Enno Thormählen, Cornelia Weskamp

Vergleichende Marktanalyse und Produktbewertung von Haushaltsgeräten aus ökologischer Sicht

Schriftenreihe des IÖW 65/93

i | ö | w
INSTITUT FÜR
ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

Schriftenreihe des IÖW 65/93

Enno Thormählen, Cornelia Weskamp

Vergleichende Marktanalyse und Produktbewertung von Haushaltskühlgeräten aus ökologischer Sicht

Berlin 1993

ISBN 3-926930-59-4

INHALTSVERZEICHNIS

		SEITE
1.	**Einleitung**	**4**
2.	**Ökologische Problemdimensionen und Gestaltungs anforderungen für Haushaltskühlgeräte**	**5**
2.1.	Zur Ausgangssituation: der Elektrohandel im Spannungsfeld von Produktpolitik und ökologischen Anforderungen	5
2.2.	Die FCKW-Problematik	11
2.2.1.	Das Ozonzerstörungs- und Treibhauspotential	11
2.2.2.	Mögliche Ersatzstoffe als Kältemittel	13
2.2.3.	Die Dämmung mit FCKW und mögliche Ersatzstoffe	16
2.3.	Der Energieverbrauch	18
2.4.	Die Ausstattung	19
2.5.	Die Entsorgung und Recyclingfähigkeit von Haushaltskühlgeräten	20
2.5.1.	Die Abfallsituation der Haushaltskühlgeräte	20
2.5.2.	Die Entsorgung von Kühlgeräten	22
2.5.3.	Die Entsorgungsanlagen	22
2.5.4.	Die Entsorgungskosten	25
2.5.5.	Problembereiche der Entsorgung	27
2.5.6.	Die Erfassungsrate der FCKW durch die Kühlgeräteentsorgung	28
2.5.7.	Auswirkungen der geplanten Elektronik-Schrott-Verordnung auf die Kühlgeräteentsorgung	29

2.6. Anforderungen an einen Öko-Kühlschrank 30

3. Vergleichende Marktanalyse und Produktbewertung von Haushaltskühlgeräten 32

3.1. Die Hersteller 32

3.2. Erwartungen der Kunden an Haushaltskühlgeräte 35

3.3. Der potentielle Beitrag des Einzelhandels zum Umweltschutz 36

3.4. Die ABC-Analyse als Instrument der Produktbewertung 38

3.5. Durchführung einer Produktbewertung von Haushaltskühlgeräten an neun Beispielen 38

4. Zusammenfassung 45

Verzeichnis der Abbildungen 49

Verzeichnis der Tabellen 49

Verzeichnis der Abkürzungen 50

Literaturverzeichnis 51

Anhang

1. Einleitung

Diese Studie entstand im Rahmen eines Modellversuchs "Umweltschutz im Einzelhandel" im Auftrag der Zentralstelle für Berufsbildung im Einzelhandel e.V. (**zbb**), Köln, mit Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft für die Seminarreihe "Umweltschutz im Elektrohandel - Strategien für Ihren Betrieb".

Während der Umweltschutz für die meisten Unternehmen längst zu einem ernstzunehmenden Thema geworden ist, wird Umweltschutz im Handel häufig auf die Verpackungsproblematik reduziert.

Gerade der Elektrohandel als Schaltstelle zwischen Produzenten und Verbrauchern trägt angesichts der enormen Größenordnung von mehr als 6 Millionen Geräten Ersatzbedarf pro Jahr in der Bundesrepublik mit ca. 300 000 Tonnen Gesamtgewicht[1] eine gravierende Verantwortung für den Umweltschutz.

Um dieser Verantwortung gerecht zu werden, sind die Einzelhändler im Elektrohandel gefordert, sich über potentielle Umweltwirkungen ihres Sortiments zu informieren, diese Information an MitarbeiterInnen weiterzugeben und in fachgerechte und informative Kundenberatung umzusetzen sowie darüberhinaus so weit wie möglich aktive Einflußnahme auf die Hersteller und Lieferanten in Richtung umweltfreundlichere Produktpalette zu nehmen.

Das Engagement in Richtung Umweltschutz bietet dem Einzelhandel jedoch auch unternehmerische Chancen: Durch fachgerechte umweltbezogene Beratung und Sortimentspolitik tragen sie dem wachsenden Umweltbewußtsein der KundInnen Rechnung und können sich langfristig durch Stammkundenbindung Wettbewerbsvorteile verschaffen.

In der folgenden Studie werden am Beispiel von Haushaltskühlgeräten Anforderungen an einen Öko-Kühlschrank aufgezeigt, eine Marktanalyse zur gegenwärtig dynamischen Situation der Kühlgerätebranche vorgenommen und eine ABC-Analyse zur exemplarischen Produktbewertung durchgeführt. Damit soll diese Kurzstudie einen Beitrag dazu leisten, Händlern und Kunden Kriterien und Argumente für ein umweltverträgliches Haushaltskühlgerät näherzubringen.

---

[1] Hüttemann 1991

2. Ökologische Problemdimensionen und Gestaltungsanforderungen für Haushaltskühlgeräte

2.1. Zur Ausgangssituation: der Elektrohandel im Spannungsfeld von Produktpolitik und ökologischen Anforderungen

Umweltschutz ist in den Privathaushalten kein Fremdwort mehr: Beim Waschen, Putzen, Kochen, Spülen wird zunehmend Wert auf Umweltverträglichkeit gelegt.
Besonders die Hersteller von Wasch- und Reinigungsmitteln waren in jüngster Vergangenheit durch den Druck der Öffentlichkeit mehrfach gezwungen, ihre Produkte umweltverträglicher zu gestalten und auf umweltschädigende Inhaltsstoffe zu verzichten.
Bei den meisten Tätigkeiten im Haushalt sind heute Elektrogeräte unterstützend im Einsatz.
So belief sich der Gesamtbestand 1990 in der Bundesrepublik (ohne neue Bundesländer) auf ca.:[2]

- 38 Millionen Kühl/Gefriergeräte[3]
- 24 Millionen Waschautomaten
- 20 Millionen Herde und Backöfen
- 9 Millionen Geschirrspüler
- 5 Millionen Wäschetrockner

Die Umweltverträglichkeit dieser Geräte wird jedoch meist noch auf das Entsorgungsproblem sowie den Wasser- und Energieverbrauch während der Betriebsdauer reduziert.[4] Mit der vehement aufgetretenen Diskussion um FCKW (Fluorchlorkohlenwasserstoff) in Haushaltskühlgeräten ist es wiederum ein Gefahrstoff, der in der Hauptsache bei der Entsorgung Umweltprobleme aufwirft.
Rohstoffeinsatz, Energieverbrauch und Emissionen der Produktion und des Vertriebs: Das alles ist in der Diskussion um Umweltschutz im Elektrohandel vielfach nicht präsent. Ein Grund könnte in der mangelnden Rückkopplung und Kommunikation der Kette Hersteller - Handel - Verbraucher liegen. Mit

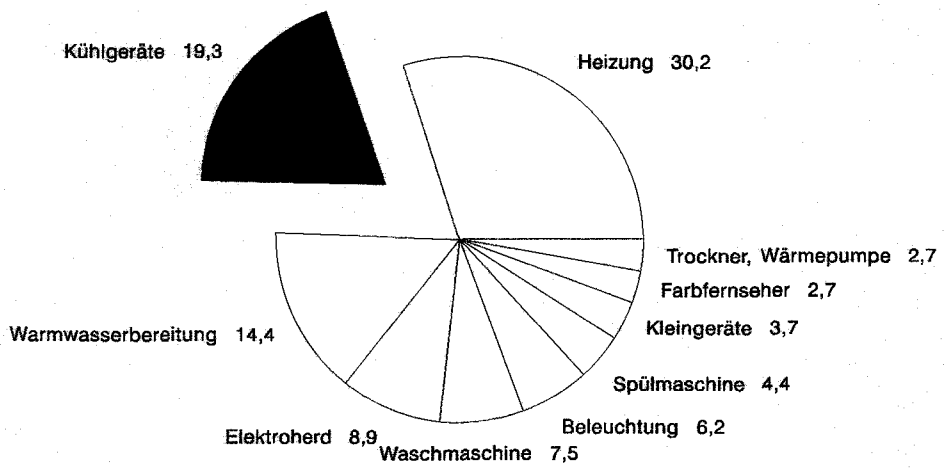
---

[2] Hüttemann 1991
[3] Für die neuen Bundesländer liegen keine genauen Daten zur Versorgung mit Haushaltselektrogeräten vor. Vorsichtige Hochrechnungen gehen von einem Gesamtbestand von 50 Millionen Kühl-/Gefriergeräten aus.
[4] Erste Bemühungen zu einer erweiterten Betrachtungsweise liegen im Rahmen des europäischen Umweltzeichens vor.

der für 1994 geplanten Elektronik-Schrott-Verordnung[5] könnte zumindest die materiale Rückkopplung verstärkt werden.
Bei den Elektrohaushaltsgeräten, die mittlerweile zur Standardausrüstung eines Haushalts gehören wie Kühlschrank, Herd, Waschmaschine, lassen sich spätestens seit der letzten Energiekrise Bemühungen erkennen, den Energieverbrauch dieser Geräte zu drosseln. Bei zahlreichen Geräten haben sich mittlerweile die Werte des Energieverbrauchs bei der Nutzung auf bis zu 50 % reduziert, bei Wasch- und Geschirrspülmaschinen gilt dies auch für die Reduzierung des Wasserverbrauchs. Gefahrenstoffe wie Asbest und Cadmium wurden eliminiert.[6]
Die Abbildung 1: "Anteil von Kühlgeräten am Stromverbrauch bundesdeutscher Haushalte" zeigt die prozentuale Verteilung des Stromverbrauchs auf die verschiedenen Anwendungsbereiche im Haushalt. Es wird deutlich, daß der größte Teil des Stromverbrauchs in Haushalten durch sogenannte weiße Ware verursacht wird, allein 19,3 % durch Haushaltskühlgeräte.

Abbildung 1:

Anteil von Kühlgeräten am Stromverbrauch bundesdeutscher Haushalte
Alte Bundesländer



Quelle: FIZ Karlsruhe

---

[5] vgl. Kap. 2.5.7. Auswirkungen der geplanten Elektronik-Schrott-Verordnung auf die Kühlgeräteentsorgung
[6] Hüttemann 1991

Aus diesem Grund hat das RWE[7] eine Aktion gestartet, die jedem Kunden einen Zuschuß von 100 DM gewährt, sofern er ein energiesparendes Gerät erwirbt. Hierdurch sollen sich CO_2 Einsparungen bis 1995 von insgesamt 121 000 Tonnen ergeben.
Ansonsten beschränkt sich Umweltschutz bei Elektrogeräten auf Technikentwicklung, z. B. zur Reduzierung von Waschmittelverbrauch oder zur Filterung von Schadstoffen im Hausstaub.
Seit Recycling zu einem ernstgenommenen Thema avancierte und mit den Auflagen der für 1994 geplanten Elektronikschrottverordnung wird auch der Bereich der Entsorgung focussiert. Hier existieren erste Ansätze, durch Kennzeichnung von Kunststoffteilen eine recyclingfreundlichere Entsorgung zu gewährleisten.
Um die Umweltverträglichkeit eines Elektrogerätes zu überprüfen, müssen die Stationen Herstellung, Distribution, Verwendung und Vernichtung betrachtet werden.
Die Abbildung 2:"Problemdimensionen und Kriterien einer ökologischen Produktpolitik" zeigt mögliche Betrachtungsebenen ökologischer Elektrogeräte von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung.

Ob Elektrogeräte,

- deren Notwendigkeit im Einzelfall zweifelhaft ist (z. B. Trockner, Eierkocher) bzw.
- für die mechanische Alternativen existieren (z. B. Dosenöffner, Brotschneidemaschinen) oder
- die noch bezüglich ihrer Gesundheitsauswirkungen in der Diskussion stehen (z. B. Mikrowellenherde),

grundsätzlich als ökologisch eingestuft werden können, soll an dieser Stelle nicht vertieft werden. Der Elektrohandel sollte hier die Bereitschaft zur kundenorientierten Beratung zeigen, d. h. gemeinsam mit den KundInnen den Gebrauchswert eines Produktes zu erörtern und auch mechanische Alternativen anzubieten.
Die Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Haushaltskühlgeräten beschränkt sich immer noch vorrangig auf die Nutzung und Entsorgung der Kühlgeräte. Der Produktionsprozeß als solcher findet noch wenig Beachtung. Das gilt sowohl für Produktionsverfahren in Bezug auf Energie- und Wasser

[7] Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerke Energie AG

verbrauch wie auch für Ressourceneinsatz. Lediglich der Einsatz von Gefahrstoffen kam mit der FCKW-Diskussion in Bewegung.

Abbildung 2:
Problemdimensionen und Kriterien einer ökologischen Produktpolitik

Herstellung:	Rohstoffgewinnung, -verarbeitung	nachwachsend, regenerativ, wiederverwendbar, -verwertbar, recyclingfähig, energie- und materialminimiert
	Transport	Strecke, Verkehrsmittel
	Produktion	Emissionen (Luft, Wasser, Boden, Lärm), Verbrauch (Energie, Schad- oder Gefahrstoffe, Wasser), Werkstoffminimierung, Werkstoffkennzeichnung, Entwicklung energie- und materialminimierender Techniken, Konstruktion demontage- und reparaturfreundlicher Produkte
	Transport	Strecke, Verkehrsmittel
Distribution:	Handel/Vertrieb	informative Werbung, Verpackungsvermeidung, Kundendienst, Beratung, ökologische Sortimentspolitik
	Transport	Strecke, Verkehrsmittel
Verwendung:	Konsum	Bevorzugung langlebiger, entsorgungsfreundlicher Güter, produktschonende und ausgelastete Nutzung, Wasser- und Energieverbrauchsminimierung, Wasch- und Reinigungsmittelminimierung
	Transport	Strecke, Verkehrsmittel
Vernichtung:	Beseitigung (Entsorgung, Recycling)	Müllvolumen, Wiederverwertbarkeit, Recycling, Schadstoffanteil

IÖW 6/93

Dabei wird geschätzt, daß für Herstellung und Distribution eines Haushaltskühlgerätes ca. 1250 kWh Energie benötigt wird.[8] Die Luft- und Wasserbelastung durch den Betrieb eines Gerätes ist zwar dreimal höher als durch die Herstellung und Entsorgung zusammen, angesichts der ca. 4 Millionen

[8] Hofstetter 1992

hergestellten Geräte allein in der Bundesrepublik werden jedoch nicht unerhebliche 5 Milliarden kWh für die Herstellung und Distribution von Haushaltskühlgeräten pro Jahr in der BRD benötigt.
Der Betriebsenergieverbrauch in der BRD lag 1991 bei etwa 9,7 Milliarden kWh für Kühlgeräte und 8,5 Milliarden kWh für Gefriergeräte.[9] Daher befasste sich in jüngster Vergangenheit die Forschung in der Hauptsache mit der Entwicklung energiesparender Geräte (bei der Nutzung) und komfortableren Ausstattungen.
Die Frage, ob ein Altgerät z. B. nach 10 Jahren durch ein neues energiesparendes und gefahrstoffarmes ersetzt werden soll, um Energiekosten und zu sparen, ist nicht generalisierend zu beantworten, sondern hängt vom Einzelfall ab. Dies ist eher Aufgabe der Verbraucherverbände hier umfassende Informationen und Beratung bereit zu stellen.
Nach wie vor bestehen Haushaltskühlgeräte seit 60 Jahren zum größten Teil aus Eisenblech mit Beschichtung. Hier bestehen noch Potentiale, den Anteil an Schwermetallen beim Korrosionsschutz zu vermindern oder bspw. den Anteil an Recyclingkunststoff zu erhöhen.
Die Transportwege sind standortabhängig. Solange in ganz Deutschland standortunabhängige Preise bestehen, wird die Sensibilität der Händler und Kunden für die Länge und Art der zurückgelegten Wegstrecken nicht geschärft. Die Berücksichtigung der Umweltschäden durch den Transport verlangt jedoch eine andere Verkehrspolitik.
Bei der Entsorgung von Altgeräten entstehen jedes Jahr enorme Mengen an Müll mit steigender Tendenz. Die Tabelle 1: "Bestandteile eines Kühlschrankes und ihr Gewichtsanteil"[10] zeigt, daß 1987 insgesamt 75 776 Tonnen Altgeräte angefallen sind. Für die 4 Millionen 1992 verkauften Kühlgeräte in der BRD ergeben sich bei ihrer Entsorgung 131 784 Tonnen Müll, die entsorgt, recycled und wiederverwertet werden müssen. Der Restmüllanteil liegt dann immerhin noch bei mindestens 26,4 % (vgl. auch Kap. 2.5. Die Entsorgung und Recyclingfähigkeit von Haushaltskühlgeräten).
Obwohl Kühlschränke erst seit kurzer Zeit (ca. seit den 50er Jahren) zur Grundausstattung eines Haushalts gehören, sind sie unverzichtbar geworden. Das war jedoch nicht immer so:
Vor Einzug der Kühlgeräte in die Haushalte wurde zum einen weniger Kühlung benötigt:

---

[9] Umwelt 1993
[10] siehe Punkt 2.5.1. Die Abfallsituation der Haushaltskühlgeräte

- die Zwischenlagerung war kürzer, da regelmäßiger, weil zentraler, eingekauft wurde,
- die Haushalte waren größer, daher war der Verbrauch von Lebensmitteln schneller und homogener
- es wurden alternative Konservierungsmethoden wie Dörren, Pökeln, Einkochen verwendet;

zum anderen existierten Kühlalternativen, die nicht elektrisch betrieben werden mußten:

- Kellerräume,
- Vorratskammern, die nach Norden ausgerichtet waren und keine Fenster hatten,
- im Winter der Zwischenraum der Doppelfenster.

Bei den ersten Kühlschränken kamen Ammoniak, Kohlendioxid, Schwefeldioxid, Ethylchlorid, Methylchlorid und Isobutan als Kältemittel zum Einsatz.[11]
Diese Stoffe sind entweder brennbar, toxisch, explosiv, geruchsbelästigend oder schlichtweg als Kältemittel unbrauchbar.
Die Entdeckung der Fluorchlorkohlenwasserstoffe wurde daher als segensreich empfunden, da sie nicht brennbar, ungiftig, stabil und geruchslos waren, bei gleichzeitig thermodynamisch günstigen Kühleigenschaften.
Als dieser Stoff in den Verdacht geriet, schädliche Auswirkungen auf die Ozonschicht und das Treibhauspotential zu besitzen, wurde zunächst beschwichtigt, der FCKW-Anteil, der durch Haushaltskühlgeräte verursacht würde, sei gering, gemessen am Gesamtausstoß z. B. durch Sprays oder Autoklimaanlagen. Umgerechnet auf alle Haushaltskühlgeräte auf der Erde ergibt sich jedoch ein Potential von 300 000 Tonnen FCKW.[12]
Der Schwerpunkt der folgenden Darstellung von ökologischen Problemdimensionen und Gestaltungsanforderungen für Haushaltskühlgeräte liegt auf der FCKW- und der Entsorgungsproblematik, da hier durch staatliche Vorgaben der größte Handlungsbedarf zu erkennen ist.

