

# DEUTSCHER BUNDESTAG

ENQUETE-KOMMISSION

Schutz des Menschen und der Umwelt

- Leiter des Sekretariates -

5300 Bonn 1

Bundeshaus

Fernruf (0228) 1691 39

oder 161 (Vermittlung)

Telefax (0228) 168 50 13

17. Dezember 1992

az 3.2.14./Fr

Herrn  
Dr. A. Leisewitz  
Verlag der Ökologischen Briefe  
Uhlandstr. 58

6000 Frankfurt am Main 1

Betr.: Anhörung "Ökobilanz/Produktlinienanalyse am Beispiel von R 134a und von anderen FCKW-Ersatzstoffen bzw. -technologien"

Sehr geehrter Herr Dr. Leisewitz,

im Namen der Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" möchte ich mich für Ihre Teilnahme an der o.g. Anhörung bedanken.

Die große Fachkompetenz, die hohe Diskussionsbereitschaft und das Engagement der eingeladenen Experten haben den Verlauf der Anhörung wesentlich geprägt. Ohne einer abschließenden Bewertung vorzugreifen, bestand bei den Mitgliedern der Enquete-Kommission die einvernehmliche Einschätzung, daß alle wesentlichen Gesichtspunkte thematisiert und die verschiedenen Standpunkte ausgetauscht worden sind. Damit konnte die Anhörung einen exemplarischen Beitrag dazu leisten, Chancen und Risiken von Stoffen und Stoffströmen aufzuzeigen und gleichzeitig den chemie- und industriepolitischen Dialog zu intensivieren.

Mit freundlichen Grüßen

  
(Dreyling)

**DEUTSCHER BUNDESTAG**

ENQUETE-KOMMISSION  
Schutz des Menschen und der Umwelt  
— Sekretariat —

5300 Bonn 1  
Bundeshaus  
Fernruf (0228) 169139  
oder 161 (Vermittlung)  
Telefax (0228) 1685013

Az. 3.2.7/Fri  
19. November 1992

**Kommissionsdrucksache 12 / 6 c**

Stellungnahmen der Sachverständigen zum Fragenkatalog (KDRs 12/6) für die öffentliche Anhörung am 3. und 4. Dezember 1992 zu dem Thema:

"Ökobilanz/Produktlinienanalyse am Beispiel des FCKW-Ersatzstoffes R 134a und anderer Ersatzstoffe bzw. -technologien"

	Seite
Dr. Sigismund Hug Höchst AG Frankfurt am Main	3
Dr. André Leisewitz Verlag der Ökologischen Briefe Frankfurt am Main	9
Prof. Dr. Helmut Lotz Bosch-Siemens-Hausgeräte GmbH Giengen/Brenz	21
Prof. Dr. med. Harry Rosin Hygiene-Institut der Stadt Dortmund Dortmund	47
George M. Rusch Allied Signal Inc. Morristown, USA	57
Dr. Rudolf Staab Höchst AG Frankfurt am Main	67

Anhörung der Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt", 3./4.12.1992

### Eingangsstatement

Dr. André Leisewitz, Rechercheabteilung des Verlags der ökologischen Briefe, Frankfurt/M., Tel. 069/490582, fax 069/430189

Bevor das Problem der Bewertung von R 134a und der Alternativen zu 134a in Detailfragen aufgegliedert wird, würde ich gerne zum Problemkomplex insgesamt Stellung nehmen. Für jemanden, der nicht unmittelbar in der Ersatzstoffforschung oder -bewertung tätig ist, scheinen mir folgende Gesichtspunkte von Bedeutung zu sein:

1. Mit dem Aufbau großer Produktionskapazitäten für 134 a ist weltweit begonnen worden. Damit sind die Weichen im wesentlichen in Richtung auf diesen Ersatzstoff für R 12 gestellt worden, soweit er technisch in Frage kommt. In der Bundesrepublik haben sich die dominierenden Hersteller und Anwender schon seit längerem auf 134 a als Ersatzstoff geeinigt. Damit droht eine Technologielinie alternativlos festgeschrieben zu werden.

2. In allen für 134a vorgesehenen Anwendungsbereichen sind umweltverträglichere Alternativen ohne den für R 134a charakteristischen GWP-Wert verfügbar oder in Entwicklung. Die bisher erbrachten Forschungsaufwendungen für diese Alternativen sind vergleichsweise gering.

Alternativen sind nach Auskunft von Fachleuten, von Geräte- und Anlagenherstellern und -Anwendern vorhanden bzw. in Entwicklung für die Bereiche

- Haushaltskältetechnik mit Propan/Butan für den Külschrankbereich,
- Gewerbekältetechnik mit Ammoniak und Propan,
- PKW-Klimatisierung mit Wasser/Zeolith bzw. Kaltluftanlagen,
- Montageschaum mit wassergetriebenen Systemen.

Diese Alternativen sind auch unter energetischen Gesichtspunkten ebenbürtig oder günstiger als die R 134a-Variante.

3. Im Fall Propan/Butan als Kältemittel für Külschränke ist die Optimierung wichtiger Geräteteile (Kompressoren) in vergleichsweise kurzer Zeit gelungen. Mit Propan/Butan betriebene Geräte haben damit im Vergleich zu solchen mit R 134a eine höhere Energieeffizienz. Der hierfür erbrachte FE-Aufwand bei DKK Scharfenstein lag lt. Treuhand-Anstalt bei 10 Mio. DM [Handelsblatt v. 25. 11. 1992], einer im Vergleich zu den Investitionen in R 134a geringen Summe. Wäre die Festlegung auf R 134a durchexerziert worden, wäre diese Alternative überhaupt nicht entwickelt und ausgetestet worden. Dies erinnert im übrigen an eine wesentliche Lehre aus der Geschichte der FCKW-Anwendung: Mit der Festlegung auf FCKWs als "Sicherheitskältemittel" wurde die Weiterentwicklung schon bekannter Alternativverfahren und -stoffe systematisch behindert oder abgeblockt - mit den heute bekannten verheerenden Folgen für die Umwelt (Ozonschichtzerstörung, Treibhauseffekt).

4. Bei der Bewertung von R 134a können angesichts der Verfügbarkeit von Alternativstoffen und -verfahren seine Vorzüge gegenüber FCKW - kein ODP, deutlich reduzierter GWP - nicht als alleiniges Kriterium herangezogen werden. Entscheidend sind m.E. die Anforderungen, die sich aus den globalen Klima- und Entwicklungsproblemen (Dritte-Welt-Bedürfnisse) ergeben. Damit rücken als Bewertungskriterien

- der GWP-Wert,
- die Handhabbarkeit des Stoffes/Verfahrens,
- die allgemeine Verfügbarkeit des Stoffes/Verfahrens ohne Monopolisierungsmöglichkeiten

stärker in den Vordergrund. Diese Kriterien sprechen für die genannten Alternativverfahren zuungunsten von R 134a.

