Ihr Kühl- oder Gefriergerät so kurz und selten wie möglich.
- Türdichtungen verschmutzt, vereist oder marode? Putzen, abtauen oder ersetzen! Denn mit optimal schließenden Türen sparen Sie Strom und Geld.
- Ab in den Urlaub? Pause auch für Ihren Kühlschrank! Lassen Sie ihn auf kleinster Stufe laufen oder schalten Sie ihn ganz aus. Einfach austräumen, abtauen und Tür offen stehen lassen.

**Unser EcoTopTen-Tipp!**  
Messen Sie den Stromverbrauch Ihres Kühl- und Gefriergerätes einmal nach. So können Sie gerade bei älteren Geräten schnell einen "heimlichen" Kostentreiber ermitteln. Mit einem neuen, effizienteren Gerät können Sie Strom und damit Kosten sparen.

Informationen zu Messgeräten finden Sie unter → [www.ecotopten.de/prod\\_kuehlen\\_infos.php](http://www.ecotopten.de/prod_kuehlen_infos.php)

**EcoTopTen – das ist Konsum mit Köpfchen!**  
EcoTopTen gibt Ihnen Empfehlungen für zukunftsfähige Produkte, die rundum gut sind. EcoTopTen-Produkte machen das Leben leicht, haben eine hohe Qualität und einen bezahlbaren Preis und schonen die Umwelt.

Das Konzept von **Öko-Institut e.V.**  
EcoTopTen wird gefördert durch:

- Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie
- Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Energie
- Stiftung Zukunftserbe

## Konsum mit Köpfchen

### Kühlen, Kochen, Spülen

Kühl- und Gefriergeräte



...für kühle Rechner!