---

[11] Hofstetter 1992
[12] Hofstetter 1992

2.2. Die FCKW-Problematik

2.2.1. Das Ozonzerstörungs- und Treibhauspotential

Seit einiger Zeit wird die Kälteindustrie beherrscht von der Diskussion um die Frage nach einem geeigneten FCKW-Ersatzstoff. Anlaß ist die Vorgabe des Bundesumweltministeriums ab 1995, nur noch FCKW-freie Kühlschränke herstellen zu dürfen, da FCKW eine Abnahme der Ozonkonzentration in der Stratosphäre verursacht.
In einer Höhe von 10 - 50 km (Stratosphäre) umhüllt die Ozonschicht schützend die Erde und absorbiert, ab einer gewissen Konzentration, die äußerst schädliche ultraviolette Strahlung zum Schutz der Biosphäre. Somit entscheidet der Ozongehalt mit nur 1 Millionstel Anteil am Luftvolumen in der Stratosphäre über die Lebensbedingungen auf der Erde. Bereits geringste Änderungen der Ozonkonzentration haben schwerwiegende Auswirkungen.
Besonders drastisch sind diese aufgrund der besonderen klimatischen Verhältnisse über der Antarktis. 1978 wurde dort ein derartig niedriger Ozongehalt festgestellt, daß die Wissenschaftler zunächst an einen Meßfehler glaubten. Dieses Ozonloch besaß die Größe der Vereinigten Staaten mit jährlich steigender Tendenz. Neben seiner Kernzone über dem antarktischen Festland überdeckt sein Randbereich die gesamte Südhalbkugel bis zum Äquator. In Australien verbreiten die Rundfunksender inzwischen Hautkrebswarnungen wie bei uns Verkehrsmeldungen. Jährlich kommen 140 000 neue Fälle an Hautkrebs allein in Australien dazu.
Eine weitere Folge des Ozonlochs ist die Zunahme von Augenkrankheiten, wie dem grauen Star, Schäden der Feldfrüchte und des Phytoplanktons, das die Basis der Nahrungskette im Meer bildet.
Verursacher dieses Ozonlochs sind die Chloratome der FCKW. Seit Beginn ihrer industriellen Produktion in den 50er Jahren stieg ihre Konzentration in der Atmosphäre sprunghaft an. Das Problem wurde inzwischen weltweit erkannt und die beteiligten Staaten haben im Montrealer Protokoll 1987 ihren Ausstieg aus der FCKW-Produktion erklärt.
Doch die Zerstörung der Ozonschicht wird sich weiterentwickeln, selbst, wenn die FCKW-Emissionen heute schlagartig gestoppt würden, denn FCKW brauchen 10-20 Jahre bis sie die Ozonschicht erreichen und sind dort sehr langlebig. Das heißt, die im Moment ozonschichtzerstörenden FCKW wurden bei uns vor 10-20 Jahren emittiert. Ein aus FCKW freigesetztes Chloratom kann 10 000 Ozonmoleküle zerstören.

FCKW hat jedoch nicht nur eine ozonschichtzerstörende Wirkung, sondern auch Auswirkungen auf den Treibhauseffekt.
Der Treibhauseffekt wird durch Spurengase in der Atmosphäre hervorgerufen. Ein gewisser Anteil ist normal und sorgt dafür, daß es in Erdnähe wärmer ist als in höheren Luftschichten. Die kurzwelligen Sonnenstrahlen können die Spurengase in der Atmosphäre passieren, werden von der Erde absorbiert und in langwellige Wärmestrahlen umgewandelt. Diese werden jedoch von den Spurengasen reflektiert. Durch eine Erhöhung des Spurengasanteiles in der Luft wird ein großer Anteil zurückgestrahlt, und dies hat eine Erwärmung der bodennahen Luftschichten zur Folge. Es kommt zu einem Wärmestau wie bei einem Treibhaus. Nach der derzeitigen wissenschaftlichen Diskussion werden bei dem gegenwärtigen Trend die Temperaturen auf der Erde zwischen 5 - 10 Grad C° ansteigen, was enorme Klimaveränderungen zur Folge hat.
Jedes FCKW-Molekül trägt bis zu 18 000mal mehr zum Treibhauseffekt bei als ein CO_2 Molekül.[13]

Abbildung 3:
TEWI-Bilanz eines Einbaukühlgerätes mit 167 Liter Nutzinhalt

- TEWI ist die Abkürzung für "Total Equivalent Warming Impact".
- TEWI umfaßt die gesamte Treibhausbelastung einer Kälteanlage (oder eines Kühlschrankes) und ist die Summe aus drei Beträgen:

Einbaukühlschrank 167 l/500 a		
	bisher	Ersatz
Direkte Treibhausbelastung durch die Emission des Kältemittels bisher: FCKW R 12, Ersatz: FKW R 134a	12 %*	1 %*
Direkte Treibhausbelastung durch die Emission des Dämmgases bisher FCKW R 11, Ersatz FKW R 134a	7 %*	2 %*
Indirekte Treibhausbelastung durch die CO_2-Emission bei der Stromerzeugung im Kraftwerk durch Betriebsenergieverbrauch (15 Jahre)[1]	81 %	81 %
Gesamte Treibhausbelastung TEWI (3100 kg CO_2 = 100 %)	100 %	84 %

* Recycling am Ende der Lebensdauer reduziert diesen Wert

[1] abhängig vom Energieverbrauch des jeweiligen Gerätes; im Kraftwerk wird pro kWh 0,61 kg CO_2 in Deutschland und in China 1,45 kg CO_2 erzeugt.

Quelle: Die moderne Küche 2/93, IÖW eigene Ergänzung

[13] Greenpeace e.V. 1992

Die Abbildung 3: "TEWI-Bilanz eines Einbaukühlgerätes mit 167 Liter Nutzinhalt" zeigt die Treibhausbelastung durch FCKW, FKW und Stromerzeugung im Vergleich. Es wird deutlich, daß die Treibhausbelastung durch FCKW wesentlich höher (19 %) ist, als durch den möglichen Ersatzstoff FKW (3 %).
Bei Ersatzstoffen wie Propan/Butan bzw. Pentan liegt die Treibhausbelastung bei nahezu 0 %.
Gleichzeitig wird jedoch auch deutlich, daß die indirekte Treibhausbelastung durch den Betriebsenergieverbrauch den mit Abstand größten Stellenwert einnimmt, d. h. ein energiesparendes Gerät kann wesentlich mehr zur Verminderung der Treibhausbelastung beitragen, als beispielsweise ein Gerät mit FKW- oder Propan/Butan-Kältemittel, das jedoch energieintensiv im Verbrauch ist (vgl. auch Kap. 2.3. Der Energieverbrauch).

2.2.2. Mögliche Ersatzstoffe als Kältemittel

Um aus der FCKW-Produktion auszusteigen sind Ersatzstoffe erforderlich, die umweltfreundlicher und sofort verfügbar sind.
Mit der Auswahl der Ersatzstoffe wurde bereits 1974 begonnen, jedoch nicht mit der gebotenen Dringlichkeit.
Anfang der 80er Jahre wurden in den USA verschiedene Prüfprogramme gestartet, indem eine Vielzahl potentieller Substanzen auf ihre Gesundheitsgefahr und ihr Ozonzerstörungspotential hin untersucht wurden. Übrig blieben Kohlenwasserstoffe wie Propan/Butan, Ammoniak, H-FCKW und FKW (R 134a). Während Kohlenwasserstoffe und Ammoniak bereits bekannte Substanzen waren, die bei der Erdölgewinnung anfallen, waren die H-FCKW[14] (z. B. R 141b) und FKW (Fluorkohlenwasserstoff) neue Entwicklungen der chemischen Industrie.
Sie unterscheiden sich von den FCKW durch einen geringeren Chloranteil (H-FCKW) bzw. Chlorfreiheit (FKW).
Die H-FCKW wurden wegen ihres ozonzerstörenden Potentials außer acht gelassen.
Im konkreten Fall des Kältemittels für Haushaltskühlgeräte kamen folgende Alternativen in die engere Wahl:

FKW (R 134a, R 152a)
Propan, Butan u. a. Kohlenwasserstoffe

[14] H-FCKW (teilhalogenierter Fluorchlorkohlenwasserstoff)

Ammoniak

R 152a ist ebenso wie R 134a ein chlorfreier Fluorwasserstoff. Im Gegensatz zu R 134a besitzt er jedoch kaum Treibhauspotential. Der entscheidende Nachteil des Stoffes ist seine Brennbarkeit. Aus diesem Grund wurde der Stoff von den Anwenderindustrien schnell fallengelassen.

Ammoniak hat den Nachteil, toxisch zu sein und begrenzt brennbar. Diese Nachteile können jedoch durch sicherheitstechnische Maßnahmen ausgeschaltet werden. Ammoniak ist energetisch gegenüber FCKW günstiger und gegenüber FKW ebenbürtig, im Tiefkühlbereich sogar um 10-20 % günstiger. Die Betriebskosten sind vergleichbar, die Anlagenkosten jedoch deutlich höher. Ammoniak entsteht auf natürlichem Wege, ist schnell abbaubar und hat keine Auswirkungen auf Ozonschicht oder Treibhauspotential. Die Ammoniaktechnologie wurde unter dem Eindruck der FCKW-Technologie vernachlässigt.[15] Ammoniak ist vorwiegend für die Gewerbekälteindustrie geeignet. Die Herstellung wird synthetisch vorgenommen und ist energieaufwendig.

Die Wahl von **FKW R 134a** als Ersatzstoff für FCKW R 12 als Kältemittel im Kühlkreislauf erfolgte, weil es kein Ozonzerstörungspotential, nur geringe Toxizität und ein geringeres Treibhauspotential als das zu ersetzende FCKW besitzt. Das Know-How der Herstellung wurde bereits in den 70er Jahren entwickelt. Die Produktion von R 134a fügt sich in den Produktionsverbund der chemischen Industrie ein. So wird als Ausgangsstoff der Chlorkohlenwasserstoff Tri verwendet, der auch zur Herstellung von FCKW dient. Die Produktion von R 134a ist damit eine Möglichkeit, das aufgrund sinkender Nachfrage zunehmende Überangebot an Tri auf dem Markt zu verringern. R 134a kann in den meisten Anwendungsbereichen FCKW ersetzen, ohne daß wesentliche Verfahrensänderungen eingeführt werden müßten.

Letzlich gab in der BRD die Entscheidung der US-amerikanischen Automobilindustrie, ihre Autoklimaanlagen mit R 134a zu betreiben, den Anstoß, auch hier auf R 134a umzusteigen. In Autoklimaanlagen ist eine wesentlich größere Füllmenge an Kältemitteln als in einem Kühlschrank vorhanden. Insgesamt wurde damit ein erheblicher Markt geschaffen, der eine genügend große Nachfrage sicherstellte, so daß auch die Zulieferländer für die USA umstellten.

Wurde R 134a noch vor 18 Monaten als der Hoffnungsträger zum FCKW-Ausstieg gehandelt, so hat sich die Situation inzwischen teilweise gewandelt,

---

[15] Leisewitz 1992

denn R 134a stellt zwar gegenüber FCKW eine wesentlich geringere Umweltbelastung dar, ist jedoch nicht völlig ohne ökologische Nachteile.
Dabei wird in erster Linie auf das Treibhauspotential des Stoffes verwiesen (vgl. Abbildung 3: "TEWI-Bilanz eines Einbaukühlgerätes mit 167 Liter Nutzinhalt").
Bezieht man die Klimawirkung von R134a auf das mengenmäßig wichtigste Treibhausgas CO_2, dann ist das Treibhauspotential von R134a zwischen 400-3100mal so hoch wie das von CO_2. Die verschiedenen Werte hängen von der Verweildauer des Stoffes und des CO_2 in der Atmosphäre ab. Bis zum Jahr 2020 wird R134a insgesamt zu mindestens 0,5 - 1,5 % an zusätzlichem Treibhauseffekt beteiligt sein.[16]
Als weiteres Substitut für FCKW R12 wird ein Gemisch aus den Kohlenwasserstoffen **Propan** und **Isobutan** verwendet.
Beide Ersatzstoffe für FCKW als Kältemittel weisen im Gegensatz zu FCKW kein ozonschädigendes Potential auf. Propan und Butan dagegen tragen darüber hinaus auch nicht zum Treibhauseffekt bei.

Abbauverhalten:
R 134a ist ein Fluorkohlenwasserstoff, der im Gegensatz zu FCKW kein ozonzerstörendes Chlor mehr enthält. In der Natur kommt FKW so nicht vor. Bei der Produktion entstehen saure Gase (Fluorwasserstoff HF, Trifluoressigsäure TFA).[17] In erster Linie steigt der Stoff aufgrund seiner physikalischen Eigenschaften in die Atmosphäre auf. Aufgrund seiner langen Lebensdauer von 13 - 19 Jahren reichert er sich dort an, bis es zu erneutem Abbau kommt. Die Abbauprodukte HF und TFA werden mit dem Regen wieder auf die Erde zurückgespült und tragen dort zur Umweltschädigung bei. Beide Stoffe werden in der Natur nur in geringen Mengen synthetisiert. Berücksichtigt man die Zunahme verschiedenster anthropogener Stoffe in der Umwelt und die mangelnden Kenntnisse über ihr Zusammenwirken, ist eine Freisetzung dieser naturfremdem Stoffe äußerst kritisch zu beurteilen.
Propan und Butan sind Bestandteile von Erdöl. Für ihre Herstellung ist nur ein geringer Energieverbrauch notwendig. Propan/Butan werden in die ungiftigen Substanzen Wasser und CO_2 abgebaut.

Ozonbildungspotential:
Ozon tritt nicht allein in der Ozonschicht auf, sondern auch in Bodennähe.

---

[16] Mc Culloch 1992
[17] Franklin 1992

Ozon ist ein Gift, das die Schleimhäute und Bronchien reizt. Es bildet sich aus Stickoxiden, die unter anderem bei der Verbrennung von Kraftstoff freigesetzt werden sowie aus Kohlenwasserstoffen. Voraussetzung ist schönes klares sonniges Wetter.
Während R134a kein Ozonbildungspotential besitzt, können Propan und Butan bei hoher Hintergrundbelastung mit anderen Luftschadstoffen eine zusätzliche Ozonbildung auslösen. Das trifft in der Regel in Ballungsgebieten zu. Die Veränderungen bewegen sich jedoch im Promillebereich, da die durch Propan/Butan entstehende Menge verglichen mit der Gesamtemission an ozonbildenden Stoffen gering ist[18].
Zusammengefaßt hat R134a bei den Stoffeigenschaften in einigen Punkten ökologische Nachteile gegenüber Propan und Isobutan.

2.2.3. Die Dämmung mit FCKW und mögliche Ersatzstoffe

Sowohl der Betriebsenergieverbrauch als auch das Kältemittel und das Treibgas in der Isolierung tragen zum Treibhauseffekt bei. Summiert man den Energieverbrauch über die gesamte Produktlinie von der Herstellung der Rohstoffe, über die Produktion der Kühlschränke, die Gebrauchsphase bis zur Entsorgung, dann zeigt sich, daß mit etwa 90 % der größte Anteil auf den Betriebsenergieverbrauch fällt - der Anteil ist umso höher, je länger die Gebrauchsdauer ist und je weniger Kältemittel und Dämmung zum Treibhauseffekt beitragen.
Der effektivste Ansatz, Energie zu sparen, ist also die Optimierung des Betriebsenergieverbrauchs. Ein wesentlicher Faktor ist dabei die Isolierung. Denn ein absolut dichter Kühlschrank - sieht man vom Öffnen der Tür ab - braucht keine Energie, um die erwünschte Kälte aufrecht zu erhalten. Das Kältemittel spielt dabei also nur eine geringe Rolle. Zunächst war z. B. mit dem Einsatz von Propan und Butan ein erhöhter Energieverbrauch verbunden, doch konnte er durch technische Optimierung und eine dickere Dämmschicht reduziert werden.
Betriebsenergieverbrauch und Dämmung hängen also eng zusammen.
Bei der Dämmung von Haushaltskühlgeräten war es in der Vergangenheit üblich, Polyurethan (PUR) mit FCKW aufzuschäumen.

---

[18] UBA 1992

Als Ersatz für PUR ist noch Styropor (expandiertes Polystyrol) im Gespräch, während für die Schäumung mit Pentan, aber auch FKW alternativ zu FCKW gearbeitet wird.
Mit Pentan geschäumte Isolierungen sind völlig ozonunschädlich. Pentan hat in der Atmosphäre nur eine Lebensdauer von wenigen Tagen. Sein Beitrag zum Treibhauseffekt bewegt sich bei 1/1000 von FCKW.

Abbildung 4:
Vergleich von PUR mit EPS

	Polyurethan (PUR)	Expandiertes Polystyrol (EPS)
Herstellung	- Entstehung von Diamin, Phosgen, Isozyanate - Salzsäure Emissionen	- Styrol: potentiell karzinogen
Gebrauch	- unbedenklich - bessere Isolation als EPS - Treibgas wird emitiert	- unbedenklich - schlechtere Isolation als PUR
Entsorgung	- nicht recyclierbar - hoher technischer Aufwand bei der Trennung von Treibgas und Matrix	- recyclierbar - geringer technischer Aufwand bei der Trennung von Treibgas und Matrix

Quelle:Environmental Protection Services GmbH

Die Abbildung 4: "Vergleich PUR mit EPS"[19] zeigt die umweltrelevanten Eigenschaften der Isolationsmaterialien. Hier wird deutlich, daß PUR zwar die besseren Eigenschaften als Styropor besitzt (bessere Isolation), jedoch kaum recyclierbar ist und eine Trennung des Aufschäummaterials (FCKW, FKW, Pentan) kaum möglich ist (vgl. auch Kap. 2.5. Die Entsorgung und Recyclingfähigkeit von Haushaltskühlgeräten).
Neuere Entwicklungen, die allerdings noch keine Marktreife besitzen, sind Aerogele als Dämmaterial und Vakuum-Panelen.
Mit Pentan geschäumtes PUR kann z. Zeit als die ökologisch günstigste Alternative bezeichnet werden.