Eine solche Betrachtung scheint mir zwingend notwendig zu sein, wenn man die vorliegenden Klimaprognosen, Stellungnahmen wie die des Club of Rome oder die Erklärungen der Rio-Konferenz ernst nimmt.

Daraus ergibt sich m.E.:

- Angesichts der drohenden Klimakatastrophe und des sich abzeichnenden Scheiterns der CO<sub>2</sub>-Reduktionsstrategie in der Bundesrepublik sollten bei Vorhandensein von Alternativen generell Kältemittel mit einem gegenüber CO<sub>2</sub> deutlich erhöhten GWP ausgeschlossen werden.

- Dies gilt besonders bei Luxusbedürfnissen wie im Fall Autoklimatisierung (Hauptanwendungsfeld für R 134a).

- Für die Befriedigung elementarer Überlebens- und Entwicklungsbedürfnisse in der Dritten Welt sind technologisch einfach zu handhabende Kühl- und Klimatisierungseinrichtungen mit rasch wachsenden Mengen an Kältemitteln erforderlich. Sie müssen in den industriell entwickelten Ländern bereitgestellt werden, dürfen die Dritte-Welt-Länder wirtschaftlich nicht weiter abhängig machen und sie müssen zugleich umweltverträglich sein. Auch bei Zugrundelegung dieser Kriterien schneiden die Alternativtechnologien gegenüber R 134a besser ab.

**Stellungnahme für die Anhörung der Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" am 3./4. 12. 1992 zum Thema "Ökobilanzen/Produktlinienanalysen am Beispiel von R 134a und anderen FCKW-Ersatzstoffen bzw. -technologien"**

Dr. André Leisewitz, Dipl. Biol., Rechercheabteilung des Verlags der Ökologischen Briefe, Frankfurt/M.

**I. R 134a und Alternativen - Haupttrends**

(1) Gegenwärtig werden weltweit große Kapazitäten für synthetische FCKW-Ersatzstoffe aufgebaut. Das Investitionsvolumen wird auf über eine Milliarde, allein bei DuPont auf über 400 Mio US-Dollar geschätzt (Weissenborn 92; EuropaChemie 35/92). Anlagen für den FCKW R12-Ersatzstoff R 134a haben errichtet oder errichten u.a. DuPont, ICI, Hoechst, Solvay, Elf Atochem, Allied Signal, Daikin [EuropaChemie 23/92]. Zahlreiche R 134a-Spezifikationen sind bereits auf dem Markt. Die anwendungstechnische Fachliteratur orientiert fast ausnahmslos auf diesen Ersatzstoff. Bei Autoklimaanlagen (Neuwagen) ist die Umstellung auf R 134 a im Gange, in der Kältetechnik beginnt die Umstellung.

(2) In allen Anwendungsbereichen für R 134 a sind umweltverträglichere Alternativen verfügbar oder in der Entwicklung. Sie wurden bisher nur von Außenseitern oder in wissenschaftlichen Einzelprojekten verfolgt. Verglichen mit den Entwicklungsaufwendungen für R 134a wurden keine bedeutenden Forschungssummen und -potentiale in diese Technologien investiert. Insofern droht sich die Erfahrung aus der FCKW-Entwicklung zu wiederholen, daß eine einmal fixierte Technologielinie die Ausarbeitung umweltverträglicherer Alternativen systematisch blockiert [Winter u.a. 91]. Es wäre daher zu empfehlen, alle Hersteller- und Anwenderbranchen zur Finanzierung einer systematischen Alternativen-Forschung auf diesem Gebiet zu verpflichten. Zugleich zeigen die Fortschritte der lange Zeit unter der Dominanz der FCKW vernachlässigten Ammoniak-Technologie, die die UNEP besonders für Skandinavien und die Bundesrepublik konstatiert, daß auch gegenläufige Trends initiiert werden können [UNEP 91: 103 f., 115 f.].

(3) Anfang 1992 wurde seitens des VCI bekannt, daß sich in der Bundesrepublik die herstellende Chemieindustrie und die Hauptanwender, insbesondere die großen Unternehmen der Automobil- und Elektrobranche, auf R 134a als Ersatzstoff geeinigt haben (Nader 92). Daher kann kaum davon gesprochen werden, daß eine die Öffentlichkeit einbeziehende Entscheidung beim FCKW-Ersatz in einem so wichtigen Bereich wie der Klima- und Kältetechnik stattgefunden hat. Zugleich dürfte auch klar sein, daß mit den längst gefällten Investitionsentscheidungen der großen multinationalen Unternehmen zugunsten von R 134a nachhaltige Fakten geschaffen worden sind; die Weichen sind insofern im wesentlichen in Richtung "Umstieg auf R 134a" gestellt.

(4) Nachdem weitgehend Einigkeit darüber besteht, daß Stoffe mit einem ODP ungleich 0 nicht akzeptabel sind, rückt die Frage des GWP-Werts in den Mittelpunkt. Der Einsatz von Stoffen mit hohem Treibhauspotential - wie R 134a - ist im Rahmen der gesamten Klimaproblematik und -politik zu sehen. Die synthetischen FCKW-

Ersatzstoffe sollen (bei vollständigem FCKW-Ersatz) zusammen nur mit max. einem Prozent zum Treibhauseffekt beitragen [ICI 92]. Auch dieses eine Prozent dürfte, da überall Alternativen vorhanden oder entwickelbar sind, zuviel sein, zumal auch in anderen Bereichen die Reduktionsziele bei Treibhausgasen nicht erreicht werden (z.B. CO<sub>2</sub>-Reduktions-Beschluß). Das Hauptproblem besteht darin, daß R 134a nicht als kurzfristige Übergangslösung, sondern als "neue Generation" der Kältemittel angekündigt wird. Angesichts der hohen Kapitalfixierung in Produktionsanlagen und der großen Umrüstkosten ist zu erwarten, daß hier eine Technologie auf längere Sicht festgeschrieben wird. Daher insistiert auch die anwendende Industrie auf der Erklärung von Bundesminister Töpfer bei der Berliner FCKW-Konferenz, daß es für R 134a "seitens der Bundesregierung keine zeitliche Begrenzung geben" werde [Die Kälte und Klimatechnik 4/92: 237].