**Wir empfehlen: EcoTopTen-Kühl- und Gefriergeräte mit Energieeffizienz A++**

Hersteller / Marke	Modell	Abmessungen in cm (Höhe x Breite x Tiefe)	Nutzhalt (Liter) Kühl- / Gefrierfach	Energieverbrauch (kWh pro Jahr)	Kaufpreis (VVP) in Euro	Jährliche Gesamtkosten (Euro/Jahr)	Sonstige (Energiespar-) Funktionen
<b>EcoTopTen-Kühlschränke ohne Gefrierfach (Standgeräte A++)</b>							
Liebherr	KTP 1740 Premium*	85,0 x 60,1 x 62,8	150 / -	84 kWh	469,00 €	50 €	a
Miele	K 2219 S	85,0 x 60,0 x 62,8	150 / -	84 kWh	469,00 €	50 €	a
Quelle	78724	140,0 x 60,0 x 63,0	243 / -	92 kWh	399,95 €	48 €	a
Liebherr	KTP 1544 Premium*	85,0 x 60,1 x 62,8	115 / 16	124 kWh	469,00 €	57 €	a
Miele	K 2329 S	85,0 x 60,0 x 62,8	115 / 16	124 kWh	469,00 €	57 €	a
Quelle	77010	85,0 x 60,0 x 60,0	121 / 19	131 kWh	329,95 €	40 €	a
Electrolux	ERC 2795	140,0 x 60,0 x 62,5	238 / 19	157 kWh	679,00 €	79 €	a
Typische Produkte am Markt zum Vergleich (Energieeffizienzklasse A)							
Liebherr	K 2320 Comfort	116,8 x 55,2 x 62,8	219 / -	181 kWh	459,00 €	64 €	k.A.
Miele	K 1200 S	85,0 x 55,0 x 61,0	121 / 19	230 kWh	399,00 €	60 €	k.A.
<b>EcoTopTen-Kühl-Gefrierkombinationen (Standgeräte A++)</b>							
Quelle	82209*	186,0 x 60,0 x 63,0	178 / 82	181 kWh	649,95 €	81 €	a, c, d, e
Quelle	911662*	200,0 x 60,0 x 60,0	164 / 98	194 kWh	899,95 €	102 €	a, c, d, e, f, i
AEG	Santo 70 332 KGi	200,0 x 60,0 x 63,0	164 / 98	194 kWh	1.089,00 €	116 €	a, c, d, e, f, g, h, i
Quelle	832367*	185,0 x 60,0 x 63,0	221 / 82	202 kWh	689,95 €	80 €	a, c, d, e
Liebherr	CP 4056 Premium	198,2 x 60,0 x 63,1	265 / 89	215 kWh	1.189,00 €	126 €	a, c, d, e, f
Typisches Produkt am Markt zum Vergleich (Energieeffizienzklasse A)							
AEG	Santo 60 320 KGi	185,0 x 60,0 x 62,5	221 / 82	321 kWh	579,00 €	103 €	k.A.
<b>EcoTopTen-Gefriertruhen (Standgeräte A++)</b>							
Quelle	882249	88,0 x 64,0 x 67,0	- / 169	134 kWh	379,95 €	48 €	c, e
Liebherr	GTP 1826 Premium	81,3 x 66,9 x 75,6	- / 166	142 kWh	519,00 €	58 €	c, e
Liebherr	GTP 2226 Premium	91,3 x 89,5 x 75,6	- / 205	157 kWh	569,00 €	64 €	c, e
Miele	GT 226 ES	91,5 x 100,0 x 76,0	- / 205	157 kWh	569,00 €	64 €	b*, c, e, f
Bosch	GTP 22940	86,0 x 113,0 x 70,0	- / 211	181 kWh	629,00 €	68 €	e
AEG	Arctis 63 230 GT	87,8 x 119,0 x 66,5	- / 223	153 kWh	479,00 €	58 €	e
Quelle	732815	88,0 x 119,0 x 67,0	- / 223	153 kWh	459,95 €	58 €	c, e
Stiemens	GT 26 P 940	86,0 x 127,0 x 70,0	- / 244	172 kWh	679,00 €	69 €	c, e
Liebherr	GTP 2626 Premium	91,3 x 112,9 x 75,6	- / 245	172 kWh	619,00 €	69 €	c, e
Miele	GT 266 ES	91,5 x 113,5 x 76,0	- / 245	172 kWh	619,00 €	69 €	b*, c, e, f
Typisches Produkt am Markt zum Vergleich (Energieeffizienzklasse A+)							
Bosch	GTL 25920 economic	86,0 x 113,0 x 70,0	- / 247	228 kWh	579,00 €	78 €	k.A.
<b>EcoTopTen-Gefrierschränke (Standgeräte A++)</b>							
Liebherr	GP 1456 Premium*	85,0 x 80,0 x 62,5	- / 101	135 kWh	459,00 €	53 €	c, e, f
Liebherr	GNP 2076 Premium	125,0 x 66,0 x 68,3	- / 172	179 kWh	949,00 €	90 €	b, c, e, f, j
AEG	Arctis 70 250 GSi	145,0 x 66,0 x 68,0	- / 210	180 kWh	749,00 €	79 €	c, e, f, g, h
Quelle	420593	145,0 x 66,0 x 68,0	- / 210	182 kWh	649,95 €	73 €	c, e, f
Liebherr	GNP 2476 Premium	144,7 x 66,0 x 68,3	- / 216	201 kWh	989,00 €	97 €	b, c, e, f, j
Typisches Produkt am Markt zum Vergleich (Energieeffizienzklasse A)							
Quelle	898710	180,0 x 60,0 x 60,0	- / 220	277 kWh	799,80 €	100 €	k.A.

\* Dieses Modell ist auch als Einstiehsvariante verfügbar  
 1 VVP = Unverbindliche Preisempfehlung des Herstellers  
 2 Jährliche Gesamtkosten: Die jährlichen Gesamtkosten werden auf die Lebensdauer (angenommener Preis pro Kilowattstunde: 0,192 Euro) berechnet. Kältegeräte haben in der Regel 14 Jahre, Gefriergeräte 17 Jahre. AK berechnet werden zudem die Kosten für den jährlichen Stromverbrauch  
 3 Die EcoTopTen-Marktschranke basiert auf einer Befragung des Öko-Instituts e.V. im Zeitraum von August bis September 2005 bei insgesamt 34 Kühl- und Gefriergerätenherstellern auf dem deutschen Markt. Unternehmen oder Marken, die in der EcoTopTen-Marktschranke fehlen, haben entweder nicht ganzwert oder keine Geräte gemacht, die die EcoTopTen-Kriterien einhalten.  
 a Absolutautomatische Klimafunktion  
 b FrostFree-System: Gefriertruhe weist keine Hersteller um bis zu 70% weniger Frostschichten auf  
 c Präzisions-Einstellung und Anzeige der Kühl- und Gefriertruhen-Temperatur  
 d Kühl- und Gefrierfach sind getrennt regelbar und abschaltbar  
 e Warmsystem bei zu hoher Temperatur (optisch und/oder akustisch)  
 f Warmsystem bei zu hoher Temperatur (optisch und/oder akustisch)  
 g Frostschutzfunktion (optisch und/oder akustisch)  
 h Frostschutzfunktion (optisch und/oder akustisch)  
 i Frostschutzfunktion (optisch und/oder akustisch)  
 j Isolationsklasse 3h: Zobel