[19] Beck et al 1992

2.3. Der Energieverbrauch

Der Betriebsenergieverbrauch ist unter dem Aspekt des Treibhausbeitrages der bedeutendste Faktor - auch bei der Kaufentscheidung des Kunden, der zwischen Propan/Butan und R134a schwankt. Abbildung 3 (TEWI-Bilanz eines Einbaukühlgerätes mit 167 Liter Nutzinhalt) zeigt, daß ca. 81 % des CO_2-Ausstosses durch den Betriebsenergieverbrauch verursacht werden. Wobei Propan/Butan als Kältemittel und Pentan geschäumte Dämmungen keinen nennenswerten Treibhauseffekt besitzen sowie weitere ökologische Vorteile gegenüber FKW aufweisen, und im Zweifel vorzuziehen sind.
Beim Betriebsenergieverbrauch wurden in den Jahren zwischen 1978 und 1992 34 % bei Kühlgeräten und 42 % bei Gefriergeräten eingespart.[20]
Pro 0,10 kWh/24h Unterschied im Betriebsenergieverbrauch ergeben sich 164,36 DM Kostenunterschiede (auf eine Nutzungsdauer von 15 Jahren und 0,30 DM/kWh bezogen).
Bei Kühlschränken mit sparsamem Verbrauch (0,35 kWh/24h) lassen sich damit gegenüber Geräten mit sehr hohem Verbrauch (0,90 kWh/24h)[21] über die gesamte Betriebsdauer 903 DM sparen.
Bei Gefriertruhen mit 200 - 300 L Nutzungsvolumen ist der Unterschied noch erheblicher: Hier ergeben sich Einsparungen von 2792 DM bei einem Gerät mit 0,50 kWh/24h gegenüber einem mit sehr hohem Verbrauch (2,20 kWh/24h).
Bei der Überlegung eine Gefriertruhe, alternativ zu einem Kühlgerät ohne Gefrierteil anzuschaffen, ergeben sich folgende Unterschiede: Der Betriebskostenunterschied eines Kühlschrankes <u>ohne</u> Gefrierfach im Vergleich zu einer Gefriertruhe (beide mittlere Verbrauchswerte) beträgt über die Nutzungsdauer von 15 Jahren und einem Strompreis von 0,30 DM/kWh **443,77 DM.**
Dieser Kostenunterschied - ohne Anschaffungskosten - muß bei den Argumenten pro Gefriertruhe, z. B. Einsparung von Einkaufswegen, Ausschöpfung von Sonderangeboten etc., ebenso berücksichtigt werden und läßt die Gefriertruhe sicher nicht in allen Haushalten als die günstigere Alternative dastehen.
Bei den Anschaffungskosten auch den Energieverbrauch mitzurechnen, ist - angesichts der im Vergleich zur Inflation vermutlich überproportional wachsenden Energiekosten - ein bedeutsamer Faktor beim Kauf eines Kühlgerätes .

---

[20] RWE 10/92
[21] Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten (Hrsg) 1992

Es ergeben sich jedoch nicht allein Kostenersparnisse sondern auch Umweltvorteile für die Verbraucher: mit der Energiereduzierung verringert sich auch der CO_2-Ausstoß, der durch die Stromerzeugung verursacht wird. Ausgehend von einem Verhältnis von 0,6 kg CO_2 pro erzeugter Kilowattstunde, ergeben sich bei einem Kühlschrank mit sparsamem Verbrauch (0,35 kWh/24h) CO_2-Verminderungen gegenüber einem Gerät mit sehr hohem Verbrauch (0,90 kWh/24h) von **1808 kg CO_2** über eine Lebensdauer von 15 Jahren.
Der Betriebsenergieverbrauch ist ein entscheidendes Kriterium für die Umweltverträglichkeit eines Kühlgerätes, da der Energieverbrauch und damit der CO_2-Ausstoß beim Betrieb eines Gerätes ca. dreimal höher ist als bei Herstellung und Entsorgung zusammen (vgl. Kap. 2.1. Zur Ausgangssituation: der Elektrohandel im Spannungsfeld von Produktpolitik und ökologischen Anforderungen) und je nach Energieverbrauch des Kühlgerätes ca. 81 % des Treibhauseffektes ausmacht (vgl. Abb. 3 TEWI-Bilanz eines Einbaukühlgerätes mit 167 Liter Nutzinhalt). Mit dem Kauf eines energiesparenden Gerätes ergeben sich für den Endverbraucher teilweise enorme Kostenvorteile (vgl. Kap. 3.5. Durchführung einer Produktbewertung von Haushaltskühlgeräten an neun Beispielen).

2.4. Die Ausstattung

Die Ausstattung eines Haushaltskühlgerätes ist nicht allein eine Frage des Komforts und der Gebrauchstauglichkeit, sondern sie ist auch aus ökologischer Sicht von Bedeutung. Durch günstige Ausstattungen kann z. B. vermieden werden, daß ein Gerät unausgelastet betrieben wird oder vorzeitig ausgemustert wird, weil es nicht mehr zum Küchendekor passt.
Ausgehend von sehr unterschiedlichen Gebrauchsbedürfnissen einzelner Kühlschrankbenutzer kann ein Kühlschrank als ökologisch in Bezug auf die Ausstattung bezeichnet werden, wenn er eine flexible Handhabung ermöglicht. Kriterien bei den auf den Markt befindlichen Haushaltskühlgeräten sind verstellbare Einlegebögen und auswechselbares Frontdesign. Übersichtliche Aufteilung mit transparentem Innendesign verhindert langes Suchen und schützt damit vor zu großem Kälteverlust durch Türöffnen. Positiv sind auch optische und akustische Warnsignale bei offener Tür oder Betriebsstörung.
Wünschenswert wären darüber hinaus einzeln abschaltbare Kammern, z. B. wenn ein Teil der Familie verreist ist und der Kühlschrank nicht mit seinem

vollen Nutzvolumen benötigt wird oder alternative Angebote für die Abdeckplatte (häufig Resopal), z. B. stabverleimtes Holz. No-Frost-Ausstattungen und Gebläse zur dynamischen Kühlung gehen unter sonst gleichen Bedingungen meist mit höherem Energieverbrauch einher und bleiben damit ohne ökologische Vorteile.

2.5. Die Entsorgung und Recyclingfähigkeit von Haushaltskühlgeräten

2.5.1. Die Abfallsituation der Haushaltskühlgeräte

In der BRD (alte und neue Bundesländer) sind in den rund 35 Mio. Haushalten bei einem Versorgungsgrad von 96 % etwa 34 Mio. Kühlschränke im Privatbereich vorhanden. Bei einer Lebensdauer von ca. 15 Jahren müssen somit pro Jahr etwa 2,3 Mio. Geräte entsorgt werden. Hinzu kommen ca. 17 Mio. Gefriergeräte, von denen rund 1,2 Mio Geräte jährlich ausgemustert werden[22].
Insgesamt ergibt sich dadurch bei einem Durchschnittsgewicht von 40 kg bei Kühlschränken und 60 kg bei Gefriergeräten ein Abfallaufkommen von ca. 164.000 t pro Jahr (vgl. Tabelle 1: "Bestandteile eines Kühlgerätes und ihr Gewichtsanteile"). Über Jahrzehnte wurden Altgeräte über die Sperrmüllabfuhr auf Hausmülldeponien gebracht. Lediglich der Metallanteil wurde teilweise über den Schrotthandel wiederverwertet. Kritisch ist hierbei nicht nur die absolute Abfallmenge von 164.000 t/Jahr zu bewerten, sondern besonders folgende Komponenten:

- FCKW im Kältemittel (700 t/Jahr)
- FCKW im PUR-Isolierschaum (1.400 t/Jahr)
- Kompressoröl, durch den Betrieb mit FCKW versetzt (1.050 t/Jahr)
- Schwermetalle in Bauteilen (z.B. Quecksilberschalter) oder der Oberflächenbeschichtung

[22] Halm 1991; vergleiche Kapitel 2.1, Fußnote 3

TABELLE 1: BESTANDTEILE EINES KÜHLGERÄTES UND IHR GEWICHTSANTEIL:				
Bestandteil des Kühlgerätes	Tiefkühltruhe (160 l)	Kühlschrank (160 l)	Entsorgungs-menge bei Kühlschränken /Jahr (1987: 2,3 Mio. Geräte)	Verbleib der Bestandteile
FCKW R 12 (Kältemittel)	155 g	133 g	305,9 t	Aufbereitung durch chem. Industrie
PUR (Isolier-schaum)	4.050 g	2.950 g	6.785 t	Restmüll
FCKW R 11 (Isoliergas)	510 g	217 g	500 t	Aufbereitung durch chem. Industrie
Kunststoffe	2.950 g	3.950 g	9.085 t	Restmüll
Gummi	200 g	200 g	460 t	Restmüll
Schaumgummi	10 g	10 g	23 t	Restmüll
Kitt	50 g	62 g	142,6 t	Restmüll
Magnetband	200 g	200 g	460 t	Verwertung
Schrauben	200 g	170 g	391 t	Schrott
Resopal	1.250 g	1.210 g	2.783 t	Restmüll
Elektromaterial	450 g	450 g	1.035 t	Verwertung
Alufolie	100 g	85 g	195,5 t	Verwertung
Kupfer (Kühlsystem)	350 g	340 g	782 t	Metall-verwertung
Aluminium	4.200 g	2.400 g	5.520 t	Metall-verwertung
Eisenblech	12.550 g	11.550 g	26.585 t	Schrott-verwertung
Öl	350 g	350 g	805 t	Aufbereitung
Kompressor	8.850 g	8.350 g	19.250 t	Schrottverw./teilw. als Ersatzteil
Styropor	310 g	310 g	713 t	Restmüll
Gesamtgewicht	36.735 g	32.937 g	75.776 t	
Restmüllanteil (ohne Abfälle aus Verwertung): 19.991 t = 26,4 %				

Quelle: Bundesinnungsverband des Deutschen Kälteanlagenbauerhandwerks, IÖW eigene Ergänzung

Mit der Diskussion um FCKW als Hauptverursacher der Zerstörung der Ozonschicht kamen Mitte der 70-er Jahre Haushaltskühlgeräte ins Blickfeld. Wenn auch bei diesen Produkten die FCKW während des Gerätegebrauchs nur geringfügig durch Betriebsverluste freigesetzt werden (im Gegensatz zu FCKW als Treibgas in Spraydosen), so tritt bei der herkömmlichen Entsorgung das FCKW aus dem Kühlkreislauf und Kompressoröl schon beim Transport und während der mechanischen Zerkleinerung bei der

Schrottverwertung unkontrolliert aus. Die FCKW aus den Isolierschäumen entweichen spätestens auf der Deponie in die Atmosphäre. Deshalb wurde nach neuen Entsorgungswegen gesucht, und die entsorgungspflichtigen Kommunen und Gebietskörperschaften gingen zur getrennten Abholung der Kühl- und Gefriergeräte aus den Haushalten über, um Beschädigungen an den Geräten zu vermeiden und sie zwischenlagern zu können, bis neue Verwertungsmöglichkeiten gefunden wurden.

2.5.2. Die Entsorgung von Kühlgeräten

Bei der Suche nach neuen Entsorgunsmöglichkeiten stand anfänglich die Erfassung von Kältemittel und Kompressoröl im Vordergrund, um diese Stoffe den Herstellern zurückzugeben und sie so wieder dem Wirtschaftskreislauf zuzuführen. 1987 machte die Stadt Köln den Anfang mit der Absaugung von Kältemittel und Kompressoröl, die in Druckflaschen abgefüllt wurden und den Herstellern zur Aufbereitung und Reinigung zurückgegeben wurden. Hierdurch wurde aber nur ein Teilproblem gelöst, da so nur 30 - 40 % der FCKW, die in einem Gerät enthalten sind, zurückgewonnen werden. Der wesentlich größere Teil befindet sich als Treibgas im Isolierschaum der Geräte. Während das Absaugen der flüssigen FCKW-Komponenten aus Kühlkreislauf und Kompressor durch herkömmliche Technik kein Problem darstellt, gab es für die Rückgewinnung des FCKW, das als Isoliergas in den Poren des Isolierschaumes eingeschlossen ist, keine Rückgewinnungsmethoden. Die gasförmigen FCKW werden bei der Zerkleinerung des Kühlschrankgehäuses frei und entweichen dann aus der Schredderanlage in die Luft. Erst durch die Entwicklung gekapselter Zerkleinerungsanlagen konnten die FCKW aus der Abluft der Anlagen herausgefiltert werden. In modernen Anlagen werden die FCKW über Kondensationsanlagen aus der Abluft zurückgewonnen und können dem Wirtschaftskreislauf zugeführt werden.

2.5.3. Die Entsorgungsanlagen

Der heute übliche Standard bei der Entsorgung von Kühlgeräten umfaßt die Schritte:

- Absaugen von Kühlmittel (FCKW) und Kompressoröl (FCKW-haltig)

- Rückgewinnung des FCKW aus dem Isolierschaum
- Sortierung einzelnener verwertbarer Stoffe (z.B. Metalle, Kunststoffe, Elektromaterial)

Diese komplexen Anforderungen sind nur in dafür errichteten Entsorgungsanlagen zu erfüllen, die entsprechend den gesetzlichen Vorschriften genehmigungspflichtig sind. Inzwischen sind eine ganze Reihe solcher Anlagen in Betrieb. Sie werden meist von Abfallentsorgungsunternehmen betrieben, die oft auch die Abholung der Kühlgeräte aus den Privathaushalten übernehmen.

Der Entsorgungsweg eines ausgemusterten Kühlgerätes kann allgemein folgendermaßen beschrieben werden:

- Abholung des Gerätes vom Privathaushalt auf Antrag und Transport zur Entsorgungsanlage (teilweise über ein Zwischenlager). Hierfür muß der Gerätebesitzer meist eine Doppelkarte ausfüllen. Mit dem zweiten Abschnitt wird ihm der Abholtermin mitgeteilt. Die Abholung mit von der kommunalen Müllabfuhr oder vom beauftragten Entsorgungsbetrieb durchgeführt.

- In einigen Kommunen gibt es Recyclinghöfe, in denen gebrauchte und reparaturfähige Geräte aufgearbeitet werden.

- In der Entsorgungsanlage wird das FCKW aus dem Kühlkreislauf (i.a. Difluordichlormethan = R12) und das mit R12 versetzte Kompressoröl abgesaugt, in Druckflaschen abgefüllt und den Herstellern zur Aufbereitung zugeführt.

- Demontagestation: Einzelteile, wie Motor (Kompressor), Kühlgitter, Quecksilber-Schalter und gegebenenfalls Nichteisenteile (z.B. Kunststoff-Abdeckplatten, Magnet-Dichtungsband, etc.) werden abmontiert und an Verwertungsbetriebe weitergegeben.

- Das so vorbereitete Kühlschrankgehäuse wird über ein Förderband durch eine Schleuse der abgekapselten Aufbereitungsanlage zugeführt.

- Zerkleinerungsstufe I: In dieser Schredderanlage wird das Gehäuse in etwa handgroße Teile zerkleinert.

- Zerkleinerungsstufe II: Die Stücke werden weiter auf Daumengröße zerkleinert.

- Die ferromagnetischen und Nichteisen-Metallteile werden über einen Metallabscheider von der übrigen Fraktion getrennt. Hierfür können die magnetischen Eigenschaften und das unterschiedliche spezifische Gewicht der Metall- und Kunststoffteile genutzt werden. Durch eine Schleuse werden die Metalle aus der geschlossenen Anlage entfernt und in Containern gesammelt. Diese Stoffe können der Metallverwertung zugeführt werden.

- In der Quetschstation wird der zerkleinerte PUR-Isolierschaum, die Kunststoffteile und anhaftende Metallteile zusammengedrückt und das als Treib- und Isoliergas im Schaum enthaltene FCKW (Fluortrichlormethan = R11) ausgetrieben. 95 % des FCKW werden dem Material so entzogen. Der Schaum und die sonstigen Reststoffe werden über eine Schleuse aus der Anlage entfernt und in Containerpressen gesammelt.

- Die in der geschlossenen Anlage freiwerdenden FCKW werden abgesaugt und einer Abluftfilteranlage aus Staubfilter und Aktivkohlefilter zugeführt bzw. bei dem aktuellen Stand der Technik entsprechenden Anlagen über ein Kondensationsverfahren in flüssigem Zustand aufgefangen und der Verwertung und Aufbereitung zugeführt.

Den Anteil der bei diesem Verfahren verwertbaren Komponenten eines Kühlgerätes und Stoffe, die als Restmüll anfallen zeigt Tabelle 1: "Bestandteile eines Kühlschrankes und ihr Gewichtsanteil"[23]. Hiernach fallen 26 % des Gewichts eines Kühlschranks als zu entsorgender Restmüll an. Hinzu kommen noch die Restmüllanteile aus den weiteren Verwertungsschritten. In dem als Restmüll zu behandelndem Isolierschaum sind immer noch mindestens 5 % der ursprünglichen FCKW-Menge enthalten. Diese können z.Zt. nur fachgerecht durch Verbrennung entsorgt werden. In Hausmüllverbrennungsanlagen werden FCKW nach heutigem Kenntnisstand zu 99 % zersetzt, wobei die Abbauprodukte (CO_2, Salz- und Fluorwasserstoffsäuren) als weniger bedenklich als unzerstörte FCKW eingeschätzt werden. Es laufen auch Aufbereitungsversuche des PUR-Schaumes, z. B. als Zuschlagstoff in Baumaterialien, in der Pilotphase. Vom Umweltbundesamt werden solche Verfahren we-

[23] vgl. Kap. 2..5.1.: Die Abfallsituation bei Haushaltskühlgeräte

gen der Rest-FCKW, die dadurch unkontrolliert freigesetzt werden, kritisch betrachtet.

2.5.4. Die Entsorgungskosten

Kühlgeräte aus Privathaushalten gehören zu dem durch die entsorgungspflichtigen Gebietskörperschaften (Kommunen, Abfallzweckverbände) zu entsorgenden Müll. Die Entsorgungskosten werden daher über die allgemeinen Müllgebühren getragen. Eine Rücknahmepflicht durch die Hersteller für Problemstoffe wie FCKW oder Quecksilberschalter besteht bisher nicht. Die für die einzelnen Kommunen entstehenden Kosten variieren sehr stark, da die Vertragsbedingungen mit den beauftragten Entsorgungsfirmen von folgenden Randbedingungen abhängen: Anfahrtsweg, Anzahl der zu entsorgenden Geräte, Abholmodus (Einzelabholung oder Zwischenlagerung durch die Kommune), Zusatzservice (z.B. Bearbeitung der Anforderungs-Doppelkarten für die Abholung durch die Entsorgungsfirma), Standard der Entsorgungsanlage.

Bei den Kommunen haben sich verschiedene Entsorgungs- und Abrechnungsmodelle durchgesetzt:

- **Geräteeinsammlung**:
  A) Abholung durch die kommunale Müllabfuhr mit speziellen Fahrzeugen parallel zur Sperrmülleinsammlung

  B) Abholung direkt durch die Entsorgungsfirma für die Kühlgeräte. Diese Variante wird meist gewählt, wenn die Müllabfuhr ohnehin an einen privaten Entsorger vergeben ist.

- **Abholmodus**:
  A) Der Gerätebesitzer meldet die Entsorgung eines Altgerätes bei der Kommune an. Ihm wird dann der Abholtermin mitgeteilt (Doppelkartensystem). Die Geräte müssen zu diesem Termin an die Straße gestellt werden. Die Terminplanung und Benachrichtigung der Haushalte wird teilweise den Entsorgungsfirmen übertragen.

  B) Feste Sammeltouren- und termine, an denen die Geräte am Straßenrand abstellt werden müssen.

C) Anlieferung der Geräte an Sammelstellen durch Privathaushalte oder Einzelhändler (siehe D).

D) Einige Einzelhändler bieten als Service bei der Lieferung eines Neugerätes die Mitnahme des Altgerätes an. Die Entsorgung wird dann von ihnen übernommen. Hierbei ist die Kostenfrage wichtig (siehe Entsorgungskosten)

- **Entsorgungskosten**:
  Ca. 65,00 - 85,00 DM pro Gerät. Die Kommunen verrechnen diese Kosten auf unterschiedliche Weise in der Müllgebühr.
  A) Indirekte Entsorgungsgebühr: Es entstehen für den einzelnen Haushalt keine zusätzlichen Kosten bei der Getäteentsorgung durch die Kommune. Die Kosten werden über die allgemeine Müllgebühr verrechnet, da davon ausgegangen wird, daß jeder Haushalt ein Kühlgerät besitzt und zu gegebener Zeit entsorgen muß.