(5) Ein wesentlicher Vorteil von R 134a für die herstellende und anwendende Industrie besteht darin, daß mit diesen Stoffen die im kühl- und kältetechnischen Bereich dominierenden Produktions-, Absatz- und Verwertungsstrukturen beibehalten werden können: Als "drop-in" kommt ein synthetisches Produkt der high-tech-Chemie auf den Markt, das komplizierte Zusatzprodukte (Verdichteröle) und eine nicht einfach zu handhabende Technologie erfordert und über Lizenzen etc. global vermarktet werden kann. Dies dürfte der Hintergrund dafür sein, daß die umweltverträglicheren Alternativstoffe und -verfahren weder systematisch erforscht noch ausgetestet worden sind.

(6) Trotz der bereits erfolgten Festlegung auf R 134a als Ersatzstoff bestehen für die Öffentlichkeit Eingriffsmöglichkeiten. Dies hat nicht zuletzt die Beschleunigung beim FCKW-Ausstiegsprozeß in den letzten Jahren gezeigt, für die der öffentliche Meinungsdruck eine ausschlaggebende Rolle gespielt haben dürfte. Bei der Sensibilisierung der Öffentlichkeit im Zusammenhang mit dem Treibhauseffekt kommt unter den Anwendungsbereichen von R 134a der Haushaltskälte mit dem Kühlschrank als Massenprodukt besondere Bedeutung zu, auch wenn der Hauptanwendungsbereich für R 134a die Autoklimatisierung ist. Letztere betrifft Automobilklassen der gehobenen und Luxus-kategorie. Bei diesen Kraftfahrzeugen ist die Gewinnspanne der Automobilhersteller besonders groß, so daß - unabhängig von der Diskussion um den notwendigen Kurswechsel in der Verkehrspolitik - die Einführung von auch teureren, aber umweltverträglicheren Alternativen hier durchgesetzt werden sollte.

(7) Die internationale Dimension der Klimafrage hat noch einmal die Umwelt- und Entwicklungskonferenz in Rio deutlich gemacht. Bei der Gewichtung von Entscheidungskriterien und der Auswahl von Alternativen sind die Entwicklungsbedürfnisse der Dritten Welt in Rechnung zu stellen. Sie liegen auf diesem Gebiet nicht beim Luxus-Bedürfnis PKW-Klimatisierung, sondern beim Aufbau elementarer Infrastrukturen für Kühldienstleistungen mit dem Ziel der Hungerbekämpfung, Nahrungsmittelkonservierung und Verbesserung der Hygiene. Ersatzstoffe und -verfahren für diesen Bereich haben sich daher auch an einem rasch wachsenden Bedarf an einfach zu handhabenden Alternativen für die Dritte Welt zu orientieren, bei denen der Aufbau technisch komplizierter und regional engmaschiger Service- und Recycling-Strukturen nicht erforderlich ist.

## II. Allgemeine Gesichtspunkte und Alternativen zu R 134a

### 1. Anwendungsbereich von R 134a

(1.1.) R 134a (1,1,1,2-Tetrafluorethan) ist als FCKW R12-Ersatzstoff primär für den Bereich Autoklimatisierung, dann auch für die Kältetechnik entwickelt worden. R 134a kann die Einsatzbreite von R 12 jedoch nicht vollständig abdecken.

(1.2.) Die wichtigsten Anwendungsbereiche betreffen im Bereich der Kälte- und Klimatechnik Haushaltskühlgeräte, Autoklimatisierung, Kleinkälte im gewerblichen Bereich (wie z.B. Getränkekühlung, Schaltschrankkühlung, EDV-Klimatisierung). Aufgrund seiner thermodynamischen Eigenschaften kann R 134a bei der gewerblichen Anwendung im Mittel- und Tieftemperaturbereich mit höheren Druckverhältnissen R 12 nicht vollwertig ersetzen. Anwendungsbeispiele für R 134a aus Bereichen wie Kühlung/Klimatisierung von Supermärkten, Computerzentren, in Krankenhäusern, Bürogebäuden, Kühlsysteme bei Industrieprozessen usw. sind bekannt. (Näheres zu einzelnen Anwendungsbereichen s.u.)

(1.3.) Die Anwendung von R 134a als Treib- und Dämmittel im Schaum stellt nur eine (mengenmäßig sekundäre) Zweitnutzung dar. Beim Montageschaum für Bau- und Hobbywerker (Gesamtmarkt in der Bundesrepublik ca. 10 Mio Dosen à 1 kg pro Jahr, was gegenwärtig einem Verbrauch von ca. 2.000 Tonnen FCKW R 22 entspricht) setzt mindestens ein Konzern (Henkel) anstelle von R 22 R 134a (plus Zusatzkomponente) ein [Schwarz/Leisewitz 92: 21]. Der Marktanteil ist jedoch wegen der höheren Kosten des Treibmittels nicht groß. Eine weitergehende Verwendung von R 134a in diesem Bereich mit Auslaufen von R 22 ist, bei fallenden Preisen für das Treibmittel, denkbar. Alternativen sind jedoch vorhanden (s.u.).

Diskutiert und erprobt wird der Einsatz von R 134a als Dämmgas im Konstruktionsschaum für Kühlschränke. Nach Ansicht von dänischen Forschern (Tectrade Kemi), die mit ICI und Gram zusammenarbeiten, hat R 134a einen günstigen Dämmwert [Klausen/Larsen 92]; dies wird allerdings bezweifelt. In der Bundesrepublik führt die Bayer AG entsprechende Versuche durch. Der Konzern hat jetzt anlässlich der Kunststoffmesse PUR-Hartschaumsysteme mit R 134a als "vor allem für die Dämmung von Kältegeräten geeignet" angekündigt [Oertel 92].

### 2. Marktvolumen für R 134a

(2.1.) Nach Ansicht von ICI liegt das Weltmarktvolumen für R 134a als R 12-Ersatzstoff bei etwa 200.000 t/a [ICI 92].

(2.2.) Zur Marktentwicklung hat die UNEP grobe Abschätzungen durchgeführt. Danach ist für das gesamte Spektrum der HFKW in den industriell entwickelten Ländern gemessen am Verbrauch an ersetzten FCKW ein Rückgang zu erwarten (zunehmender Einsatz bei geringeren Verlusten und besserer Rückgewinnung). Steigende Nachfrage aus Dritte-Welt-Ländern wird jedoch zu einer insgesamt größeren Nachfrage führen. Bei Kältemitteln für Kühlschränke (Verdreifachung der Menge zwischen 1990 und 2005 von 9.000 auf 32.000 Tonnen) schätzt die UNEP eine Steigerung des Entwicklungsländeranteils von einem Viertel auf 40 - 50 % in

2000/2005. Dies gilt auch für den geschätzten Anteil an R 134a in diesem Anwendungsfeld [UNEP 92: 87].