**Kurznotiert**

- EcoTopTen empfiehlt Ihnen Kühlschränke, Kühl-Gefrierkombinationen, Gefriertruhen und Gefrierschränke der Energieeffizienzklasse A++.
- Die EcoTopTen-Kühl-Gefrierkombis haben für den Kühl- und Gefrierfach je einen separaten Temperaturregler. Zum Vergleich stellen wir Ihnen in jeder Kategorie ein typisches Gerät mit Energieeffizienz A oder A+ vor.
- Alle EcoTopTen-Geräte sind ökologische Spitzenprodukte am Markt. Da sie sich aufgrund ihrer unterschiedlichen Größe nicht direkt vergleichen lassen, wird auf ein Ranking verzichtet. Die Modelle sind mit mehr als 250 Litern Nutzinhalt finden Sie unter [www.ecotopten.de/prod\\_kuehlen\\_prod.php](http://www.ecotopten.de/prod_kuehlen_prod.php)
- Für Ihre Auswahl helfen Ihnen die Angaben zum Nutzinhalt oder zu den jährlichen Gesamtkosten. Oder Sie achten auf Sonderfunktionen wie Abtauautomatik, energiesparende Urlaubsprogramme oder Temperatur-Warnsysteme.
- Leider beschränkt sich die Auswahl auf Standgeräte. Bisher gibt es auf dem deutschen Markt keine Einbaugeräte mit Energieeffizienz A++ zu einem angemessenen Preis.
- Haben Sie genügend Stellfläche? Dann wählen Sie eine Gefriertruhe anstelle eines Gefrierschranks. Bei gleichem Nutzinhalt verbraucht sie weniger Energie.

Alle seit 1995 in Deutschland produzierten Kühl- und Gefriergeräte sind frei von ozonschädigenden Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FKKW). Vor allem Geräte, die bis Mitte der Neunziger Jahre produziert wurden oder solche, die im Ausland hergestellt werden, können aber nach wie vor klimaschädliche Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FKW) enthalten. Mehr zum Thema Entsorgung alter Geräte lesen Sie unter [www.ecotopten.de/prod\\_kuehlen\\_faq.php](http://www.ecotopten.de/prod_kuehlen_faq.php)



## 6 Literatur

- Blauer Engel 2003      Grundlage für Umweltzeichenvergabe – Energiesparende Kühl- und Gefriergeräte RAL-ZU 75. [www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de). Besucht am 25.04.2003.
- BMU 2005      Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.); Elektroschrott – vermeiden und verwerten. Das neue Elektro- und Elektronikgerätegesetz.; Berlin, April 2005.
- Böde et al. 2000      Böde, U.; Bradke, H.; Cremer, C.; Detaillierung des Stromverbrauchs privater Haushalte in der Bundesrepublik Deutschland 1997 – 2010. Studie des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe, Dezember 2000.
- BSH 2005 a      Durchschnittlicher Flottenverbrauch für verschiedene Kühlgeräte-kategorien. Information von Bosch/Siemens/Hausgeräte 2005.
- BSH 2005 b      Absatzzahlen für verschiedene Kühlgerätekategorien für die Jahre 2000 bis 2004. Information von Bosch/Siemens/Hausgeräte 2005.
- BSH 2005 c      Durchschnittliche Preis für verschiedene Kühlgerätekategorien zwischen Februar 2004 und Januar 2005. Information von Bosch/Siemens/Hausgeräte 2005.
- CECED (n.d.)      Stamminger, R. (Co-ordinator and Editor); Kemna, R.; CECED Report on Energy Consumption of Domestic Appliances in European Households Results of a stock model calculation including scenarios for future developments.
- EU Rat 1992      Richtlinie 92/75 EWG des Rates vom 22. September 1992 über die Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen durch Haushaltsgeräte mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen; hrsg. vom Europäischen Rat; Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften (ABl), Nr. L 297, 13.10.92, 16-19.
- COM 1994      Richtlinie 94/2 EG der Kommission vom 21. Januar 1994 zur Durchführung der Richtlinie 92/75/EWG betreffend die Energieetikettierung für elektrische Haushaltskühl- und -gefriergeräte sowie entsprechende Kombinationsgeräte (Veröffentlichungsbedürftige Rechtsakte); hrsg. von der Europäischen Kommission; Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften (ABl), Nr. L 45, 17.2.94, 1-22.
- COM 2003      Richtlinie 2003/66/EG der Kommission vom 3. Juli 2003 zur Änderung der Richtlinie 94/2/EG zur Durchführung der Richtlinie 92/75/EWG des Rates betreffend die Energieetikettierung für elektrische Haushaltskühl- und -gefriergeräte sowie entsprechende Kombinationsgeräte; (Test von Bedeutung für den EWR); hrsg. von der Europäischen Kommission; Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften (ABl), Nr. L 170, 9.7.2003, 10-14.
- Gabel et al. 1998      Gabel, M.; Heinrich, H.; Kreis, H.; Meyer, A.; Welpotte, H.-D.; Wenning, U.; Entsorgung von Haushalt-Kältegeräten in Deutschland. Eine Information des Fachverbandes Elektro-Haushalt-Großgeräte im ZVEI. Stand: Dezember 1998.