  B) Bearbeitungsgebühr: Die Kommune berechnet einen nicht kostendeckenden Pauschalbetrag von 5,00 - 10,00 DM (ansonsten wie A).

  C) Direkte Entsorgungsgebühr: Die Kommune berechnet einen in etwa kostendeckenden Betrag für jedes zu entsorgende Gerät. Meistens muß dafür vom Gerätebesitzer eine Entsorgungsmarke gekauft werden und auf dem Gerät bei Abholung angebracht sein.

  Kühlgeräte aus Industrie und Gewerbe müssen nicht von den Kommunen entsorgt werden, sondern sind kostenpflichtig als Gewerbemüll zu entsorgen. Davon sind theoretisch auch Geräte betroffen, die von Elektrohändlern aus Privathaushalten bei Lieferung eines Neugerätes als Serviceleistung mitgenommen werden. Mit der Übernahme durch den Handel sind sie zu Gewerbemüll geworden. Viele Kommunen lehnen die Annahme solcher Geräte ab, da sie nicht überprüfen können, ob das Gerät aus einem Privathaushalt ihrer Kommune oder aus der Nachbargemeinde kommt. Dieses kann dazu führen, daß der Händler das Gerät kostenpflichtig entsorgen muß, obwohl das gleiche Gerät bei Abholung von der Müllabfuhr aus dem Privathaushalt keine zusätzlichen Entsorgungskosten verursacht hätte.

Deshalb berechnet der Handel meistens dem Kunden die Entsorgungskosten.
Hier wäre eine einheitliche Regelung sinnvoll: Wenn jede Kommune eine kostendeckende direkte Entsorgungsgebühr berechnet, gibt es keinen Anreiz mehr, aufgrund von unterschiedlichen Kostenmodellen ein Gerät in der Nachbargemeinde zu entsorgen. Andererseits ist es für eine Kommune unerheblich, wenn sie einige zusätzliche Geräte entsorgen muß (durch Händler mit großem Einzugsbereich), da kaum zusätzliche Kosten entstehen.
Die derzeitige Kostensituation am Beispiel einiger Kommunen in Ostwestfalen zeigt Tabelle 2.:"Entsorgungskosten für Kühlschränke (Standardmaß) in Ostwestfalen (Stand: Juni 1993"; siehe Anhang).

- **Entsorgungsanlage**: Heute werden die entsorgten Kühlgeräte im allgemeinen von FCKW aus Kühlmittel und Isolierschaum befreit. Unterschiede können bei den einzelnen Anlagen aber im Sortiergrad der verschiedenen Materialien und in der Effektivität der FCKW-Abtrennung und -Rückgewinnung liegen.

2.5.5. Problembereiche der Entsorgung

Die Entsorgung von Haushaltskühlgeräten wird von Kommunen und den von ihnen beauftragten Entsorgungsfirmen betrieben und durch die Verbraucher finanziert. Die Elektro- und Chemieindustrie als Hersteller der Geräte und der FCKW kann sich der Verantwortung entziehen. Dadurch ist die Rückkopplung der Entsorgungsproblematik auf die Entwicklung und Produktion recyclingfähiger Kühlgeräte gering. Viele, der von den Herstellern als Neuerung gefeierten Konstruktionsänderungen, erweisen sich bei der Entsorgung der Geräte dann als nachteilig. Außerdem ergeben sich folgende Defizite:[24]

- Das Absaugen von Kälteöl und Kompressor ist auch bei Neugeräten konstruktiv nicht vorgesehen. So müssen die Geräte bei der Entsorgung angebohrt und in einer Kippanlage in eine für den Absaugvorgang günstige Lage gebracht werden.

---

[24] Hofstetter 1992a

- Ab 1995 wird in Deutschland die Herstellung von FCKW R11 und R12 aufgrund der gesetzlichen Vorschriften eingestellt. Dann entfällt auch die Aufarbeitungsmöglichkeit von zurückgewonnenen FCKW, so daß diese verbrannt werden müssen[25]

- Die heute übliche Isolierung aus PUR-Schaum ist fest mit dem Innen- und Außengehäuse verklebt und übernimmt auch Stützfunktion. Eine Trennung von Metall, Kunststoff und PUR-Schaum bei der Demontage und in der Schredderanlage ist deshalb schwierig. Viele Metall- und Kunststoffteile bleiben am PUR kleben. Früher verwendete Isolierstoffe, wie Steinwolle und expandiertes Polystryrol (EPS) sind lose mit dem Gehäuse verbunden und somit leichter zu separieren.

- Der Verdampfer wird heute oft nicht mehr offen im Innenraum montiert, sondern ebenfalls eingeschäumt, was die Entsorgung nochmals erschwert.

- Ein Teil der verwendeten Materialien ist grundsätzlich oder aufgrund der gemischten Zusammensetzung nicht recyclingfähig (Resopal[26], Magnetband, Alufolie, etc.). Die Kunststoffe sind kaum sortenrein zu trennen und oft mit PUR-Schaum verklebt. Bei der derzeitigen Übersättigung des Alt-Kunststoffmarktes durch das Duale System gibt es oft auch gar keine Verwertungskapazitäten, so daß die Kunststoffe teilweise gemeinsam mit dem Schaum verbrannt werden. Bei gemischten Kunststoffen ist ohnehin nur ein sogenanntes "Downcycling" möglich, d.h. es entsteht ein Produkt minderer Qualität (Verpackungsmaterial, Straßenbaumaterial, Blumentöpfe, usw.). Neue Kühlschränke z. B. enthalten keinen Recyclingkunststoff.

2.5.6. Erfassungsrate der FCKW durch die Kühlgeräteentsorgung

Die Anlagenbetreiber geben für die Erfassung von FCKW durch das Absaugen des Kältemittels eine Rate von **95 - 99 %** an. Es wird aber nur ein Teil der ausgedienten Haushaltskühlgeräte über entsprechende Sammelsysteme

---

[25] Stellungnahme der Hoechst AG 1991

[26] Resopal als Material für die Abdeckplatten ist ein Beispiel für ein unter ökologischen Gesichtspunkten problematisches Produkt. Aus optischen Gründen tauschen viele Käufer die Abdeckplatte gegen eine zur sonstigen Kücheneinrichtung passende Abdeckung aus. Hier sollten die Hersteller also verschiedene Abdeckungen (Metall, Holz, Kunststoff) anbieten, die möglichst bei Gerätewechsel weiterverwendet werden können. Auch der Einsatz von Recyclingkunststoffen wäre sinnvoll.

getrennt erfasst und den Entsorgungsanlagen zugeführt. Verschiedene Kommunen geben Erfassungsraten für ausgemusterte Kühlschränke aus Privathaushalten von **40 %** (Berlin[27]) bis **80 %** (Kassel[28]) an. In der Schweiz liegt die Rate bei dem landesweiten Entsorgungssystem bei **40 %**[29]. Allgemein wird in der BRD bei optimistischer Schätzung mit einer Rücklaufquote ausgedienter Haushaltskühlgeräte von **70 %** gerechnet. Zu beachten sind auch noch Kühlmittelverluste während des Gerätebetriebes und durch Wartungsarbeiten, die bei Haushaltsgeräten zwischen **10 %** und **15 %** liegen. Hierbei sind noch nicht die Verluste berücksichtigt, die durch Beschädigungen des Kühlkreislaufs auf dem Transportweg zu den Entsorgungsanlagen auftreten.
Für die FCKW in den Dämmstoffen sieht die Bilanz nicht besser aus. Ein Teil des FCKW weicht schon während des Betriebes aus der Isolierung und kann so die Dämmwirkung in 15 Jahren um bis zu 50 % mindern. Auch bei der Granulierung des Isolierschaums in den Entsorgungsanlagen können Verluste von 10 - 20 % eintreten, selbst wenn die FCKW aus der Abluft zu 99 % zurückgehalten werden. Das Umweltbundesamt in Berlin geht somit davon aus, daß die Verluste der in einem Kühlschrank enthaltenen Gesamt-FCKW-Menge bis zu 50 % betragen können[30].

2.5.7. Auswirkungen der geplanten Elektronik-Schrott-Verordnung auf die Kühlgeräte-Entsorgung

Der Entwuf des Bundesministeriums für Umwelt für eine Verordnung über die Vermeidung, Verringerung und Verwertung von Abfällen gebrauchter elektrischer und elektronischer Geräte (Elektronik-Schrott-Verordnung)[31] beinhaltet auch Regelungen für Elektrohaushaltsgeräte wie Kühlschränke. Die Verordnung soll am 1.1.1994 in Kraft treten. Ob dieser Termin allerdings eingehalten werden kann, ist fraglich.
Nach dem derzeitigen Diskussionsstand ergeben sich wesentliche Veränderungen bei der Entsorgung von Haushaltskühlgeräten. Die Entsorgungspflicht verlagert sich von den entsorgungspflichtigen Gebietsköperschaften auf die

---

[27] Abraham 1990
[28] Halm 1991
[29] Baseler Zeitung vom 20.11.1992 (In der Schweiz wird gegen eine Entsorgungsvignette zu 67 Schweizer Franken die umweltgerechte Entsorgung von Kühlschränken von der "Stiftung Entsorgung Schweiz" durchgeführt.)
[30] Umweltbundesamt 1993
[31] BMU-Arbeitspapier vom 15.10.1992

Vertreiber bzw. Hersteller der Geräte. Die Rücknahmepflicht bezieht sich auch auf Geräte, die vor in Kraft treten der Verordnung gekauft wurden. Für diese Geräte kann allerdings eine Gebühr erhoben werden, die die Entsorgungskosten deckt. Andere Geräte können vom Verbraucher kostenlos zurückgegeben werden. Hier ist seitens des Vertreibers oder Herstellers nur eine Rücknahmebeschränkung auf ein bestimmtes Marken- oder Handelssortiment möglich. Der Rückgabeort für Altgeräte ist die Verkaufsstelle bzw. der Übergabeort des Neugerätes. Hersteller und Betreiber können auch ein branchenbezogenes Sammelsystem (vergleichbar dem Dualen System Deutschland) betreiben oder Dritte mit der Einsammlung beauftragen.
Der Entwurf der Elektronik-Schrott-Verordnung beinhaltet als Zielvorgabe bei der Herstellung den Einsatz von umweltverträglichen und verwertbaren Materialien, leichte Reparierbarkeit und Zerlegbarkeit der Geräte und eine hohe Verwertungsrate bei zurückgenommenen Geräten.

2.6. Anforderungen an einen ÖKO-Kühlschrank

Die Abbildung 5:" Problemdimensionen und Kriterien ökologischer Haushaltskühlgeräte" zeigt Merkmale, die ein ökologischer Kühlschrank aufweisen sollte. Demnach sind Kriterien entlang des gesamten Lebenszyklus von der Herstellung bis zur Entsorgung bedeutsam.
Nach dem heutigen Stand der Wissenschaft ist von einem Öko-Kühlschrank zu erwarten,

1. daß er keine Gefahrstoffe beinhaltet, z. B. frei ist von ozonschichtzerstörenden bzw. treibhausrelevanten Stoffen wie FCKW, H-FCKW, FKW;
2. daß er bei der Herstellung Material und Energie spart, z. B. auf Recyclingprodukte zurückgreift;
3. daß die Herstellung emissionsarm verläuft;
4. daß er eine leicht zerlegbare Konstruktion besitzt, um reparatur- und entsorgungsfreundlich zu sein;
5. daß sein Betriebsenergieverbrauch kleiner als 0,2 kWh/24h/100l ist: solche Geräte sind keine Utopie, sondern bereits in Form des dänischen "GRAM Ler 200" und des amerikanischen Sun frost auf dem Markt.[32]

---

[32] der dänische "Gram Ler 200" verbraucht **0,12kWh**/24h/100l; der amerikanische "Sun frost" sogar nur **0,09 kWh**/24h/100l; mit Tiefkühlfach 0,14kWh/24h/100l; Hofstetter 1992a, S. 358

6. daß er bei der Ausstattung flexibel ist, um unterschiedlichen Besitzern mit unterschiedlichen Einkaufsgewohnheiten, Dekorwünschen gerecht zu werden;
7. daß er eine übersichtliche Innenraumaufteilung besitzt, um Öffnungszeiten so kurz wie möglich zu halten;
8. daß er in einer umweltfreundlichen Verpackung, z. B. einer Mehrwegumverpackung geliefert wird, die nach Gebrauch für den nächsten Kühlschrank verwendet werden kann.
9. daß er mit einem möglichst hohen Anteil wiederverwertbarer und recyclingfähiger Materialien versehen ist.

Abbildung 5:
Problemdimensionen und Kriterien ökologischer Haushaltskühlgeräte

Herstellung	Einsatz nachwachsender, regenerativer, wiederverwendbarer, bzw. -verwertbarer, recyclingfähiger, energie- und materialminimierter Rohstoffe (z. B. Aluminium-, Resopal-, Magnetbandersatz); Emissionsminimierung (Luft, Wasser, Boden, Lärm), Verbrauchsmin. (Energie, Schad- oder Gefahrstoffe, z. B. Schwermetalle, PVC, FCKW, FKW; Wasser), Werkstoffminimierung, Werkstoffkennzeichnung, Entwicklung energie- und materialminimierender Techniken, Konstruktion demontage- und reparaturfreundlicher Produkte, flexibles Frontdesign
Distribution	dezentral, Mehrwegumverpackungen, Kundendienst, ökologische Sortimentspolitik, informative Beratung
Verwendung	Auswahl energiesparender und schadstoffarmer Geräte, Energieverbrauch durch Aufstellungsort (nicht Heizung, Herd, Lüftungsschlitze freilassen) und durch Benutzung (Türdichte, kurzes Öffnen, keine warmen Speisen) senken; Korrosion vermeiden, Innenraumaufteilung und Größe des Gerätes bedürfnisorientiert auswählen
Vernichtung	Schadstoffanteil: Kältemittel, Dämmaterial, Kompressoröl fachgerecht entsorgen; Demontage und Rückführung wiederverwertbarer Teile; Recycling

IÖW 6/93

Vom Wuppertal-Institut[33] wurde jetzt ein Kühlschrank vorgestellt, der auch das Design betreffend ökologische Kriterien erfüllt: der Kühlraum FRIA wird in einer eigens dafür vorgesehenen Mauernische untergebracht, so daß kalte Außenluft und kühles Mauerwerk die Kühlung unterstützen. Die Kühltechnik wird räumlich getrennt untergebracht, um Reparaturen zu erleichtern, nicht gegen die Wärme des Motors anzukühlen und die Lebensdauer des Kühlschrankes nicht von der Kühltechnik abhängig zu machen. Ähnlich wie Sanitärobjekte verbleibt der Kühlschrank FRIA bei einem Umzug in der Wohnung, so daß seine Lebensdauer sich verdreifacht. Als Isolationsmaterial kommen Gasbetonplatten, Kork und Aerogele im Türbereich zum Vorschlag.
Denkbar wäre z. B. auch der Einsatz von Recyclingkunststoffen beim Gehäuse.
Wünschenswert in Richtung Öko-Kühlschrank wären weitere Innovationen, die bisherige Techniken, Materialien und Handhabung in Frage stellen.

3. Vergleichende Marktanalyse und Produktbewertung von Haushaltskühlgeräten

3.1. Die Hersteller

In keinem Bereich des Elektrohandels hat es im letzten Jahr soviel Bewegung gegeben, wie in der Haushaltskühlgerätebranche durch die FCKW-Problematik.
Grundlage war die Vorgabe des Bundesumweltministeriums ab 1995 nur noch FCKW-freie Kühlschränke herstellen zu dürfen.

Keiner der deutschen Kühlgerätehersteller sah sich in der Lage, diesen Termin einhalten zu können.
Bis die dkk-Scharfenstein, heute FORON, ein kleiner ostdeutscher Betrieb kurz vor dem Konkurs, mit Greenpeace kooperierend die Meldung herausbrachte, innerhalb eines halben Jahres einen FCKW-freien Kühlschrank produzieren zu können.
Hintergrund war ein simples, schon 1920 patentiertes Prinzip, aufgearbeitet durch das Dortmunder Hygiene Institut.

---

[33] Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal, Prof. Schmidt-Bleek und U. Tischner 1993

Anders als ihre westdeutschen Konkurrenten hatte dkk zu dem Kohlenwasserstoffgemisch Propan/Butan als Kältemittel gegriffen, während als Isolierung CO_2-geschanztes Styropor verwendet wird - ein Überbleibsel aus alten DDR-Zeiten.
Die ostdeutsche Firma sah sich harscher Kritik ihrer westdeutschen Konkurrenten ausgesetzt. So verfaßten die im ZVEI[34] zusammengeschlossenen Unternehmen im Herbst letzten Jahres ein Schreiben an alle großen Handelsketten, in dem sie vom Kauf des dkk-Kühlschranks abrieten und auf den hohen Energieverbrauch verwiesen. Besonders gerne wurde ein Meßergebnis zitiert, das von der FH Paderborn vorgelegt worden war - allerdings mit dem Hinweis, daß es sich um einen sogenannten Ausreißer handelt. Dieses Gerät hatte einen Mehrenergieverbrauch von 30 % aufgewiesen. Nach einer Intervention von Greenpeace beim Kartellamt mußten die Hersteller eine Erklärung unterzeichnen, das Schreiben nicht weiter zu verbreiten.
Dkk schien jedoch trotz der Bemühungen des ZVEI einen erfolgversprechenden Markt zu erobern. Unterstützt durch die werbewirksame Kampagne von Greenpeace, die diese Allianz bewirkte, trafen in kurzer Zeit ca. 70 000 Bestellungen ein.
Die Elektrobranche, die zunächst abwehrend reagierte, sah nun akuten Handlungsbedarf.
Erste Ergebnisse wurden im Februar diesen Jahres auf der domotechnica. präsentiert:
Neben FORON stellten auch Bosch - Siemens die ersten FCKW-freien Kühlgeräte ihres Programms vor.
AEG stellte sein FCKW-freies Modell mit den Worten vor: Es kann nur einer Erster sein.

Eine Marktanalyse des FCKW-freien Haushaltskühlgerätemarktes; Stand Juni 1993 (siehe Tabellen im Anhang), umfasste an die 100 Geräte, die gänzlich ohne FCKW auskommen.
Die Angabe, mit welchem Ersatzstoff die einzelnen Geräte statt FCKW auskommen, fehlt häufig in den Produktinformationen. Hier können nur - ohne Gewähr - die Presseinformationen der einzelnen Hersteller herangezogen werden, wobei sich hier beinahe jeden Monat Änderungen ergeben.

- Liebherr, Marktführer in Deutschland mit ca. 1 Million verkaufter Geräten in Deutschland (Umsatz 543 Mio. DM) und 13 % bzw. 22 % Marktanteil bei Kühl- bzw. Gefriergeräten präsentierte im Mai diesen Jahres das erste Ge-

[34] Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.

samtprogramm ohne FCKW. Bei einer Presseinformation am 27.5. waren bereits 110 000 FCKW-freie Geräte produziert. Liebherr (baugleich Imperial) verwendet als Ersatzstoffe FKW R 134a als Zwischenlösung und Isobutan (FCKW-frei, FKW-frei, aber mehr Energieverbrauch) sowie Pentan in der Schäumung. Die KundInnen müssen mit einer 7 % Preiserhöhung rechnen.