Der steigende Kältemittelbedarf für Kühldienstleistungen in Dritte-Welt-Ländern geht von einem sehr niedrigen Ausgangsniveau aus. 1988/89 lag der Gesamtverbrauch an FCKW für alle Verwendungszwecke in Indien bei rd. 7.000 Tonnen oder 8 Gramm/Kopf; in der Bundesrepublik bei etwa 85.000 Tonnen oder ca. 1,4 kg/Kopf. Ein rascher Anstieg bei der Versorgung mit Kühleinrichtungen wird zu immer noch sehr niedrigen pro-Kopf-Verbrauchswerten, aber hohen Gesamtmengen führen. (Die Zahl der Kühlschränke stieg in Indien zwischen 1980 und 1989 nach Angaben von Greenpeace von 278 Tausend auf fast eine Million, in China von 19 Tausend auf 6,7 Millionen, in Süd-Korea von 652 Tausend auf 2,8 Millionen, in Afrika von 720 Tausend auf 1,25 Millionen. Der Kühlschrank-Bedarf für China wird in den nächsten zehn Jahren nach gleicher Quelle auf 300 Millionen zusätzlicher Geräte geschätzt [Ökologische Briefe 44/92: 15].) Der Aufbau funktionierender Recyclingstrukturen dürfte in den meisten Dritte-Welt-Ländern kaum möglich sein.

(2.3.) Bei einer einfachen Fortschreibung der Trends, wie von der UNEP vorgenommen, wird auch in Zukunft der Hauptanwendungsbereich (über 50 % des globalen Gesamtverbrauchs aller HFKW) von R 134a die Autoklimatisierung sein. An die 265 Millionen Autos haben Klimaanlage, hauptsächlich in den USA, Japan und in Ostasien. 85 % stehen oder fahren in industriell entwickelten Ländern [UNEP 1992: 166, 240 ff.].

(2.4.) In der Bundesrepublik wurden 1989 rd 14% aller neuproduzierten PKWs (700 Tausend von 4,9 Mio Stück) mit Klimaanlagen ausgerüstet. Dafür wurden 1.500 Tonnen FCKW verbraucht [Schwarz/Leisewitz 1991: 57]. Über 80% der PKWs gingen in den Export. Der PKW-Anteil mit Klimaanlage ist bei Mercedes und BMW mit rd. 40% sehr viel höher als bei den anderen Marken.

Die Jahresproduktion an Haushaltskühlmöbeln lag 1990 in der Bundesrepublik bei ca. 3,8 Millionen Stück (Ersatzbedarf, Export), was einem Verbrauch von etwa 560 Tonnen FCKW R 12 als Kältemittel entspricht [Schwarz/Leisewitz 91: 54]. Insgesamt entfielen vom inländischen FCKW-Verbrauch 3,5 % auf Autoklimaanlagen. Das war mehr als das Zweieinhalbfache der Menge, die in Kühlschränke abgefüllt wurde. Der Markt für R 134a wird also auch in der Bundesrepublik in erster Linie durch die Autoklimatisierung und an zweiter Stelle durch den Kühlschrank-Verbrauch bestimmt werden.

### 3. Alternativen zu R 134a in den verschiedenen Anwendungsgebieten und Marktentwicklung

(3.1.) PKW-Klimatisierung: Für die Autoklimatisierung (deren zweifelhafter Sinn sich bei BRD-PKWs nur aus den Exportbedürfnissen der Hersteller ergibt) sind zwei Ersatzverfahren in der Entwicklung, das Zeolith-Wasser-Verfahren und das Kaltluftverfahren.

Klimaanlagen mit Wasser/Zeolith arbeiten nach dem Adsorptionsverfahren. Energiequelle ist der Abgasstrom des Fahrzeugs. Hier braucht kein Kompressor unter zusätzlichem

Kraftstoffverbrauch über den Fahrzeugmotor angetrieben zu werden, wie bei herkömmlichen Kaltdampfanlagen. Der dadurch eingesparte Energieaufwand soll größer sein als der für den Transport der gegenüber herkömmlichen Kompressionsmaschinen schwereren Anlagen. Die Betriebsstoffe (Wasser, Zeolith) sind umweltverträglich, ihre Kosten unbedeutend. Die Anlagen sollen bei Serienherstellung nicht (wesentlich) teurer als herkömmliche sein. Ihre Einführung setzt konstruktive Veränderungen am Automobil voraus, wie sie beim Modellwechsel üblich sind. Die Prototypen laufen nach Aussage der Hersteller, ihre Anwendung hängt jedoch von der Serienentwicklung für einzelne Fahrzeugtypen ab [vgl. Höppler/Schwarz 1992]. Als Entwicklungsproblem wird von BMW geltend gemacht, daß die Abgasenergie im Stand oder Stadtverkehr nicht für den Anlagenbetrieb ausreicht, der Einsatz bei Diesel-PKW nicht möglich ist und die Anlage nicht aus dem Stand arbeitet [Rinne 92].

#### Klimaanlagen nach dem Kaltluftprinzip

Insbesondere Kruse und Mitarb. [Kruse 92; Kauffeld, König, Kruse 91] favorisieren die Verwendung von Luft als Kältemittel für PKW-Klimatisierung als ein in jeder Hinsicht umweltverträgliches Medium. Kaltluftkältemaschinen können demzufolge auf der Grundlage von Neuentwicklungen in der Verdichtertechnologie energetisch mit den günstigeren Kaltdampfmaschinen mithalten. Da Verdichter-Autoklimaanlagen immer Leckagen und damit größere Kältemittelverluste aufweisen, sind entsprechende Kaltluftanlagen (selbst bei gegenwärtig höherem Energieverbrauch) umweltverträglicher als R 134a-Anlagen.

Kruse u.a. empfehlen die Weiterentwicklung von Kaltdampfanlagen mit Propan bzw. CO<sub>2</sub> als vermutlich günstigere Alternative sowohl zu R 134a wie zu Kaltluftkältemaschinen [Kauffeld, König, Kruse 92].

(3.2.) Haushaltskälte: Die Kohlenwasserstoffe Propan und Butan (R 290/R 600a) haben sich inzwischen als ein vollwertiges und im Vergleich zu R 134a umweltverträglicheres Substitut herausgestellt. Die kompressor- und gerätetechnischen Optimierungsarbeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz sind in den letzten Monaten offenbar rasch vorangekommen (s.u.).