- GfK 2003 GfK Panel Services Consumer Research GmbH; Useful Life in Years of previous appliance (Refrigerators and Deep Freezers). MDA Presentation Consumer Panel D; Year 2003.
- GfK 2004 GfK Electro\*Scope Ba-National 2004; Bestand nach Anschaffungsjahren, Warengruppe Kühlschränke inkl. Kombinationen und Warengruppe Gefriergeräte; 01.01.2004.
- Grießhammer et al. 2004 Grießhammer, R.; Buchert, M.; Gensch, C.-O.; Hochfeld, C.; Rüdener, I.; Ebinger, F.; "PROSA – Klartext zur sozialen und gesellschaftlichen Dimension von Produkten". In: uwf - Umweltwirtschaftsforum, 12. Jg., 1/2004, 42-46
- Manini 2001 Manini, P.; Vacuum Insulation Panels (VIPs) Technology: a Viable Route to Improve Energy Efficiency in Domestic Refrigerators and Freezers. In: Bertoldi, P.; Ricci, A.; de Almeida, A. (eds.); Energy Efficiency in Household Appliances and Lighting; Springer-Verl. Berlin, Heidelberg, 2001, 122-127
- Nipkow 2002 Nipkow, J.; Klimaklassen von Haushalt-Kühl-/Gefriergeräten. Schweizerische Agentur für Energieeffizienz, ARENA, 8006 Zürich, 2002.
- Rüdener / Gensch 2005 Rüdener, I.; Gensch, C.-O.; Environmental and economic evaluation of the accelerated replacement of domestic appliances. Case study refrigerators and freezers. With collaboration of Martin Möller and Dietlinde Quack. Commissioned by European Committee of Manufacturers of Domestic Equipment (CÉCED). Freiburg 2005.
- Test 8/2002 Stromverbrauch entscheidet; Einbaukühlschränke-Test; in: Test 8/2002, 67-69.
- Test 11/2004 Die coolsten Typen; Gefrierschränke-Test; in: Test 11/2004, 70-73.
- Test 10/2005 Ganz schön frisch; Kühl-Gefrier-Kombis-Test; in: Test 10/2005, 56-61.
- Quack / Rüdener 2004 Quack, D.; Rüdener, I.; EcoTopTen Stoffstromanalyse relevanter Produktgruppen – Energie- und Stoffströme der privaten Haushalte in Deutschland im Jahr 2001. Öko-Institut e.V., Freiburg 2004.
- Umweltzeichen 2004 Entscheidung der Kommission vom 6. April 2004 zur Festlegung überarbeiteter Umweltkriterien für die Vergabe des Umweltzeichens der Gemeinschaft für Kühlgeräte und zur Änderung der Entscheidung 2000/40/EG (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2004) 1414). (Text von Bedeutung für den EWR) (2004/669/EG). Amtsblatt der Europäischen Union L 3006; 16-21.
- VDEW 2003 Haushaltsstromverbrauch nach Anwendungsarten Tabelle 10, 2002; <http://www.hea.de/excel/tab10.xls>.
- Zoughaib / Clodic 2001 Zoughaib, A.; Clodic, D.; Technical and Economical Evaluation of Vacuum Insulated Panels for a European Freezer. In: Bertoldi, P.; Ricci, A.; de Almeida, A. (eds.); Energy Efficiency in Household Appliances and Lighting, Springer-Verl. Berlin, Heidelberg, 2001, 128-139
- ZVEI 2005 GfK Marketing Services GmbH & Co. KG und ZVEI: Elektro-Hausgeräte (Hg.); Zahlenspiegel des deutschen Elektro-Hausgerätemarktes 2005/2006. Stand: 06.12.2005