- Bosch/Siemens bietet ab April 1993 FCKW-freie Geräte an mit R 134a und Pentan als Ersatzstoffe, wobei R 134a nur im Übergang eingesetzt werden soll, dann Propan/Butan. Ein Propan/Butan-Gerät ist seit Mai '93 auf dem Markt. Im Juni sollte der "weltweit erste" FCKW- und FKW-freie Kühlschrank mit Drei-Sterne-Gefrierfach auf den Markt kommen. Bosch-Siemens wollen die Ersten sein, die die Umstellung auf Ersatzstoffe abschliessen: das war für Juli diesen Jahres beabsichtigt, ist jedoch bei Bosch auf September, bei Siemens auf Ende '93 verschoben. Die KundInnen müssen mit 6-8 % Preiserhöhung rechnen.
- Im Herbst diesen Jahres beabsichtigt Foron, die ersten Kühlgeräte mit Gefrierfach zu offerieren.
- Bei Miele soll ab Mai fast das ganze Programm FCKW-frei geliefert werden können. Als Kältemittel wird FKW, in der Dämmung Pentan zum Einsatz kommen; ab Juni soll es auch ein Gerät FKW-frei geben (K 316 i). Miele gab an, ebenfalls von FKW abweichen zu wollen.
- Lediglich AEG wollte auch in der Zukunft dem neuen Stoff FKW R134a treu bleiben, gleichzeitig wird mit einer Vakuumisolierung experimentiert. Ein Gefriergerät mit dieser Technik ist als Prototyp bereits auf dem Markt.
- Blomberg: Das gesamte Programm ist in Kältemittel und Schaumvorgang FCKW-frei, es werden jedoch keine Angaben gemacht, welche Ersatzstoffe zum Einsatz kommen.

Der ZVEI gab an, daß alle deutschen Hersteller bis Ende '93, spätestens bis Anf. '94, alle Haushaltskühlgeräte FCKW-frei liefern.

Es gibt jedoch immer noch Hersteller, denen die Umstellung nicht so schnell gelingt:

- Candy (Werbebroschüre): "Unsere Verantwortung für die Umwelt: Charme Öko (immer noch mit FCKW), der maximal mögliche praktische Beitrag, den große europäische Unternehmungen zur Lösung der Umweltprobleme anbieten können."
- Der Philipps Whirlpool Öko-line ist tatsächlich sehr energiesparend, jedoch immer noch mit FCKW in Dämmung und Kältemittel.

Solange der Begriff "Öko" von einigen Herstellern derart strapaziert wird, werden ernsthafte Bemühungen von Herstellern in Richtung ökologische Elektrogeräte von den KundInnen nicht genügend honoriert werden.

3.2. Erwartungen der Kunden an Haushaltskühlgeräte

Für die KundInnen liegt der Gebrauchsnutzen eines Kühlgerätes zunächst einmal nicht beim Kältemittel oder Dämmaterial, sondern in der Frischhaltung von Lebensmitteln.
Mit dem enormen Wohnungsbedarf der Nachkriegszeit und dem Platzmangel der 50er Jahre fielen vorher gebräuchliche Einrichtungen wie Vorratskammern und Kellervorratssräume weg.[35]
Damit wurde der Kühlschrank vom Luxusgegenstand zur Lebensnotwendigkeit.
Die Zunahme der Singlehaushalte bzw. Reduzierung der in einem Haushalt lebenden Personen hatten Änderungen der Einkaufs- und Vorratshaltungsgewohnheiten zur Folge.
Mit der Zunahme der Frauenerwerbstätigkeit wurde die Zeit zum Einkaufen und Kochen ein knappes Gut, woraufhin Fertiggerichte und Tiefkühlmenüs immer stärkere Marktanteile gewinnen konnten.
Dies alles und die damit einhergehende Abnahme der dezentralen Einkaufsmöglichkeiten führte zu immer stärkerem Bedarf nach Frischhaltung und Tiefkühlmöglichkeiten und in Folge zu immer größerem Markt der Tiefkühlgeräte.
Die gewonnenen Preisvorteile durch Großeinkäufe in Discountmärkten werden somit durch höhere Anschaffungs- und Betriebsenergiekosten kompensiert.
Die Architektur der letzten Jahrzehnte sorgte dafür, daß Küchengeräte auf engstem Raum Platz finden müssen. Platzsparende Einbauküchen kamen auf und zwangen Elektrogeräte auf bestimmte Außenmaße. Vielfach bieten Küchenmöbelhäuser die Elektrogeräte integriert an, so daß der Kauf einer bestimmten Kühlgerätemarke vom Küchendesign abhängig wird.
Neben dem äußeren Erscheinungsbild und der Ausstattung interessieren sich Kunden zunächst für den Preis, jedoch zunehmend für den Energieverbrauch und die Umweltverträglichkeit eines Gerätes, insbesondere durch die FCKW-Diskussion.

---

[35] v. Winterfeld 1993

3.3. Der potentielle Beitrag des Einzelhandels zum Umweltschutz

Bei ca. 2,3 Millionen verkauften Haushaltskühlgeräten im Jahr 1987 in der Bundesrepublik (deutsche Produktion), wurden 805,9 Tonnen FCKW als Kältemittel und Isoliergas verbraucht.[36] Bei einer Jahresproduktion von mittlerweile 4 Millionen Geräten erhöht sich dieser Wert entsprechend.
Es ist offensichtlich, welche Umweltschäden vermieden werden können, wenn der Fachhandel eine umweltbezogene Beratung anstrebt.
Gleichzeitig ist das auch eine große Chance für den Fachhandel, sich durch fach- und umweltbezogene Beratung zu profilieren und zwar gerade im Elektrohandel, der noch durch eine große Stammkundenbindung gekennzeichnet ist.
Händler stehen an der Schnittstelle zwischen Herstellern und Kunden; mit einer ökologischen Sortimentspolitik, können sie einen großen Beitrag für den Umweltschutz leisten. Im Zusammenschluß mit weiteren Elektrohändlern ist ihr Einfluß auf die Hersteller nicht unerheblich. Da Händler ihr Auge und Ohr an den Wünschen, Bedürfnissen und Problemen der KundInnen haben, stellen ihre Ideen und Anregungen für die Hersteller eine bedeutende Quelle für Innovationsanstöße dar. Gleichzeitig sind Fachhändler auf ein seriöses und kompetentes Image bedacht; dies kann unterstützt werden, indem sie aktiv für umweltverträgliche Verfahren eintreten, z. B. zur Einführung von Mehrwegverpackungen für weiße Ware, und nicht passiv gesetzlicher Regelungen harren.

Eine Serviceleistung des Fachhandels stellt die Entsorgung der Altgeräte dar. In der Regel nimmt der Fachhandel beim Kauf eines Neugerätes das Altgerät kostenlos oder gegen geringe Gebühr mit. Dabei ist die Entsorgung für den Einzelhandel oftmals nicht kostenlos (vgl. Tab. 2 im Anhang: Entsorgungskosten für Kühlschränke). Der Händler zahlt heute schon 50,- DM im Durchschnitt für die Entsorgung der Altgeräte.
Allein die Kosten für das Recycling von FCKW aus Kühlgeräten betrug z. B. in Stuttgart 1990 bereits 124,50 DM pro Gerät. Das sind 15-30 % des Verkaufspreises.
Noch trägt die öffentliche Hand die restlichen Kosten, es ist aber denkbar, daß in einigen Jahren der Handel bzw. die Verbraucher zur Kasse gebeten werden.[37]

---

[36] vgl. Tabelle 1: Bestandteile eines Kühlschrankes und sein Gewichtsanteil
[37] Steinhieper 1991, vgl. Kap. 2.5.7. Auswirkungen der geplanten Elektronik-Schrott-Verordnung auf die Kühlgeräteentsorgung

In der Schweiz ist es bereits heute der Fall, das der Käufer eine Entsorgungsvignette bezahlen muß, die z. Zt. 67 SFR beträgt.[38]
Rechnet man mit ein, daß FCKW- bzw. FKW-geschäumte Isolierungen und Kältemittel wesentlich schwerer und damit möglicherweise teuerer zu entsorgen sind, ergeben sich dann Kostenvorteile für Öko-Kühlschränke bei der Entsorgung.
Kundenberatung bei Haushaltskühlgeräten richtet sich nur selten an Erstkäufer. KundInnen, die heute einen Kühlschrank kaufen wollen, besitzen in der Regel Erfahrungen mit Kühlgeräten und mehr oder minder feste Vorstellungen in Bezug auf das neue Gerät. Das können genaue Vorstellungen zum Preis, zum Nutzungsvolumen bzw. den Außenmaßen, zur Sterneanzahl, aber auch zu Energieverbrauch und Umweltverträglichkeit sein. Verstärkt wird jetzt auch das Thema FCKW angeschnitten werden.
Viele KundInnen legen Wert auf ein umweltfreundliches Produkt; Umweltbewußtsein und umweltgerechtes Einkaufen stehen jedoch häufig im Widerspruch. Häufig sind fehlende oder divergierende Informationen mitverantwortlich. Bezeichnungen wie "Öko", "bio" oder "umweltverträglich" sind nicht geschützt und werden von vielen Herstellern mißbraucht. Seriöse durch den Fachhandel vermittelte Informationen sind ein relevanter Faktor für die Durchsetzung ökologischer Produkte auf dem Elektrogerätemarkt.
Die vorangehenden Kapitel bieten einen Überblick über ökologische Kriterien bei Kühlschränken bzw. Elektrogeräten. Der Händler kann jedoch nur von den Geräten ausgehen, die auf dem Markt angeboten werden. Welche Kriterien hier für einen umweltbewußten Kunden/Kundin von Bedeutung sind und wie man sie gegenüber stellen kann, soll in Form einer ABC-Analyse dargestellt werden.
Eine ABC-Analyse (vgl. das folgende Kapitel) kann eine zwar grobe, aber schnelle Entscheidungshilfe darstellen.

---

[38] Hofstetter 1992b

3.4. Die ABC-Analyse als Instrument der Produktbewertung

Durch eine Bewertung der verschiedenen Betrachtungsebenen für ökologische Haushaltskühlgeräte nach dem ABC-Raster können exemplarisch verschiedene Bewertungsstufen vergleichbar gemacht werden. Die hier verwendete ABC-Analyse ist nicht vergleichbar mit dem ABC-Raster wie sie z. B. vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung zur Erstellung von Öko-Bilanzen Verwendung finden[39], sondern ein Instrument, um komplexe Zustände in einen überschaubaren Bewertungsrahmen zu bringen. Die Festlegung der Betrachtungsebenen, der Einteilung in A, B, oder C, sowie der Multiplikatoren ist jedoch keine objektive Größe, sondern kann immer nur subjektiv festgelegt sein. Auch Unterschiede innerhalb einer Katagorie werden verwischt. Die ABC-Bewertung darf daher immer nur als grobes Schema zur Produktbewertung betrachtet werden.

Folgende Schritte sind notwendig:

1. Schritt: Was soll verglichen werden ?

2. Schritt: Welche Betrachtungsebenen sind bedeutsam ?

3. Schritt: Bewertung der Betrachtungsebenen untereinander, sind manche Betrachtungsebenen wichtiger als andere ?

4. Schritt: Wenn nein, werden alle Betrachtungsebenen gleich gewichtet; Wenn ja, Prioritäten setzen und Festlegung der Multiplikatoren

5. Schritt: Einteilung der Betrachtungsebenen in A, B, C;

A= Umweltrelevant, also **schlecht**

B= mittel

C=gut, weil ökologisch verträglicher

6. Schritt: Produktbewertung nach A, B, C

7. Schritt: Addition der A, B, und C

8. Schritt: Ausweisung der Produktränge

3.5. Durchführung einer Produktbewertung von Haushaltskühlgeräten an neun Beispielen

1. Schritt: Was soll verglichen werden ?

Im folgenden sollen Haushaltskühlgeräte in Bezug auf ihre Umweltverträglichkeit verglichen werden. Die Beispiele (5 Standgeräte ohne Gefrierfach und 4 Geräte mit 3-Sterne Gefrierfach) sind aus einer Vielzahl von Geräten

---

[39] vgl. Lehmann 1993

mit besonders auffälliger Werbung nach dem Zufallsprinzip ausgewählt worden. Damit sollen keine Testergebnisse analog Stiftung Warentest oder Öko-Test erzielt werden, sondern die Komplexität der Betrachtungsebenen und ihrer Kriterien bei einem Vergleich von Haushaltskühlgeräten in einem überschaubaren Rahmen dargestellt werden.

2. Schritt: Welche Betrachtungsebenen sind bedeutsam ?
Um einen Produktbewertungsrahmen für die verschiedenen Betrachtungsebenen eines Haushaltskühlgerätes zu erstellen, müssen zunächst die Betrachtungsebenen heraussortiert werden, für die keine ausreichenden oder verlässlichen Daten existieren.

- Betrachtungsebenen, die unberücksichtigt bleiben müssen:
Dies gilt zunächst für den Herstellungsprozeß. Der Input an Energie und Material, die Emissionen beim Herstellungsprozeß, z. B. bei der Oberflächenbehandlung, müssen unberücksichtigt bleiben. Hier können nur die verwendeten **Kältemittel** und **Dämmaterialen** Berücksichtigung finden, die energieintensive und zeitlich aufwendige Herstellungsverfahren benötigen bei Entstehung saurer Gase (R 134 a) sowie im Hinblick auf die spätere Entsorgung.
Bei der Demontierbarkeit, Wiederverwertbarkeit, Recyclingfähigkeit der übrigen verwendeten Materialien lassen sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Herstellern feststellen.

- Betrachtungsebenen, die hier unbewertet bleiben müssen, aber Relevanz für das konkrete Verkaufsgespräch haben:
Da der Bewertungsrahmen für die Haushaltskühlgeräte für Anbieter aus ganz Deutschland gelten soll, das Einzugsgebiet der Kunden jedoch nicht im voraus bestimmt werden kann, können auch Transportkriterien keine Berücksichtigung finden. Für den einzelnen Kunden/Kundin sollte jedoch die Entfernung zum Fachhandel, Kundendienst und die Entfernung von Hersteller zu Groß- bzw. Fachhandel eine Rolle spielen. In den Bewertungsrahmen der ABC-Analyse können sie nicht aufgenommen werden.
Es werden jedoch keine im entfernten Ausland hergestellten Geräte wegen der höheren Transportökobilanz in die Bewertung aufgenommen; obschon diese teilweise unglaubliche Energiesparpotentiale besitzen (vgl. Kap. 2.6. Anforderungen an einen Öko-Kühlschrank).

Störanfälligkeit, Reparierbarkeit, Türdichte, Korrosion, Außenmaterial können nicht überprüft werden, große Unterschiede in der Qualität werden aber durch ausschließliche Berücksichtigung von Markenherstellern vermieden.
Handhabung: Präferenzen sind hier subjektiv, dies gilt auch für sogenannte No-Frost-Geräte, die selbsttätig abtauen, jedoch im Energieverbrauch deutlich höher liegen, sowie für Geräte der Klimaklasse SN, die durch Einschalten auch bei Temperaturen von 10-16 Grad die Innentemperatur einhalten. Die Handhabung wird bspw. bei der Stiftung Warentest durch fünf Gutachter beurteilt, dabei wurde in den Testergebnissen der letzten 2 Jahre nur ein Kühlgerät der Firma Metro mit mangelhaft beurteilt.[40] Hier kann also davon ausgegangen werden, daß bei Markenherstellern und im Einzelhandel die Geräte vergleichbare Handhabungsergebnisse besitzen.
Bei der Geräuschentwicklung existieren erste Ansätze zu einheitlichen Messungen, vergleichbare Werte gibt es jedoch noch nicht.
Auch über die Verpackung der Kühlgeräte sind keine verlässlichen Daten zu recherchieren.

- Betrachtungsebenen des Bewertungsrahmens (vgl. Abb. 6):
Kältemittel und **Dämmaterialen** aufgrund der potentiellen Ozonschichtzerstörung bzw. des Treibhauseffektes (vgl. Kap. 2.2. Die FCKW-Problematik).
Betriebsenergieverbrauch aufgrund der enormen Treibhauswirkungen (vgl. Kap. 2.3. Der Betriebsenergieverbrauch).
Ausstattung, da ein gut ausnutzbarer flexibler Innenraum bzw. eine auswechselbare Front eine bessere Auslastung gewährleistet (vgl. Kap. 2.4. Die Ausstattung).

Abbildung 6:
Betrachtungsebenen des Produktbewertungsrahmens
für umweltfreundliche Haushaltskühlgeräte:
Kältemittel
Dämmaterial
Energieverbrauch
Ausstattung

3. Schritt: Bewertung der Betrachtungsebenen untereinander, sind manche Betrachtungsebenen bedeutender als andere ?

[40] Stiftung Warentest (Hrsg): test 1/92; 10/92; 1/93

Ja, die Betrachtungsebenen Kältemittel, Dämmaterial und Energieverbrauch sind für eine Bewertung nach ökologischen Betrachtungsebenen bedeutender als die Ausstattung, wobei der Betriebsenergieverbrauch das relevanteste Kriterium darstellt (vgl. Abb. 3: "TEWI-Bilanz eines Einbaukühlgerätes mit 167 Liter Nutzinhalt" und Kap. 2.3. Der Energieverbrauch)

4. Schritt: wenn ja, Prioritäten setzen und Festlegung der Multiplikatoren
Die Multiplikatoren werden aufgrund des 3. Schrittes folgendermaßen festgelegt:

Ausstattung:	**X 1**
Kältemittel:	**X 2**
Dämmaterial:	**X 2**
Energieverbrauch:	**X 3**

Hier sei nochmals daraufhingewiesen, daß die Festlegung der Multiplikatoren nur Tendenzen wiedergeben kann und nicht reale Größenordnugen wiederspiegelt.

5. Schritt: Einteilung der Betrachtungsebenen in A, B, C:
In Abb.7: "Einteilung der Betrachtungsebenen für umweltfreundliche Haushaltskühlgeräte ohne Gefrierfach/*mit 3-Sterne-Gefrierfach"* werden nun die Betrachtungsebenen der Produktbewertung in die Kategorien A, B oder C eingeteilt.
Die Einteilung der vier Betrachtungsebenen stützt sich auf die Kap. 2.2. - 2.5. Die Einteilung der Werte für den Energieverbrauch wurden in Anlehnung an die Energiesparinformationen[41] und die RWE-Enegiesparaktion[42] subjektiv vorgenommen. Eine Einteilung in nur drei Kategorien birgt darüber hinaus die Gefahr, daß Unterschiede innerhalb der einzelnen Kategorien nicht wahrgenommen werden, wurde hier jedoch der Einfachheit halber vorgenommen.

---

[41] Die Einteilung erfolgte hier für Kühlgeräte ohne Gefrierfach in: sparsam (0,35 kWh), mittel (0,70 kWh) und hoch (0,90 kWh) bzw für Geräte mit Drei-Sterne-Fach: Sparsam (0,50 kWh), mittel (0,86 kWh), hoch (1,3 kWh), Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten 1992

[42] Den Förderzuschuß gibt es für Kühlgeräte mit einem Verbrauch bis 0,45 kWh/100 l NV und bei Drei-Sterne-Geräten bei einem Verbrauch bis zu 0,60 Kwh/ 100 l NV.