Vorteile von R 290/R 600a: kein ODP, GWP ähnlich wie CO<sub>2</sub>, kurze Lebensdauer bei Freisetzung, Verbrennung beider Stoffe zu Wasser und CO<sub>2</sub>. Propan/Butan sind natürliche Bestandteile des Rohöls. Sie fallen bei der Rohölförderung (wobei sie z.T. noch abgefackelt werden) und bei der Auftrennung des Rohöls als Raffineriegase an, ohne eine bedeutende Nachbehandlung zu erfordern. Sie werden auch bei der Erdgasförderung gewonnen. Der Energieaufwand für die Gewinnung und Reinigung der Gase ist, verglichen mit dem für R 134a, sehr gering (s.u.). Propan kostet in DIN-Qualität (95%ige Reinheit) gegenwärtig unter 1,50 DM/kg, im Kesselwagen ab Raffinerie 1/3 davon. Für die Verwendung als Kältemittel ist vermutlich ein höherer Reinheitsgrad erforderlich, was einen etwas höheren Preis bedingen wird. R 134a kostet gegenwärtig ca. 50 DM/kg, wird im Preis aber sicher noch fallen. Für mit Propan/Butan betriebene Kühlgeräte steht inzwischen ein zugelassenes mineralölbürtiges Verdichteröl zur Verfügung. Das Gesamtsystem ist einfacher zu handhaben als das System R 134 a/synth. Esteröle, es ist ggfs. auch ohne komplizierte Recyclinginfrastruktur zu betreiben und in Dritte-Welt-Ländern bekannt. Im Fall Propan/Butan kann bei gleicher Kühldienstleistung die Füllmenge pro Gerät auf unter ein Drittel der Füllmenge mit R 134 a gesenkt werden (nach

Angaben von dkk Scharfenstein sind folgende Kältemittelmengen äquivalent: R 12: 75 g, R 134 a 70 g, Propan/Butan 22 g). Hierdurch kann der kältemittelspezifische Treibhauswert pro Gerät bzw. pro Kühldienstleistung gegenüber R 134 a noch einmal gedrittelt werden. (Zu Energieeffizienz und Entflammbarkeit s.u.)

(3.3.) Gewerbekälte: Für eine Reihe von Anwendungsfeldern im Bereich Gewerbekälte (1990/91 entfielen hierauf etwa drei Viertel der in der Kältetechnik eingesetzten FCKW-Menge für Raumklimatisierung, Industriekälte, gewerbliche Kühlmöbel [Schwarz/Leisewitz 91: 96]) wird auch R 134a als Ersatzstoff für R 12 angeboten. Entsprechende Anwendungs- und Erprobungsfälle sind bekannt. R 134a ist hier jedoch nur bedingt als Ersatzstoff tauglich [Copeland 92]. Als Alternativstoffe kommen Propangas und insbesondere Ammoniak als "ideales Langzeit-Ersatzkältemittel" (Dietrich 92) in Betracht.

Ammoniak war früher für stationäre Verdichtungskälteanlagen das Mittel der Wahl. Es hat gegenüber den FCKWs, von denen es z.T. verdrängt worden ist, wesentliche kältetechnische Vorteile. Die Ammoniaktechnologie wurde jedoch unter dem Eindruck der allgemeinen Dominanz der FCKW "in den letzten Jahrzehnten etwas vernachlässigt" [Winter u.a. 91: 48]. Seine Hauptnachteile sind Giftigkeit und - in engen Grenzen - seine Brennbarkeit bzw. Explosionsfähigkeit. Diese Nachteile können jedoch, wie beim Umgang mit anderen brennbaren Stoffen in Haushalt, Industrie und Gewerbe auch, durch sicherheitstechnische Maßnahmen ausgeschaltet werden. Sein Einsatz ist in Klimaanlageanlagen nach dem Direktverdampfungsprinzip verboten (Personenschutz); da in Großgebäuden die Klimatisierung aber grundsätzlich über einen Kaltwasserkreislauf erfolgt (Indirektprinzip), ist hier für den Einsatz von Ammoniak keine Kühlsystemänderung erforderlich. Ammoniak ist gegenüber R 22 energetisch günstiger [Dietrich 92].

Anwendungsbeispiele: Klimatisierung des Verwaltungsgebäudes der Stadtsparkasse Hannover [Die Kälte und Klimatechnik 10/92: 736 ff.]; Entwicklung einer Ammoniak-Kühlanlage für Supermärkte [Schmidt 92]. Bei der Schering AG/Bergkamen ist eine Tieftemperaturanlage mit Propan (Chemieprozeßkühlung auf -45 Grad C, ca. 50 kg Propan im Kühlkreislauf) in Betrieb genommen worden. Die Anlage erfordert Exschutz.

Ammoniak ist energetisch im Vergleich zu R 134a im Bereich über 0 Grad C ebenbürtig, im Tiefkühlbereich um 10 - 20 % günstiger. Die Betriebskosten für eine Ammoniakanlage sind etwa gleich groß wie bei R 134 a, die Anlagenkosten wegen des Indirektverfahrens und des notwendigen Exschutzes jedoch deutlich höher.

Die UNEP weist in ihrem Report auf die Erfahrung mit über 50.000 größeren Ammoniak-Anlagen weltweit und die hohe Umweltverträglichkeit von Ammoniak hin. Ammoniak entsteht auf natürlichem Wege, ist rasch abbaubar und hat keinen ODP bzw. GWP. Der Anteil der anthropogenen an der Gesamtemission ist gering (unter einem bis drei Prozent). Die UNEP geht von einer zunehmenden Verbreitung von Ammoniak-Anlagen angesichts der neuen Bewertungssituation aus und betrachtet sie auch als für Dritte-Welt-Länder günstig [UNEP 91: 103 f.].

(3.4.) Schaum: Beim Montageschaum kann auf R 134a als Ersatz für R 22 zugunsten von umweltverträglichen Zwei-Komponenten-Systemen mit wassergetriebenem Schaum (CO<sub>2</sub>) verzichtet werden. Entsprechende

Systeme werden inzwischen von einer Reihe von Firmen angeboten (u.a. Kleiberit; Hilti). Propan/Butan steht auch hier unter dem Verdikt der Brennbarkeit, wobei jedoch auf deren Verwendung als Treibmittel in Haarspray-Dosen zu verweisen ist.