Abbildung 7: Einteilung der Betrachtungsebenen für umweltfreundliche Haushaltskühlgeräte ohne Gefrierfach/*mit 3-Sterne-Gefrierfach*:			
	Bewertung*		
Betrachtungsebene	**A**	**B**	**C**
Kältemittel Multiplikator = 2	FCKW (ozonschädigend, treibhausrelevant, Herstellung und Entsorgung aufwendig)	FKW (R 134a) (nicht ozonschädigend, treibhausrelevant, Herstellung und Entsorgung aufwendig)	Propan-Butan,u.a. Kohlenwasserstoff (nicht toxisch, nicht ozonschädigend, nicht treibhausrelevant, Herstellung und Entsorgung einfach)
Dämmaterial[43] Multiplikator = 2	PUR mit FCKW	PUR mit FKW	PUR mit Pentan, Kohlenstoff, EPS
Energieverbrauch ohne Gefrierfach *3-Sterne-Gefrierfach* Multiplikator = 3	ab 0,51 *ab 0,90* kWh/24h/100l	0,31 - 0,50 *0,50 - 0,89* kWh/24h/100l	bis 0,30 *bis 0,49* kWh/24h/100l
Ausstattung Multiplikator = 1	unflexibel	Innenraum variabel	Innen und Außen variabel

* **A**= Umweltrelevant, also **schlecht**
B= mittel
C=gut, weil ökologisch verträglicher

6. Schritt: Produktbewertung für Kühlgeräte ohne Gefrierfach

Folgende Haushaltskühlgeräte wurden verglichen:

Bauknecht KRMC 1643
FORON KT 1320 EC
Liebherr KT 1580
Quelle 058.265
Siemens KT 15 RSO

Die Energiewerte wurden den Produktinformationen der Hersteller entnommen; die Informationen über den Einsatz des Kältemittels und

[43] PUR (Polyurethan), EPS (Expandiertes Polystyrol)

Dämmaterials entstammen Pressemitteilungen, Werbeausschnitten und Produktinformationen (vgl. Kap. 3.1. Die Hersteller).
Dabei wurde neben den ökologischen Betrachtungsebenen der **Verkaufspreis** eines Gerätes als wichtiges Kaufkriterium für KundInnen zu Kosten der Betriebsenergie in Beziehung gesetzt. Hier ist auf Herstellerinformationen und telefonisch recherchierte Händleraussagen zurückgegriffen worden (vgl. Abb. 8: "ABC-Analyse").

Abbildung 8:
ABC-Analyse
Haushaltskühlgeräte ohne Gefrierfach
an 5 Beispielen von Standgeräten (85 x 55 x 60cm), Klimaklasse N
Stand Juni '93

Geräte:	**Bauknecht** KRMC 1643	**FORON*** KT 1320 EC	**Liebherr*** KT 1580	**Quelle** 058.265	**Siemens** KT15 RS0
Kältemittel	BB	CC	BB	BB	CC
Dämmung	BB	CC	CC	BB	CC
Energieverbrauch[44]	BBB[45]	BBB[46]	CCC	BBB	BBB
Ausstattung	C	B	C	B	C
Bewertung:	**1 C, 7 B**	**4 C, 4 B**	**6 C, 2 B**	**8 B**	**5 C, 3 B**
Rang	**4**	**3**	**1**	**5**	**2**
Bemerkungen	Breite 60		glass line Energiespar durch Superisolation		Energiespar
Preis in DM	899,-	549,-	869,-	799,50	749,-
Energiekosten	838,25 bei 163l	1069,36 bei 130l	575,27 bei 143l	821,81 bei 156 l	953,30 bei 142l
Gesamtpreis	1737,25	1618,36	1444,27	1621,31	1702,30

* Einige Geräte von FORON und Liebherr tragen als einzige das Umweltzeichen.

7. und 8. Schritt: Addition der A, B, und C und Ausweisung der Produktränge für Kühlgeräte ohne Gefrierfach

---

[44] in kWh/ 24h/ 100l NV
[45] CCC knapp verfehlt
[46] BBB knapp erreicht; Energiewerte für EPS, inzwischen ausgetauscht gegen PUR

Rang 1 bekleidet der Liebherr KT 1580, wobei dieses Gerät als der umweltverträglichste in dieser ABC-Bewertung trotz hohem Verkaufpreis durch den niedrigen Energieverbrauch insgesamt der preiswerteste ist. Der vom Verkaufspreis günstigste (der FORON) nimmt durch die mittleren Verbrauchswerte den Gesamtpreis betreffend nur einen mittleren Rang ein.
Rang 2 bekleidet das Siemensgerät. Der Siemens trägt die Zusatzbemerkung "Energiespar", verbraucht jedoch mehr Energie (vgl. Tabelle 3: Marktübersicht über FCKW-freie Haushaltskühlgeräte") als der Liebherr, der Bauknecht und das Gerät von Quelle und ist in Folge davon auch in den Gesamtkosten höher als das Quelle- und das Liebherrgerät.

6. Schritt: Produktbewertung bei Geräten mit 3-Sterne-Gefrierfach
Bei den Haushaltskühlgeräten mit 3-Sterne-Gefrierfach wurden folgende Geräte verglichen:

AEG Öko-Santo1450 TK
Bauknecht KVIL 1542/0
Philipps Whirlpool KT 1690
Siemens KT15 LO3

Die Energiewerte wurden ebenso wie bei den Kühlgeräten ohne Gefrierfach den Produktinformationen der Hersteller entnommen; die Informationen über den Einsatz des Kältemittels und Dämmaterials entstammen ebenfalls Pressemitteilungen, Werbeausschnitten und Produktinformationen.
7. Schritt: Addition der A, B, und C und **8. Schritt**: Ausweisung der Produktränge
Abb. 9: " ABC-Analyse für Haushaltskühlgeräte mit 3-Sterne-Gefrierfach" zeigt die Ergebnisse der Produktbewertung für Kühlgeräte mit 3-Sterne-Gefrierfach. Bei den Kühlgeräten mit 3-Sterne-Gefrierfach zeigt sich, daß der Preiswerteste (Philipps) bei der Umweltverträglichkeit am schlechtesten abschneidet. Rang 1 nimmt der Siemens ein, der jedoch nur ca. 14 % teurer ist als der Phillips.
Rang 2 bekleidet das Gerät von Bauknecht, welches sowohl von den Anschaffungs- als auch von den Betriebskosten die teuerste Variante darstellt.
Rang 3 nimmt unmittelbar folgend der AEG ein, der laut Produktinformation "fast so wenig wie eine 25 Watt Birne" verbraucht, jedoch höher im Verbrauch liegt als die anderen drei.

Abbildung 9:
ABC-Analyse
Haushaltskühlgeräte mit 3-Sterne-Gefrierfach
an 4 Beispielen von Geräten mit 135 - 158 l NV
Stand Juni '93

Geräte:	**AEG** Öko-Santo1450 TK	**Bauknecht** KVIL 1542/0	**Philipps Whirlpool** KT 1690	**Siemens** KT15 LO3
Kältemittel	BB	BB	AA	CC
Dämmung	BB	BB	AA	CC
Energieverbrauch [47]	BBB	BBB[48]	CCC	CCC
Ausstattung	B	C	B	B
Bewertung:	**8 B**	**1 C, 7 B**	**3 C, 1 B, 4 A**	**7 C, 1 B**
Rang	**3**	**2**	**4**	**1**
Bemerkungen	Energiespar (fast so wenig wie eine 25 Watt Birne)		Öko-Line Super	Energiespar
Preis in DM	699,-	1329,-	689,-	799,-
Energiekosten [49]	1150,54 bei 135l	1314,90 bei 158l	953,30 bei 135l	1068,36 bei 140l
Gesamtpreis	1849,54	2643,90	1642,30	1867,36

4. Zusammenfassung

Die Studie zeigt ökologische Betrachtungsebenen für eine Bewertung von Haushaltskühlgeräten auf, nimmt eine Marktanalyse zur gegenwärtig dynamischen Situation der Kühlgerätebranche vor und vollzieht eine exemplarische Produktbewertung mittels ABC-Analyse.
Zu diesem Zweck werden zunächst sowohl ökologische Defizite als auch die Anforderungen an Elektrogeräte allgemein aufgezeigt.
Hierbei handelt es sich neben den Bemühungen einer Wasser- und Energieverbrauchsminimierung beim Betrieb auch um die Entwicklung energie- und

[47] in kWh/ 24h/ 100 l Nutzungsvolumen
[48] CCC knapp verfehlt
[49] bei 15 Jahren und 0,30 DM/kWh

materialminimierender Herstellungstechniken. Im Hinblick auf Reparaturen und Entsorgung ist eine demontagefreundliche Konstruktion sinnvoll und bei den eingesetzten Materialien wird stärker auf Recyclingprodukte und nachwachsende Rohstoffe zurückzugreifen sein.
Im speziellen Fall der Haushaltskühlgeräte sind in jüngster Zeit das Kältemittel und die Dämmung durch die FCKW-Problematik in den Mittelpunkt des öffentlichen Interesses geraten.
Nach einer kurzen Darstellung der Stoffeigenschaften von FCKW und der für die Kältetechnik relevanten Ersatzstoffe wie FKW, Propan/Butan, Ammoniak bzw. für den Dämmbereich Pentan und Styropor wird im weiteren auf ökologisch bedeutsame Betrachtungsebenen wie Energieverbrauch, Ausstattung und die Entsorgung bzw. Recyclingfähigkeit eingegangen.
Es zeigte sich, daß der Betriebsenergieverbrauch unter dem Aspekt der Treibhausbelastung die größte Umweltrelevanz besitzt.
Zusammengefasst lassen sich eine Reihe von Anforderungen an einen Öko-Kühlschrank formulieren (vgl. auch Abb. 5: Problemdimensionen und Kriterien ökologischer Haushaltskühlgeräte):

1. daß er keine Gefahrstoffe beinhaltet, z. B. frei ist von ozonschichtzerstörenden bzw. treibhausrelevanten Stoffen wie FCKW, H-FCKW, FKW;
2. daß er bei der Herstellung Material und Energie spart, z. B. auf Recyclingprodukte zurückgreift;
3. daß die Herstellung emissionsarm verläuft;
4. daß er eine leicht zerlegbare Konstruktion besitzt, um Reparaturen und Entsorgung zu erleichtern;
5. daß sein Betriebsenergieverbrauch kleiner als 0,2 kWh/24h/100l ist
6. daß seine Ausstattung variabel ist, um unterschiedlichen Besitzern mit unterschiedlichen Einkaufsgewohnheiten, Dekorwünschen gerecht zu werden;
7. daß er eine übersichtliche Innenraumaufteilung besitzt, um Öffnungszeiten so kurz wie möglich zu halten;
8. daß er in einer umweltfreundlichen Verpackung, z. B. einer Mehrwegumverpackung geliefert wird, die nach Gebrauch für den nächsten Kühlschrank verwendet werden kann,
9. daß er mit einem möglichst hohen Anteil wiederverwertbarer und recyclingfähiger Materialien versehen ist.

In einem zweiten Teil wird der gegenwärtige Markt der Haushaltskühlgerätebranche betrachtet.

Durch den ersten FCKW-freien Kühlschrank der Firma FORON hat dieser Markt eine dynamische Entwicklung genommen.
Ersatzstoffe für Kältemittel und Dämmaterialien sowie Energieverbrauchswerte gerieten in die Diskussion. Seit der domotechnica '93 wird allerdings immer deutlicher, daß FCKW in Kühlgeräten ein nahezu abgeschlossenes Kapitel darstellt und damit die Chance für innovative Kältetechniken gegeben sind.
Exemplarisch wurden 9 Kühlschränke mittels ABC-Analyse bezüglich ökologischer Betrachtungsebenen verglichen. Solche Produktbewertungen ermöglichen es, über eine Vielzahl auf dem Markt befindlicher Gerätetypen in einem überschaubaren Rahmen zu informieren. Darüber hinaus wurde gezeigt, daß Geräte, die umweltfreundlicher sind als andere, nicht zwangsläufig teurer sind.
Für den Fachhandel bringt die momentane Dynamik dieses Marktes eine große Informationsflut mit sich, die es komprimiert an KundInnen weiterzugeben gilt. Für die Durchsetzung ökologischer Produkte ist eine seriöse fachliche Beratung bezüglich der Umweltverträglichkeit eines Elektrogerätes ein relevanter Faktor. Hier nimmt der Einzelhandel eine wichtige Position zwischen Hersteller und Verbraucher ein. Die Informationsverarbeitung des Einzelhandels verläuft jedoch vielfach zu passiv, um der Dynamik von Umweltschutzanforderungen gerecht zu werden. Dabei sind Reaktionen des Handels immer nur auf ein Merkmal ausgerichtet (z. B. FCKW) und entsprechen nie einer ganzheitlichen Betrachtungsweise. Produzenten und Fachhandel begreifen inzwischen die Diskussion über ökologische Anforderungen an Hauhaltskühlgeräte als Chance für die Etablierung einer neuen Generation von Produkten. Entsprechend werden Werbekampagnen für die neuen Öko-Produkte gestartet, in der die ökologischen Eigenschaften der Produkte gleichzeitig die tragenden Verkaufsargumente sind. In dieser Verbindung von Verkaufsinteressen mit ökologischen Zielen steckt jedoch auch eine Gefahr: schon jetzt ist absehbar, daß nur wenige, scheinbar verkaufsträchtige Merkmale in den Vordergrund gestellt und andere Merkmale wie z. B. die Umwelteinflüsse durch die Produktion vernachlässigt werden.
Notwendig ist hier die systematische Aus- und Weiterbildung des Handels in Fragen der Produktbewertung, um Informationsdefizite aufarbeiten zu können. Eine ganzheitliche Betrachtung und die damit verbundene Fülle von Informationen stößt jedoch innerhalb des Handels an Grenzen, die nur durch Kooperationen entlang der Kette Hersteller - Händler - Verbraucher zu beheben sind.

Die Frage, ob und wann ein Altgerät im Einzelfall aus ökologischen und kostensparenden Gründen sinnvollerweise gegen ein Neugerät einzutauschen ist, kann nicht dem Fachhandel auferlegt werden, sondern ist Aufgabe der Verbraucherberatungen.
Wünschenswert wäre, wenn die Verbraucher (und ebenso die direkt oder indirekt betroffenen Gruppen, z. B. Architekten) mit der neuen Technik auch ihre alten Kühlgewohnheiten überdächten.

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Anteil von Kühlgeräten am Stromverbrauch bundesdeutscher Haushalte

Abbildung 2: Problemdimensionen und Kriterien einer ökologischen Produktpolitik

Abbildung 3: TEWI-Bilanz eines Einbaukühlgerätes mit 167 Liter Nutzinhalt

Abbildung 4: Vergleich PUR mit EPS

Abbildung 5: Problemdimensionen und Kriterien ökologischer Haushaltskühlgeräte

Abbildung 6: Kriterien des Produktbewertungsrahmens für umweltfreundliche Haushaltskühlgeräte

Abbildung 7: Einteilung der Kriterien für umweltfreundliche Haushaltskühlgeräte ohne Gefrierfach/*mit 3-Sterne-Gefrierfach*:

Abbildung 8: ABC-Analyse für Haushaltskühlgeräte ohne Gefrierfach

Abbildung 9: ABC-Analyse für Haushaltskühlgeräte mit 3-Sterne Gefrierfach

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Bestandteile eines Kühlschrankes und ihr Gewichtsanteil

Tabelle 2.: Entsorgungskosten für Kühlschränke (Standardmaß) in Ostwestfalen (Stand: Juni 1993)

Tabelle 3: Marktübersicht über FCKW-freie Haushaltskühlgeräte

Verzeichnis der Abkürzungen

bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CO_2	Kohlendioxid
EPS	expandiertes Polystyrol
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoff
FKW	Fluorkohlenwasserstoff
HF	Fluorwasserstoff
Kap.	Kapitel
kWh	Kilowattstunde
PUR	Polyurethan
TEWI	Total Equivalent Warming Impact
TFA	Trifluoressigsäure
z. B.	zum Beispiel

Literaturverzeichnis

Abraham, H.: FCKW-Entsorgung aus Kühl- und Gefriergeräten; EntsorgungsPraxis 5/1990

Beck, B; Klocke, R.; Lambrecht, U.; Seichter, W.; Stahl, U.; Wagner, P.: Studie über den FCKW-freien Kühlschrank der Firma dkk Scharfenstein, EPS, Bonn 1992, unveröffentlichte Projektarbeit

Bundesinnungsverband des Deutschen Kälteanlagenbauerhandwerks, Düsseldorf

Bundesumweltministerium Arbeitspapier vom 15.10.1992

Franklin, J.: Stellungnahme zum Fragenkatalog (KDrs 12/6) der Enquete-Kommission - Schutz des Menschen und der Umwelt - für die öffentliche Anhörung am 3. und 4. Dezember 1992: Ökobilanz/Produktlinienanalyse am Beispiel des FCKW-Ersatzstoffes R 134a und anderer Ersatzstoffe bzw. -technolgien

Greenpeace e.V.: FCKW, Hamburg, Faltblatt, 1992

Halm, G.: Sammlung und Verwertung von "Weißer Ware" (Küchengroßgeräte), in: Wiemer, K. u. M. Kern (Hrsg.): Weniger Abfall - Entwicklungen in der Abfallwirtschaft nach der Verpackungsverordnung (S. 395-409); Witzenhausen, 1991;

Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten (Hrsg): Energiesparinformation 16, 3/1992

Hofstetter, P.:Weshalb "Öko-Kühlschrank" ?, in: GAIA, Nr.6, 1992a, S. 358

Hofstetter, P: Stellungnahme zum Fragenkatalog (KDrs 12/6) der Enquete-Kommission - Schutz des Menschen und der Umwelt - für die öffentliche Anhörung am 3. und 4. Dezember 1992b: Ökobilanz/Produktlinienanalyse am Beispiel des FCKW-Ersatzstoffes R 134a und anderer Ersatzstoffe bzw. -technolgien

Hüttemann, W.: Hausgeräte 1990 - Ansätze für eine entsorgungsgerechte Konstruktion, in: Kreibich et al (Hrsg): Ökologisch produzieren, Weinheim, Basel 1991

Lehmann, S.: Vom Dilemma ökologischer Beurteilungen, die nie objektiv sein können, IÖW-Informationsdienst, Berlin Nr. 3-4/93

Leisewitz, A.: Stellungnahme zum Fragenkatalog (KDrs 12/6) der Enquete-Kommission - Schutz des Menschen und der Umwelt - für die öffentliche Anhörung am 3. und 4. Dezember 1992: Ökobilanz/Produktlinienanalyse am Beispiel des FCKW-Ersatzstoffes R 134a und anderer Ersatzstoffe bzw. -technolgien

Mc Culloch, A.: Stellungnahme zum Fragenkatalog (KDrs 12/6) der Enquete-Kommission - Schutz des Menschen und der Umwelt - für die öffentliche Anhörung am 3. und 4. Dezember 1992: Ökobilanz/Produktlinienanalyse am Beispiel des FCKW-Ersatzstoffes R 134a und anderer Ersatzstoffe bzw. -technolgien

RWE Energie Broschüre 10/92

Steinhieper, R.: Umweltbewußte Hersteller wachsen durch Life-Cycle-Engineering ihrer Produkte, VDI-N, Stuttgart 15.2.91

Stellungnahme der Hoechst AG in: DIE KÄLTE und Klimatechnik, Heft 1/1991

TEWI-Bilanz eines Einbaukühlgerätes mit 167 Liter Nutzinhalt, in: Die moderne Küche 2/93

Umwelt - Informationen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Nr. 6 /1993, S. 230

Umweltbundesamt, Jacobi: FCKW - Anforderungen an die Rückgewinnung von FCKW aus ALT-Kühlschränken einschließlich enthaltenen Polyurethanschaums (PUR); 1993

Umweltbundesamt: Stellungnahme zum Fragenkatalog (KDrs 12/6) der Enquete-Kommission - Schutz des Menschen und der Umwelt - für die öffentliche Anhörung am 3. und 4. Dezember 1992: Ökobilanz/Produktlinienanalyse am Beispiel des FCKW-Ersatzstoffes R 134a und anderer Ersatzstoffe bzw. -technolgien

Umwelt-Produkt-Info-Service Nr. 14/ März 1993, FIZ Karlsruhe (Hrsg), Bonn

v. Winterfeld, U.: Ökologisierung vorhandener Produkte ? Zum Gebrauchsnutzen von Kühlschränken und Autoklimanalgen, IÖW-Informationsdienst, Berlin 1/93

ANHANG

Tabelle 2: Entsorgungskosten für Kühlschränke (Standardmaß) in Ostwestfalen (Stand: Juni 1993)

Kreisfreie Städte

Ort	Entsorger	Kostenverteilung (in DM/Stück)**				Anmerkungen
		Gesamt	Privat	Einzelhandel	Kommune	
Bielefeld	Tönsmeier	59,00	§	24,00+	35,00	- Bei Abholung auf Antrag des Privathaushaltes übernimmt die Stadt die gesamten Kosten
				59,00#		- Es besteht ein Vertrag über die Kostenaufteilung zwischen der Stadt und den Einzelhandelsmitgliedern

** = Die Systematik bezieht sich auf den Anteil der Kommune bei privater Entsorgung **oder** Entsorgung durch den Einzelhändler
# = Nichtmitglieder
+ = Kosten werden an den Verbraucher weitergeleitet
§ = Die Entsorgungskosten werden über die allgemeine Müllgebühr umgelegt

IÖW eigene Bearbeitung

Fortsetzung Tabelle 2: Entsorgungskosten für Kühlschränke (Standardmaß) in Ostwestfalen (Stand: Juni 1993)

Kreis Gütersloh

Ort	Entsorger	Kostenverteilung (in DM/Stück)**				Anmerkungen
		Gesamt	Privat	Einzelhandel	Kommune	
Gütersloh	Tönsmeier	k. Angabe	§	--	k. Angabe	Einzelhändler, die Sammelstellen errichten, bekommen - wie die Privathaushalte - Doppelkarten zur Verfügung gestellt
Halle	Stadtreinigung West	63,00	§		63,00	*
Harsewinkel	Rethmann	ca80,00	§		cs80,00	*
Herzebrock-Clarholz	Rethmann	79,741992	§		79,74	*
Langenberg	Rethmann	56,50	§		56,50	Einzelhändler muß die Kühlgeräte zum Recyclinghof bringen *
Rheda-Wied.	Tönsmeier	65,00	§		65,00	Doppelkarte
Rietberg	Rethmann	k. Angabe			k. Angabe	*
Versmold	Rethmann	k. Angabe			k. Angabe	*
Werther	Stadtreinigung West	ca. 62,00	Defekt:62,00 funktion.:50,-	Entsorgungsmarken für 62,-	Differenzbetrag	Entsorgungsmarken funktionsfähige Geräte können bei Recyclinghof abgegeben werden
Steinhagen-Stukenbrok	Tönsmeier (Hövelhof)	64,411992			64,41	*
Steinhagen	Tönsmeier	k. Angabe			k. Angabe	*

* = Wenn der Einzelhändler den Nachweis erbringt, daß das Kühlgerät aus einem Privathaushalt der entsprechenden Stadt bzw. Gemeinde stammt, kann es genauso entsorgt werden, wie wenn der Privathaushalt die Entsorgung direkt beantragt

** = Die Systematik bezieht sich auf den Anteil der Kommune bei privater Entsorgung **oder** Entsorgung durch den Einzelhändler

IÖW eigene Bearbeitung

Fortsetzung Tabelle 2: Entsorgungskosten für Kühlschränke (Standardmaß) in Ostwestfalen (Stand: Juni 1993)

Kreis Herford

Ort	Entsorger	Kostenverteilung (in DM/Stück)**				Anmerkungen
		Gesamt	Privat	Einzelhandel	Kommune	
Stadt Herford	Tönsmeier	k.A.	65,00	65,00	k.A:	*
Bünde	Tönsmeier	ca. 85,00	65,00	65,00	ca. 20,00	*Doppelkarte
Enger	Tönsmeier	ca. 67,00	65,00	65	2,00	Doppelkarte
Hiddenhausen	Tönsmeier	ca. 85,00[1]	60,00	60,00	25,00	*
Kirchlengern	Tönsmeier	k. Angabe[1]	60,00	60,00	k. Angabe	*
Rödinghausen	Tönsmeier	75,00	55,00	55,00	ca. 20,00	*
Bad Salzuflen	Schlothauer	ca80,00	§	selbst	ca80,00	
Vlotho	Tönsmeier	62,13	10,00	10,00	52,13	*

* = Wenn der Einzelhändler den Nachweis erbringt, daß das Kühlgerät aus einem Privathaushalt der entsprechenden Stadt bzw. Gemeinde stammt, kann es genauso entsorgt werden, wie wenn der Privathaushalt die Entsorgung direkt beantragt

** = Die Systematik bezieht sich auf den Anteil der Kommune bei privater Entsorgung **oder** Entsorgung durch den Einzelhändler

1 = 1992

IÖW eigene Bearbeitung

Fortsetzung Tabelle 2: Entsorgungskosten für Kühlschränke (Standardmaß) in Ostwestfalen (Stand: Juni 1993)

Kreis Minden

Ort	Entsorger	Kostenverteilung (in DM/Stück)**				Anmerkungen
		Gesamt	Privat	Einzelhandel	Kommune	
Stadt Minden	Tönsmeier	ca85,00	1 (2)Marken	selbst	ca85,00	*Sperrmüllentsorgungsmarken (5,-- DM/St.)
Bad Oeynhausen	Tönsmeier? Kottmeier	ca100,00	30,00	selbst	ca70,00	Doppelkarte
Espelkamp	Tönsmeier	k. Angabe	60,00	60,00	k. Angabe	*
Hille	Tönsmeier	ca78,00	72,00	selbst	ca6,00	Einzelhändler muß den Entsorger selbst beauftragen
Hüllhorst1	Tönsmeier		82,08	82,08		*
Petershagen1	Tönsmeier	75,00		selbst	75,00	Einzelhändler muß den Entsorger selbst beauftragen
Porta Westfalica1	Tönsmeier	EH 52,50 Pr 56,60			EH 52,50 Pr 56,50	*EH = Einzelhandel Pr = Privat
Preußisch Oldendorf1	Tönsmeier	bisher 62,13	30,00	30,00	32,13	*
Lübbecke	Tönsmeier	62,28	40,00	40,00	22,68	Doppelkarte
Stemwede1	Tönsmeier		60,00	60,00		*
Löhne	Tönsmeier	43,12 +Transport	20,00	19,50		*

* = Wenn der Einzelhändler den Nachweis erbringt, daß das Kühlgerät aus einem Privathaushalt der entsprechenden Stadt bzw. Gemeinde stammt, kann es genauso entsorgt werden, wie wenn der Privathaushalt die Entsorgung direkt beantragt

** = Die Systematik bezieht sich auf den Anteil der Kommune bei privater Entsorgung **oder** Entsorgung durch den Einzelhändler

1 = 1992

IÖW eigene Bearbeitung

Fortsetzung Tabelle 2: Entsorgungskosten für Kühlschränke (Standardmaß) in Ostwestfalen (Stand: Juni 1993)

Kreis Paderborn

Ort	Entsorger	Kostenverteilung (in DM/Stück)**				Anmerkungen
		Gesamt	Privat	Einzelhandel	Kommune	
Stadt Paderborn	Tönsmeier	60-100,00	§	*selbst	k. Angabe	Kopie der Rechnung * Sammeltouren
Delbrück	Schreiber Städtereinigung	ca. 70,00	Stadt gratis, sonst 80,00	selbst	ca. 70,00	Stadt führt 1/4 jährlich Sammlung durch
Salzkotten1	Stratmann	bisher 78,68	Entsorger 80,-	selbst	bisher 78,68	*
Büren	Stratmann	45,00	§	selbst	ca45,00	*
Wünnenberg1	Stratmann	ca. 43,00			ca. 43,00	*
Altenbecken	Tönsmeier	65,00	§	selbst	65,00	Sammeltouren
Hövelhof	Tönsmeier	ca80,00	§	selbst	ca80,00	Doppelkarte
Borchen1	Stratmann	EH 43,25 Pr 49,45			EH 43,25 Pr 49,45	*
Bad Lippspringe	Tönsmeier	70,-/75,-	§	selbst		Doppelkarte
Lichentau	Stratmann	1991 EH 41,44 Pr 47,14			EH 41,44 Pr 47,14	*

* = Wenn der Einzelhändler den Nachweis erbringt, daß das Kühlgerät aus einem Privathaushalt der entsprechenden Stadt bzw. Gemeinde stammt, kann es genauso entsorgt werden, wie wenn der Privathaushalt die Entsorgung direkt beantragt

** = Die Systematik bezieht sich auf den Anteil der Kommune bei privater Entsorgung **oder** Entsorgung durch den Einzelhändler

1 = 1992

IÖW eigene Bearbeitung

Tabelle 3: Marktübersicht "FCKW-freie Haushaltskühlgeräte"

Hersteller Typ	Sternkennz. Tisch (T) Stand (St) Unterbau (U) Einbau (E) integrierbar (i) dekorfähig (d)	Abmessungen H x B x T (Nischenmaße bei Einbaugeräten) in cm	Nutzinhalt in l Gesamt/Kühlteil (K)/ Kaltfach (Ka)/ Frischhaltefach (F)	Sternefach	integrierter Verdampfer (Vd) integrierter Verflüssiger (Vf)	Dämmungsstärke in cm	**Stromverbrauch in kWh/24h**	**Stromverbrauch in kWh/24h/100 lN**	Besonderheiten
AEG ÖKO SANTO 1752 I glass line	E, i	87,4 x 56 x 55	167/K 167		Vd, Vf	2,5	**0,65**	**0,39**	Abstellflächen aus Sicherheitsglas
AEG SANTO 1702 I glass line	E, i	dto.	dto.		dto.	dto.	**0,75**	**0,45**	dto.
AEG ÖKO SANTO 1752 E glass line	E, d	dto.	dto.		dto.	dto.	**0,65**	**0,39**	dto.
AEG SANTO 1702 E glass line	E, d	dto.	dto.		dto.	dto.	**0,75**	**0,45**	dto.
AEG SANTO 172 i	E, i	dto.	dto.		dto.	dto.	**0,75**	**0,45**	Abstellflächen aus Kunststoff
AEG SANTO 172 E	E, d	dto.	dto.		dto.	dto.	**0,75**	**0,45**	dto.
AEG ÖKO SANTO 1450 TK	St		135/K 119	16	dto.		**0,70**	**0,52**	
BAUKNECHT KRIL 1742/0	E, i	87,4 x 56 x 55	173/K 173		Vd		**0,65**	**0,30**	Abstellflächen aus Glas
BAUKNECHT KDIC 1543/0	***, E, i	dto.	152/K 133	19	dto.		**0,8**	**0,53**	dto.
BAUKNECHT KRIC 1743/0	E, i	dto.	171/K 171		dto.		**0,75**	**0,44**	dto.
BAUKNECHT KVIL 1542/0	E,i	dto.	158/K 135	19	dto.	5 bis 7	**0,80**	**0,51**	dto.
BOSCH KDR 3700	St	187 x 66 x 66	364/K 364		Vd	7 bis 9	**0,35**	**0,10**	Stärke der Dämmung nimmt nach unten zu

IÖW 6/93

Fortsetzung Marktübersicht "FCKW-freie Haushaltkühlgeräte"

Hersteller Typ	Sternkennz. Tisch (T) Stand (St) Unterbau (U) Einbau (E) integrierbar (i) dekorfähig (d)	Abmessungen H x B x T (Nischenmaße bei Einbaugeräten) in cm	Nutzinhalt in l Gesamt/Kühlteil (K)/ Kaltfach (Ka)/ Frischhaltefach (F)	Sternefach	integrierter Verdampfer (Vd) integrierter Verflüssiger (Vf)	Dämmungsstärke in cm	**Stromverbrauch in kWh/24h**	**Stromverbrauch in kWh/24h/100 IN**	Besonderheiten
BOSCH KTR 1570	T	85 x 55 x 60	142/K 142		dto.	5	**0,58**	**0,41**	
BOSCH KIR 1770	E, i	88 x 56 x 55	167/K 167		Vd, Vf	2 bis 5	**0,75**	**0,45**	wie KDR 3700
ELECTROLUX ER 1433 T	T, d	85 x 55 x 60	155/K 135	20	Vd	3	**0,7**	**0,45**	Abstellflächen aus Glas
ELECTROLUX ER 1530 T	dto.	dto.	155/K 155		dto.	dto.	**0,6**	**0,39**	dto.
ELECTROLUX ER 1636 T	T	85 x 60 x 60	157/K 157		dto.	5	**0,5**	**0,32**	dto.
ELECTROLUX ER 2512 C	St	160 x 60 x 60	246/K 246		dto.		**0,3**	**0,12**	dto.
FORON KT 1370 RC	T	85 x 55 x 60	127/K 127			3,8	**0,63**	**0,50**	
FORON KT 1320 EC	St	85 x 55 x 60	130/K 130				**0,65**	**0,50**	
FORON KT 1320 RC	T	dto.	130/K 122			dto.	**0,65**	**0,50**	Eisfach (8 l)
FORON Ks 1850 RC	St	107,3 x 55 x 60	175/K 175			dto.	**0,74**	**0,42**	
FORON KS 1860 KC	dto.	dto.	172/K 112/F 60			dto.	**0,72**	**0,42**	
JUNO	JKI 5330 (früher KEI 3536, JKI 5040 (früher KEI 3706), alle mit aufgehellten Innenraumteilen, Ablageflächen aus Glas, JKI 3330 (früher KEI 253 JKI 3040 (früher KEI 2706), alle mit aufgehellten Innenraumteilen, Ablageflächen aus Kunststoff, ab 16 KW FCKW-frei								

IÖW 6/93

Fortsetzung Marktübersicht "FCKW-freie Haushaltkühlgeräte"

Hersteller **Typ**	Sternkennz. Tisch (T) Stand (St) Unterbau (U) Einbau (E) integrierbar (i) dekorfähig (d)	Abmessungen H x B x T (Nischenmaße bei Einbaugeräten) in cm	Nutzinhalt in l Gesamt/Kühlteil (K)/ Kaltfach (Ka)/ Frischhaltefach (F)	Sternefach	integrierter Verdampfer (Vd) integrierter Verflüssiger (Vf)	Dämmungsstärke in cm	**Stromverbrauch in kWh/24h**	**Stromverbrauch in kWh/24h/100 IN**	Besonderheiten
LIEBHERR KT 1633	***, T, d	85 x 55,3 x 60	146/K 128	18	Vd		**0,9**	**0,62**	Abstellflächen aus bruchsicherem Glas
LIEBHERR KT 1730	T, d	dto.	K 164		dto.		**0,65**	**0,40**	dto.
LIEBHERR KT 1733	***, T, d	85 x 60 x 60	160/K 142	18	dto.		**0,9**	**0,56**	dto.
LIEBHERR KT 1930	T, d	dto.	K 182		dto.		**0,75**	**0,41**	dto.
LIEBHERR KT 1483	***, T, d	dto.	131/K 116	15	dto.		**0,5**	**0,38**	dto.
LIEBHERR KT 1580	T, d	dto.	K143		dto.		**0,35**	**0,24**	dto.
LIEBHERR KS 2433	***, St, d	121,5 x 60 x 60	230/ K 209	21	dto.		**1,1**	**0,48**	dto.
LIEBHERR KS 2630	St, d	dto.	K 253		dto.		**0,9**	**0,36**	dto.
LIEBHERR KS 3033	***, St, d	146,4 x 60 x 60	289/K 268	21	dto.		**1,1**	**0,38**	dto.
LIEBHERR KE 1633	***, E, d	87,4 bis 87,8 x 56 bis 57 x mind. 55	151/K 135	16	dto.		**0,75**	**0,50**	dto.
LIEBHERR KE 1830	E, d	dto.	170/K 170		dto		**0,7**	**0,41**	dto.
LIEBHERR KE 2433	***, E, d	122,1 bis 122,5 x 56 bis 57 x mind. 55	246/K 246		dto.		**1**	**0,41**	dto.

Fortsetzung Marktübersicht "FCKW-freie Haushaltkühlgeräte"

Hersteller Typ	Sternkennz. Tisch (T) Stand (St) Unterbau (U) Einbau (E) integrierbar (i) dekorfähig (d)	Abmessungen H x B x T (Nischenmaße bei Einbaugeräten) in cm	Nutzinhalt in l Gesamt/Kühlteil (K)/ Kaltfach (Ka)/ Frischhaltefach (F)	Sternefach	integrierter Verdampfer (Vd) integrierter Verflüssiger (Vf)	Dämmungsstärke in cm	**Stromverbrauch in kWh/24h**	**Stromverbrauch in kWh/24h/ 100 lN**	Besonderheiten
LIEBHERR KE 2530	E, d	122,1 bis 122,5 x 56 bis 57 x mind. 55	246/K 246		Vd		**0,8**	**0,33**	Abstellflächen aus bruchsicherem Glas
LIEBHERR KE 2234	***, E, d	dto.	208/K 164	44	dto.		**1,1**	**0,53**	dto.
LIEBHERR KI 1633	***, E, i	87,4 bis 87,5 x 56 bis 57 x mind. 55	152/K 136	16	dto.		**0,75**	**0,49**	dto.
LIEBHERR KI 1830	E, i	dto.	171/K 171		dto.		**0,7**	**0,41**	dto.
LIEBHERR KI 2433	***, E, i	122,1 bis 122,5 x 56 bis 57 x mind. 55	226/K 207	19	dto.		**1**	**0,44**	dto.
LIEBHERR KI 2530	E, i	dto.	242/K 242		dto.		**0,8**	**0,33**	dto.
LIEBHERR KID 2234	****, E, i	dto.	215/K 169	46	dto.		**1,1**	**0,51**	dto.
LIEBHERR KIF 2733	***, E, i	139,7 bis 140,8 x 56 bis 57 x mind. 55	258/K 126/F 113	19	dto.		**1,15**	**0,45**	dto.
LIEBHERR KIF 2830	E, i	dto.	276/K 163/F 113		dto.		**0,9**	**0,33**	dto.
LIEBHERR KIU 1433	***, U, i	82 x 60 x 57	131/K 114	17	dto.		**0,75**	**0,57**	dto.
LIEBHERR KIU 1630	U, i	dto.	154/K 154		dto.		**0,6**	**0,39**	dto.
LIEBHERR KIB 2054	***, E, i	122,1 bis 123,2 x 56 bis 57 x mind. 55	164/K 106/F 42	16	dto.		**1,2**	**0,73**	wie KE 1633, Superkühlung (Dauerbetrieb des Kompressors) möglich
LIEBHERR KIB 2550	E, i	139,7 bis 140,8 x 56 bis 57 x mind. 55	215/K 173/F 42		dto.		**1,1**	**0,51**	dto.