**III. Zur Kritik an der Propan/Butan-Alternative: Energieeffizienz und Entflammbarkeit**

Die folgenden Bemerkungen beziehen sich nur auf die aktuell gewordene Auseinandersetzung um Propan/Butan im Bereich Haushaltskälte (Kühlschrank). Als wichtigste Argumente gegen den Einsatz von R 290/R 600a werden hier angeführt a) ein gegenüber R 134a größerer indirekter Treibhauseffekt aufgrund einer geringeren Energieeffizienz und b) das sicherheitstechnische Argument Entflammbarkeit/Explosionsgefahr.

Die Bedeutung der Diskussion um die Energieeffizienz der Geräte kann daran gemessen werden, daß in der alten Bundesrepublik auf kälte- und klimatechnische Anlagen rd. 5 % des Gesamtprimärenergieeinsatzes entfielen.

**1. Zur Energieeffizienz**

Zu berücksichtigen sind der direkte und der indirekte Beitrag zum Treibhauseffekt in Abhängigkeit vom Kältemittel.

(1.1.) Direkter Beitrag: Der Treibhauseffekt von Propan/Butan (GWP = 3) ist gegenüber R 134a (GWP im 20-Jahre-Horizont = 3.200) verschwindend gering und wird weiter durch die geringere Einsatzmenge pro Gerät bzw. Kühldienstleistung vermindert.

(1.2.) Außerdem ist das Dämmgas im Konstruktionsschaum der Geräte zu berücksichtigen, das im Falle von FCKW-geschäumtem Polyurethan im Lebenszyklus der Geräte zu beachtlichen Teilen ausgast, was zum GWP beiträgt und mit Herabsetzung des Dämmwertes zu höherem Energieverbrauch der Geräte führt. (Hofstetter schätzt den für Herstellung und Entsorgung von Kühlschränken erforderlichen Energieaufwand mit ca. 1.200 kWh auf weniger als 10 % der Betriebsprimärenergie bei 15 Jahre Laufzeit. Vergleichbare Daten gibt Quast; es ist jedoch unklar, ob mit dem Energiebedarf von Neugeräten kalkuliert wurde oder ob der Abfall der Dämmleistung berücksichtigt worden ist [Hofstetter 1990; Quast 1992]). Der Konstruktionsschaum des Alternativ-Gerätes von dkk wird demgegenüber mit Pentan vorgeschäumt und enthält Luft als beständiges Zellgas. Die schlechtere Wärmedämmung mit Styropor wird durch eine größere Dicke der Dämmwand ausgeglichen (Durchmesser 40 statt 28 mm).

(1.3.) Indirekter Beitrag: Der indirekte Beitrag zum GWP übersteigt bei langlebigen Verbrauchsgütern den direkten um ein Vielfaches. Zu berücksichtigen sind insbesondere 1.) der Energieaufwand bei der Herstellung bzw. Gewinnung des Kältemittels, ggfs. auch der Rückgewinnung, und 2.) der Energieaufwand beim Betrieb der Geräte (Energieeffizienz). Dabei muß natürlich über die gesamte Lebensdauer der Geräte gerechnet, also auch die Langzeit-Qualität der Wärmedämmung bedacht werden.

Herstellung/Gewinnung: Der Energieeinsatz bei der Gewinnung und Reinigung von Propan/Butan liegt weit unter dem, der für die Herstellung des Syntheseprodukts R 134a erforderlich ist. Die eingeschlagenen Synthesewege für R 134a sind im einzelnen nicht bekannt. Hilfsweise kann auf das für die Herstellung von einer Tonne R11/R12-Gemisch erforderliche Energieäquivalent von 1,1 Tonnen Heizöl verwiesen werden [Winter u.a. 91: 11 f.]). Der Energieaufwand für die Gewinnung von einer Tonne Propan dürfte in derselben Größenordnung liegen wie der für die Aufarbeitung einer Tonne Rohöl in sämtliche Produkte erforderliche Energieeinsatz (3 % des Durchsatzes, also 30 kg Erdöläquivalent pro Tonne Rohöl; für Propan wird ein Aufwand von 1,5 % vermutet).

Gerätebetrieb: Der Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie e.V. hatte zuerst 1992 Meßdaten in Umlauf gebracht, denen zufolge der Energieverbrauch eines Serienkühlschranks mit der "Dortmunder Kältemittelmischung" um 38 % über dem eines marktüblichen Geräts liegen sollte; später war von 20 % die Rede [ZVEI 92a und b]. Prof. Gorenflo (Paderborn), der im Auftrag des ZVEI die erste Messung durchgeführt hatte, verwies selbst auf ihren höchst zweifelhaften Aussagewert [Die Zeit v. 31. 7. 92].

Beim Vergleich von "marktüblichen" (R 12-)Geräten mit solchen, die mit Propan/Butan betrieben werden, bleibt zu berücksichtigen, daß die R12-Geräte eine lange Optimierungsphase hinter sich haben und für den alternativen Kälte Träger nicht optimal ausgelegt sind.

Mit ersten entsprechenden Geräteanpassungen haben sich nach Mitteilung von dkk Scharfenstein wesentlich zugunsten von R 290/R 600a verbesserte Vergleichswerte für die Kompressorleistung bei verschiedenen Kältemitteln ergeben:

Kälteleistung in Watt bei 1 Watt Aufnahmeleistung

<u>Kältemittel</u>	<u>Verdichtertyp</u> KV 0,52 N05
R 12	0,9
R 134a	0,78
KW R 290/R 600a (50:50)	0,96

Diese Kompressorwerte würden, wenn sie auf das gesamte Gerät übertragen werden können, vom Energieverbrauch her für Propan/Butan und gegen R 134 a sprechen.

Bezogen auf das gesamte Gerät soll bei Neugeräten ein Energieeinsparpotential gegenüber R 12 von etwa 10 %, gegenüber R 134a von mehr als 12 % zu erreichen sein. Zugleich vertritt der Gerätehersteller dkk Scharfenstein die Auffassung, daß auch bei R 290/R 600a eine weitere Energieeinsparung von 30 % in 10 Jahren zu erreichen ist [pers. Mitt. A. Meyer, DKK Scharfenstein].

(1.4.) Die Energieeffizienz der R 12-Geräte, die gegenwärtig mit Alternativgeräten verglichen werden, ist selbst Resultat einer langfristigen Optimierung. Sie sollte auch für die erst seit kurzer Zeit in Erprobung befindlichen Geräte mit Propan/Butan zu erwarten sein. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß bei marktgängigen R-12-Kühl- und Gefriermöbeln vergleichbarer

Gerätegröße und Ausstattung der Energieverbrauch um den Faktor 3 schwanken kann [Prüfgemeinschaft 1987; Liese 92].

Die vorliegenden Daten zur Energieeffizienz (direkter und indirekter Treibhauseffekt) sprechen deutlich zugunsten von R 290/R 600a.

(1.5.) Eine Übersicht von Lotz, der gleichfalls eine Neubewertung der Kälteerzeugungsverfahren unter dem Gesichtspunkt des GWP für erforderlich hält, legt nahe, daß bei allen Anwendungsbereichen von Kaltdampfverdichtungsprozessen (Haushaltskälte, Gebäudeklimatisierung, Gewerbe, Industriekälte) natürliche brennbare Alternativstoffe (Ammoniak, Propan) mit Blick auf den Treibhauseffekt im Verhältnis zu R 134a günstiger abschneiden. Im Fall von Propan/Butan dürfte die zu erwartende Verbesserung der Geräteleistung diese Tendenz noch verstärken [Lotz 1991].

## 2. Zu Entflammbarkeit

(2.1.) Im Kleinkältebereich werden gegen Kohlenwasserstoffe ihre Brennbarkeit und Explosionsgefahr angeführt. H. Kern hat als Vorsitzender des technischen Komitees TC 182 "Kälteanlagen; Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen" innerhalb der Europäischen Normengemeinschaft CEN dazu erklärt: "Mit Flüssiggas wird und kann in kleinen Mengen bedenkenlos umgegangen werden: in Spraydosen und Feuerzeugen, als Haushalts- und Campingbrenngas, als Brenngas bei Feuerarbeiten und als Antriebskraftstoff für Fahrzeuge (Gabelstapler, PKW usw.)." Außerdem wird "im Haushalt, in Gaststätten, bei Feuerarbeiten (Schweißen, Löten), Abflämmen usw. ... Flüssiggas aus Vorratsflaschen bis zu 14 kg Inhalt ohne technische Explosionsschutzmaßnahmen eingesetzt." Entscheidend ist allein, ob sich ein explosives Gasgemisch bilden kann und eine Zündquelle vorhanden ist. Außerhalb von Kühlschränken ist dies auch bei schlagartigem Austritt der KW-Menge nicht denkbar, sofern der Aufstellungsraum ein Volumen von über 2 m<sup>3</sup> hat. Anders im geschlossenen Gerät selbst bei Beschädigung des Verdampfers (nicht jedoch bei geöffnet Tür). Werden Beleuchtung und elektrische Kontakte als potentielle Zündquellen entfernt oder exgeschützt ausgeführt, ist auch hier das Explosionsrisiko ausgeschaltet. Kern betont, daß unter diesen Bedingungen der Verwendung von Propan/Butan nichts im Wege steht. [Kern 1991: 964 f.] Im gewerblichen Bereich müssen erst bei größeren Mengen brennbarer KW im Kältekreislauf weitergehende Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden.

(2.2.) Ein vom TÜV Rheinland erstelltes Gutachten über die Sicherheit eines mit 120 g Propan/Butan als Kältemittel betriebenen Coca Cola-Dosenauswurfautomaten bestätigt diesen Sachverhalt [TÜV Rheinland 1991]. Döhlinger verweist darauf, daß im Fall der Kohlenwasserstoffe ihre Brennbarkeit "mit einem schier abergläubigen Tabu belegt (ist), welches offensichtlich nur die Kältetechnik betrifft und in der man sich mit Verboten und Tabus so gründlich festgenagelt hat, daß es noch sehr lange dauern wird, bis es auch Kälteanlagenbauern erlaubt sein wird, unvoreingenommen mit z.B. Propan und Isobutan als R 290 und R 600a umzugehen." [Döhlinger 1992: 171] Haukas hat bei der Berliner FCKW-Konferenz auf die historische Unbegründetheit dieser Bewertung der brennbaren KW aufmerksam gemacht [Haukas 1992].

## Lit.

Copeland 1992: Die Kälte und Klimatechnik 45, 1992, 3, 154 ff.

Dietrich 1992: Ammoniak-Kälteanlagen, in: U. Hesse u.a., Ersatzstoffe für FCKW. Ersatzkältemittel und Ersatztechnologien in der Kältetechnik, Ehningen b. Böblingen 1992, 48 ff.

Döhlinger 1992: Die Kälte und Klimatechnik 45, 1992, 3, 166 ff.

Haukas 1992: BMU/UBA, Int. Konf. Alternativen zu FCKW und Halonen, Berlin 1992, 236 ff.

Höppler/Schwarz 1992: BMU/UBA, Int. Konf. Alternativen zu FCKW und Halonen, Berlin 1992, 367 ff.

Hofstetter 1990: FCKW-Einsatz und Entsorgung in der Kälte- und Klimatechnik mit ökologischem Vergleich heutiger Kühlschranksysteme und Ausblick auf alternative Kältesysteme, Schweizerisches Bundesamt für Wald und Landschaft 1990

ICI 1992: Europachemie 23/1992, 2

Kauffeld, König, Kruse 1991: Die Kälte und Klimatechnik 44, 1991, 11, 846 ff.

Kauffeld, König, Kruse 1992: Die Kälte und Klimatechnik 45, 1992, 4, 203 f.

Kern 1991: Die Kälte und Klimatechnik 44, 1991, 12, 964 f.

Klausen/Larsen 1992: BMU/UBA, Int. Konf. Alternativen zu FCKW und Halonen, Berlin 1992, 82 ff.

Kruse 1992: BMU/UBA, Int. Konf. Alternativen zu FCKW und Halonen, Berlin 1992, 217 ff.

Liese 1992: Spektrum der Wissenschaft 1992, 10, 120 ff.

Lotz 1991: Klima - Kälte - Heizung 1991, 10, 405 ff.

Nader 1992: VCI-Pressemit. v. 21. 2. 1992

Oertel 1992: Plastverarbeiter 43, 1992, 11, 208 ff.

Prüfgemeinschaft 1987: Stromsparen im Haushalt, Berlin 1987

Quast 1992: Die Kälte und Klimatechnik 45, 1992, 5, 296 ff.

Rinne 1992: Die Kälte und Klimatechnik 45, 1992, 7, 434 ff.