Fortsetzung Marktübersicht "FCKW-freie Haushaltkühlgeräte"

Hersteller **Typ**	Sternkennz. Tisch (T) Stand (St) Unterbau (U) Einbau (E) integrierbar (i) dekorfähig (d)	Abmessungen H x B x T (Nischenmaße bei Einbaugeräten) in cm	Nutzinhalt in l Gesamt/Kühlteil (K)/ Kaltfach (Ka)/ Frischhaltefach (F)	Sternefach	integrierter Verdampfer (Vd) integrierter Verflüssiger (Vf)	Dämmungsstärke in cm	**Stromverbrauch in kWh/24h**	**Stromverbrauch in kWh/24h/ 100 lN**	Besonderheiten
MIELE K 304 iD	E, i	139,7 x 56 x 55	215/K 173/Ka 42		Vd	3,5 (K) 4,5 (Ka)	**1,1**	**0,51**	dynamisches Kühlen im Kühlraum, 0 °C-Zone
MIELE K 303 i	dto.	122,1 x 56 x 55	164/K 106/Ka 42	16	dto.	dto.	**1,2**	**0,73**	dto.
Quelle 058.265	ST	85 x 60 x 60	156/K 156			2 bis 5	**0,50**	**0,32**	
Quelle 007.417	dto	180 x 60 x 60	288/K 288			2 bis 5	**0,33**	**0,11**	
SEPPELFRICKE SKU 155.10 I			154/K 154				**0,60**	**0,39**	
SEPPELFRICKE SKU 168.10 I			167/K 167				**0,75**	**0,45**	
SEPPELFRICKE IKS 170.10			dto.				**0,75.**	**0,45**	
SEPPELFRICKE IKS 1700.10			dto.				**0.75**	**0,45**	
SEPPELFRICKE IKS 250.10			239/K 239				**0,79**	**0,33**	
SEPPELFRICKE DKS 170.10			167/K 167				**0,75**	**0,45**	
SEPPELFRICKE DKS 1700.10			dto.				**0,75**	**0,45**	
SEPPELFRICKE DKS 250.10			239/K 239				**0,79**	**0,33**	
SEPPELFRICKE SKU 135.10 I			131/K 114	17				**0,75**	**0,57**

Fortsetzung Marktübersicht "FCKW-freie Haushaltkühlgeräte"

Hersteller Typ	Sternkennz. Tisch (T) Stand (St) Unterbau (U) Einbau (E) integrierbar (i) dekorfähig (d)	Abmessungen H x B x T (Nischenmaße bei Einbaugeräten) in cm	Nutzinhalt in l Gesamt/Kühlteil (K)/ Kaltfach (Ka)/ Frischhaltefach (F)	Sternefach	integrierter Verdampfer (Vd) integrierter Verflüssiger (Vf)	Dämmungsstärke in cm	**Stromverbrauch in kWh/24h**	**Stromverbrauch in kWh/24h/100 lN**	Besonderheiten
SEPPELFRICKE SKU 137.10 D			130/K 115	15			**0,65**	**0,50**	
SEPPELFRICKE IKS 163.10			144/K 126	18			**0,81**	**0,56**	
SEPPELFRICKE IKS 1630.10			144/K 126	18			**0,81**	**0,56**	
SEPPELFRICKE IKS 233.10			217/K 199	18			**0,95**	**0,44**	
SEPPELFRICKE IKS 2330.10			dto.	dto.			**0,95**	**0,44**	
SEPPELFRICKE DKS 163.10			144/K 126	18			**0,81**	**0,56**	
SEPPELFRICKE DKS 1630.10			dto.	dto.			**0,81**	**0,56**	
SEPPELFRICKE DKS 233.10			217/K 199	18			**0,95**	**0,44**	
SEPPELFRICKE DKS 2330.10			dto.	dto.			**0,95**	**0,44**	
SIEMENS KD 37 ROO	St	187 x 66 x 60	364/K 364		dto.	7 bis 9	**0,34**	**0,09**	Stärke der Dämmung nimmt nach unten zu
SIEMENS KT 15 RSO	T	85 x 55 x 60	142/K 142		dto.	5	**0,58**	**0,41**	
SIEMENS KI 17 R70	E, i	88 x 56 x55	167/K 167		Vd, Vf	2 bis 5	**0,75**	**0,45**	wie KD 37 ROO
SIEMENS KT 15 LO3	St, d	85 x 55 x 60	140/K 121	19	Vd	5	**0,65**	**0,46**	

Marktübersicht "FCKW-freie Kühl-/Gefrierkombinationen"

Hersteller Typ	Tisch (T) Stand (St) Unterbau (U) Einbau (E) integrierbar (i) dekorfähig (d)	Abmessungen H x B x T (Nischenmaße bei Einbaugeräten) in cm	Nutzinhalt in l		Kältetechnik Umluft (U) Rollenkolbenkompressor (Rk)	integrierter Verdampfer (Vd) integrierter Verflüssiger (Vf)	Gefriervermögen kg pro 24h/ Lagerzeit bei Störung in h/ Dämmungsstärke in cm	**Stromverbrauch in kWh/24h**	**Stromverbrauch in kWh/24h-/100 IN**	Besonderheiten
			Gesamt/Kühlteil (K)/ Kaltfach (Ka)/ Frischhaltefach (F)	Gefrierteil (G)/Vorgefrierraum (VG)	Kompressorenanzahl (Kp)					
AEG SANTO 3002 E-mp glass line (R)	****, E	2 Nischen á 87,4 x 56 x 55	279/K 167	112/89	Kp 2	Vd, Vf	16/28/2,5 (K)/5 (G)	**1,75**	**0,63**	Plastische Edelstahlfront, Abstellfläche aus Sicherheitsglas
AEG SANTO 3002 E-mp glass line (L)	E	dto.	dto.	dto.	dto.	dto.	dto.	dto.	**dto.**	dto.
BOSCH KKE 2600	St	155 x 66 x 62	241/K 188	53	Kp 1	Vd	18/53/7 (K), 9 (G)	**0,84**	**0,39**	Softline Kühlteil mit Sicherheitsglas
BOSCH KKE 3100	dto.	175 x 66 x 62	277/K 188	89	dto.	dto.	18/38/7 (K), 9 (G)	**0,89**	**0,32**	dto.
BOSCH KKE 3400	dto.	195 x 66 x 62	313/K 188	125	dto.	dto.	18/40/7 (K), 9 (G)	**0,95**	**0,30**	dto.
BOSCH KKE 3600	dto.	dto.	324/K 235	89	dto.	dto.	18/38/7 (K), 9 (G)	**dto.**	**0,29**	dto.
BOSCH KKE 7000	dto.	175 x 66 x 62	277/K 188	89	dto.	dto.	dto.	**0,89**	**0,32**	dto.
BOSCH KKU 2900	dto.	dto.	262/K 188	74	U/Kp 1	dto.	12/33/7 (K), 9 (G)	**1,16**	**0,44**	dto.
BOSCH KKU 3200	dto.	195 x 66 x 62	289/K 188	101	U/Kp 1	dto.	12/35/7 (K), 9 (G)	**1,26**	**0,44**	dto.
BOSCH KKU 3300	dto.	dto.	309/K 235	74	U/Kp 1	dto.	12/33/7 (K), 9 (G)	**1,21**	**0,39**	dto.

IÖW 6/93

Fortsetzung Marktübersicht "FCKW-freie Kühl-/Gefrierkombinationen"

Hersteller Typ	Stand (St) Unterbau (U) Einbau (E) integrierbar (i) dekorfähig (d)	Abmessungen H x B x T in cm	Nutzinhalt in l Gesamt/Kühlteil (K)/ Kaltfach (Ka)/ Frischhaltefach (F)	Gefrierteil (G)/Vorgefrierraum (VG)	Kältetechnik Umluft (U) Kompressorenanzahl (Kp)	integrierter Verdampfer (Vd) integrierter Verflüssiger (Vf)	Gefriervermögen kg pro 24h/ Lagerzeit bei Störung in h/ Dämmungsstärke in cm	**Stromverbrauch in kWh/24h**	**Stromverbrauch in kWh/24h/100 IN**	Besonderheiten
ELECTROLUX ER 3114 B	St	180 x 59,5 x 60	289/K 187	102	Kp 2		10/14	**1,05**	**0,36**	Abstellflächen aus Glas
ELECTROLUX ER 3116 B	dto.	200 x 59,5 x 60	285/K 184	101	dto.		8/14	**0,86**	**0,30**	dto.
KÜPPERS-BUSCH IK 328.2-2T	E, i	144,6 x 56 x 55	301/K 225	76		Vd	3/24	**1,41**	**0,47**	Abstellflächen aus Glas
LIEBHERR KGK 2755	St	146,4 x 60 x 60	237/K 181	56	Kp 2	Vd	12/24	**1,2**	**0,51**	Abstellflächen bruchsicheres Glas
LIEBHERR KGK 3255	dto.	167,3 x 60 x 60	278/K192	86	dto.	dto.	22/27	dto.	**0,43**	dto.
LIEBHERR KGK 3955	dto.	195,7 x 60 x 60	337/K 221	116	dto.	dto.	dto.	**1,45**	**0,43**	dto.
LIEBHERR KGK 4055	dto.	dto.	349/K 263	86	dto.	dto.	dto.	dto.	**0,42**	dto.
LIEBHERR KGK 3585	dto.	dto.	306/K 181	125	dto.	dto.	20/31	**1,2**	**0,39**	dto.
LIEBHERR KFG 3355	dto.	dto.	298/K 249	89	dto.	dto.	12/24	dto.	**0,40**	dto.
LIEBHERR KGN 3455	dto.	dto.	288/K 181	107	dto.	dto.	20/31	**1,5**	**0,52**	dto.
LIEBHERR KIK 3332	E, i	177,2 bis 178,3 x 56 bis 57 x mind. 55	289/K 150/F 92	47	dto.	dto.	10/14	dto.	**0,52**	wie KGK 2755, Superkühlung möglich
LIEBHERR KIKB 2955	dto.	dto.	231/K 137/F 47	47	dto.	dto.	dto.	**1,6**	**0,69**	dto.

IÖW 6/93

Fortsetzung Marktübersicht "FCKW-freie Kühl-/Gefrierkombinationen"

Hersteller Typ	Stand (St) Unterbau (U) Einbau (E) integrierbar (i) dekorfähig (d)	Abmessungen H x B x T in cm	Nutzinhalt in l		Kältetechnik Umluft (U) Kompressorenanzahl (Kp)	integrierter Verdampfer (Vd) integrierter Verflüssiger (Vf)	Gefriervermögen kg pro 24h/ Lagerzeit bei Störung in h/ Dämmungsstärke in cm	**Stromverbrauch in kWh/24h**	**Stromverbrauch in kWh/24h-/100 IN**	Besonderheiten
			Gesamt/Kühlteil (K)/ Kaltfach (Ka)/ Frischhaltefach (F)	Gefrierteil (G)/Vorgefrierraum (VG)						
MIELE KF 300 iD	E, i	177,2 x 56 x 55	231/K 137/Ka 47	47	U, Kp 2	Vd	10/22/3,5 (K), 4,5 (Ka), 5,7 (G)	**1,6**	**0,69**	0 °C-Zone, dynamisches Kühlen
SEPPELFRICKE IKS 244.10			213/K 167	46				**0,87**	**0,41**	
SEPPELFRICKE DKS 244.10			213/K 167	46				**0,87**	**0,41**	
SIEMENS KK 26E00	St	155 x 66 x 62	241/K 188	53	Kp 1	Vd	18/35/7 (K), 9 (G)	**0,84**	**0,35**	Softliner, Kühlteil mit Sicherheitsglas
SIEMENS KK 31E00	dto.	175 x 66 x 62	277/K 188	89	dto.	dto.	18/38/7 (K), 9 (G)	**0,89**	**0,32**	dto.
SIEMENS KK 34E00	dto.	195 x 66 x 62	313/K 188	125	dto.	dto.	18/40/7 (K), 9 (G)	**0,95**	**0,30**	dto.
SIEMENS KK 36E00	dto.	dto.	324/K 235	89	dto.	dto.	18/38/7 (K), 9 (G)	**0,95**	**0,29**	dto.
SIEMENS KK 31EF1	dto.	175 x 66 x 62	277/ K 188	dto.	dto.	dto.	dto.	**0,89**	**0,32**	dto.
SIEMENS KK 29U00	dto.	dto.	262/K 188	74	U, Kp 1	dto.	12/33/7 (K), 9 (G)	**1,16**	**0,44**	dto.
SIEMENS KK 32U00	dto.	195 x 66 x 62	289/K 188	101	dto.	dto.	12/35/7 (K), 9 (G)	**1,26**	**0,44**	dto.
SIEMENS KK 33U00	dto.	dto.	309/K 235	74	dto.	dto.	12/33/7 (K), 9 (G)	**1,21**	**0,39**	dto.

Marktübersicht "FCKW-freie Gefrierschränke/-truhen

Hersteller Typ	Tisch (T) Stand (St) Unterbau (U) Einbau (E) integrierbar (i) dekorfähig (d)	Abmessungen H x B x T (Nischenmaße bei Einbaugeräten) in cm	Nutzinhalt in l Gesamt	Nutzinhalt in l Vorgefrierraum (VG)	Kältetechnik Umluft (U) Rollenkolbenkompressor (Rk) Kompressorenanzahl (Kp)	integrierter Verdampfer (Vd) integrierter Verflüssiger (Vf)	Gefriervermögen kg pro 24h/ Lagerzeit bei Störung in h/ Dämmungsstärke in cm	Stromverbrauch in kWh/24h	Stromverbrauch in kWh/24h-/100 lN	Besonderheiten
AEG ÖKO ARCTIS 1352 i	E, i	87,4 x 56 x 55	112	89		Vf	16/28/5	**0,85**	**0,76**	
AEG ÖKO ARCTIS 1302 i	dto.	dto.	dto.	dto.		dto.	dto.	**1**	**0,89**	
AEG ÖKO ARCTIS 1302 E	E, d	dto.	dto.	dto.		dto.	dto.	**dto.**	**0,89**	
AEG ÖKO ARCTIS 132 i	E, i	dto.	dto.	dto.		dto.	16/17/5	**dto.**	**0,89**	
AEG ÖKO ARCTIS 132 E	E, d	dto.	dto.	dto.		dto.	dto.	**dto.**	**0,89**	
ELECTROLUX EU 1230 T	T, d	85 x 55 x 60	98	71			16/27/3	**0,8**	**0,82**	
ELECTROLUX EU 2116 C	St	160 x 59,5 x 60	196				23/40/7	**0,83**	**0,42**	
ELECTROLUX EU 2421 C	dto.	180 x 59,5 x 60	231				28/40/7	**0,87**	**0,38**	
ELECTROLUX EC 1921 S	Truhe	85 x 93,5 x 66,5	179			Vf	20/54	**0,6**	**0,34**	"Low Frost" (Verringerung der Eisbildung bis 80%)
ELECTROLUX EC 2221 S	dto.	85 x 105 x 66,5	211			dto.	23/55	**0,65**	**0,31**	dto.
ELECTROLUX EC 2621 S	dto.	85 x 119 x 66,5	248			dto.	27/50	**0,7**	**0,28**	dto.

IÖW 6/93

Publikationen des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung

Das IÖW veröffentlicht die Ergebnisse seiner Forschungstätigkeit in einer Schriftenreihe, in Diskussionspapieren sowie in Broschüren und Büchern. Des Weiteren ist das IÖW Mitherausgeber der Fachzeitschrift „Ökologisches Wirtschaften“, die allvierteljährlich im oekom-Verlag erscheint, und veröffentlicht den IÖW-Newsletter, der regelmäßig per Email über Neuigkeiten aus dem Institut informiert.

Schriftenreihe/Diskussionspapiere

Seit 1985, als das IÖW mit seiner ersten Schriftenreihe „Auswege aus dem industriellen Wachstumsdilemma“ suchte, veröffentlicht das Institut im Eigenverlag seine Forschungstätigkeit in Schriftenreihen. Sie sind direkt beim IÖW zu bestellen und auch online als PDF-Dateien verfügbar. Neben den Schriftenreihen veröffentlicht das IÖW seine Forschungsergebnisse in Diskussionspapieren – 1990 wurde im ersten Papier „Die volkswirtschaftliche Theorie der Firma“ diskutiert. Auch die Diskussionspapiere können direkt über das IÖW bezogen werden. Informationen unter *www.ioew.de/schriftenreihe_diskussionspapiere*.

Fachzeitschrift „Ökologisches Wirtschaften“

Ausgabe 2/2010

Das IÖW gibt gemeinsam mit der Vereinigung für ökologische Wirtschaftsforschung (VÖW) das Journal „Ökologisches Wirtschaften“ heraus, das in vier Ausgaben pro Jahr im oekom-Verlag erscheint. Das interdisziplinäre Magazin stellt neue Forschungsansätze in Beziehung zu praktischen Erfahrungen aus Politik und Wirtschaft. Im Spannungsfeld von Ökonomie, Ökologie und Gesellschaft stellt die Zeitschrift neue Ideen für ein zukunftsfähiges, nachhaltiges Wirtschaften vor. Zusätzlich bietet „Ökologisches Wirtschaften online“ als Open Access Portal Zugang zu allen Fachartikeln seit der Gründung der Zeitschrift 1986. In diesem reichen Wissensfundus können Sie über 1.000 Artikeln durchsuchen und herunterladen. Die Ausgaben der letzten zwei Jahre stehen exklusiv für Abonnent/innen zur Verfügung. Abonnement unter: *www.oekom.de*.

IÖW-Newsletter

Der IÖW-Newsletter informiert rund vier Mal im Jahr über Neuigkeiten aus dem Institut. Stets über Projektergebnisse und Veröffentlichungen informiert sowie die aktuellen Termine im Blick – Abonnement des Newsletters unter *www.ioew.de/service/newsletter*.

Weitere Informationen erhalten Sie unter *www.ioew.de* oder Sie kontaktieren die

IÖW-Geschäftsstelle Berlin
Potsdamer Straße 105
10785 Berlin
Telefon: +49 30-884 594-0
Fax: +49 30-882 54 39
Email: *vertrieb(at)ioew.de*

INSTITUT FÜR
ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

GESCHÄFTSTELLE BERLIN
MAIN OFFICE
Potsdamer Straße 105
10785 Berlin
Telefon: + 49 – 30 – 884 594-0
Fax: + 49 – 30 – 882 54 39

BÜRO HEIDELBERG
HEIDELBERG OFFICE
Bergstraße 7
69120 Heidelberg
Telefon: + 49 – 6221 – 649 16-0
Fax: + 49 – 6221 – 270 60

mailbox@ioew.de
www.ioew.de