Schwarz/Leisewitz 1991: Greenpeace e.V. (Hrsg.), Der verzögerte Ausstieg. Der FCKW-Verbrauch der bundesdeutschen Industrie 1990/91, Hamburg 1991

Schwarz/Leisewitz 1992: Greenpeace e.V. (Hrsg.), Der FCKW-Ausstieg ist möglich. Praktische Alternativen zu FCKW, Hamburg 1992

TÜV Rheinland 1991: Untersuchung des Coca Cola-Dosenauswurfautomaten am 31.01.1991 bei der Fa. LARE GmbH, Gelsenkirchen, Schreiben vom 5.2.1991

UNEP 1992: UNEP (Ed.), Montreal Protocol 1991 Assessment: Report of the Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pumps Technical Options Committee, December 1991

Weissenborn 1992: Die Kälte und Klimatechnik 45, 1992, 3, 144 ff.

Winter u.a. 1991: DKV/BMFT-Verbundvorhaben 01 ZH 89G1 - Literatur- und Patentrecherche nach umweltverträglichen Verfahren der Kältetechnik, TU München

ZVEI 92a: Pressemitt. v. 22. 7. 1992

ZVEI 92b: Pressemitt. v. 12. 8. 1992

# Rasch verfügbar und doch kein Allheilmittel

Experten über die Eignung des Kältemittels R 134a als Nachfolger klimaschädlicher FCKW uneinig

Die Verfügbarkeit des Kältemittels R 134a als Ersatzstoff für den Fluorchlorkohlenwasserstoff (FCKW) R12 ist Voraussetzung dafür, daß bis 1995 weltweit aus der FCKW-Produktion ausgestiegen werden kann. Darauf verwies Dr. Rudolf Staab von der Hoechst AG Frankfurt am 3. Dezember in einer öffentlichen Anhörung der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ zum Thema „Ökobilanz/Produktlinienanalyse am Beispiel des FCKW-Ersatzstoffes R 134a und anderen Ersatzstoffen beziehungsweise -technologien“.

Der Ausstieg aus der FCKW-Produktion sei beschlossene Sache und müsse wegen des Treibhauseffekts so schnell wie möglich erfolgen. Mit R 134a stehe eine sicheres und nicht giftiges Kältemittel als Ersatz zur Verfügung. Hoechst selbst werde R 134a in einem eigenen Werk in Brasilien produzieren, so Staab. R 134a sei die am schnellsten verfügbare Alternative gewesen, die die von den Anwendern, also von den Kühlegeräteherstellern und der Autoindustrie (Klimaanlagen), genannten Kriterien erfülle.

Dr. Manfred Nonnenmann von der Behr GmbH in Stuttgart, der für die Autoindustrie sprach, meinte, man müsse R 134a langfristig als Übergangslösung sehen. Das Mittel sei

nicht der Weisheit letzter Schluß, aber mit ihm werde in den nächsten zehn Jahren der Ausstieg aus der FCKW-Produktion zu schaffen sein. Mit anderen Stoffen wäre dies nicht zu schaffen, so Nonnenmann. Hier sei ihm der Spatz in der Hand lieber als die Taube auf dem Dach.

Kritik am Vorgehen der chemischen Industrie hatte zuvor Dr. André Leisewitz vom Verlag der Ökologischen Briefe in Frankfurt geübt. Die Industrie habe mit dem Aufbau großer Produktionskapazitäten für R 134a begonnen und damit die Weichen gestellt. Die führenden Anwender hätten sich in der Bundesrepublik schon vor längerem auf R 134a als FCKW-Ersatzstoff geeinigt.

Dabei gebe es in allen Anwendungsbereichen, der Haushaltskältetechnik, der Gewerbekältetechnik, der Pkw-Klimatisierung und der Montageschaum-Produktion umweltverträglichere Alternativen, die entweder verfügbar oder in der Entwicklung seien. Leisewitz betonte, diese Alternativen seien auch unter energetischen Gesichtspunkten günstiger als R 134a.

Ähnlich wie bei der früheren Festlegung auf die FCKW als Kältemittel seien auch dieses Mal durch die frühzeitige Festlegung auf R 134a als Ersatzstoff andere Alternativen „blockiert“ worden, so Leisewitz. Er plä-

dierte dafür, angesichts der drohenden Klimakatastrophe und des „sich abzeichnenden Scheiterns der Kohlendioxid-Strategie“, Kältemittel mit einem Treibhauseffekt generell auszuschließen.

Professor Dr. Harry Florin vom Dortmunder Hygieneinstitut erklärte, R 134a sei kein Allheilmittel für eine mittelfristige Lösung des Treibhausproblems. Der Mediziner warnte bei der Diskussion um die Einführung von FCKW-Ersatzstoffen davor, ökonomische Interessen ökologischen Belangen vorzuziehen.

So sei bei R 134a noch unklar, ob die bei dem Prozeß freiwerdenden Stoffe nicht giftig sind und sich sogar nachhaltig auf die Umwelt auswirkten. Bevor dies nicht geklärt sei, müsse von einer Einführung des Ersatzstoffes R 134a abgesehen werden.

Auch das Umweltbundesamt wies darauf hin, daß die im Zusammenhang mit R 134a bei Tierversuchen aufgetretenen Tumorbildungen noch nicht endgültig geklärt worden seien. Zwar sei die Wirkung von R 134a in bezug auf den Treibhauseffekt günstiger als bei FCKW, doch müsse dabei sowohl die Verwendungsmenge als auch die Dauer der Verwendung berücksichtigt werden. Denn würde R 134a in größeren Mengen als FCKW in die Atmosphäre gelangen, relativiere sich sein positiver Effekt.

## Strahlenbelastung rückläufig

Die durch die Reaktorkatastrophe im Kernkraftwerk Tschernobyl veränderte Strahlenbelastung in Deutschland ist von fünf Prozent im Jahr 1986 auf etwa ein Prozent im Jahr 1990 zurückgegangen. Darauf weist die Bundesregierung in ihrem Bericht (12/2677) über die Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 1990 hin. Der federführende Ausschuß für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit hat den Bericht am 9. Dezember einvernehmlich zur Kenntnis genommen. Den größten Beitrag an der zivilisatorischen Strahlenbelastung der Bevölkerung habe die Anwendung ionisierender Strahlen in der Medizin gehabt, vor allem durch die Röntgendiagnostik, wie es in dem Bericht weiter heißt.

## Auswahl der Experten begründen

SPD erkundigt sich nach Sachverständigenrat für Umweltfragen

Ob die derzeitige personelle und fachliche Zusammensetzung des Sachverständigenrates für Umweltfragen optimal ist, möchten SPD-Abgeordnete in einer Kleinen Anfrage (12/3877) vom 2. Dezember von der Bundesregierung erfahren.

Die Bundesregierung soll sagen, worin die besonderen wissenschaftlichen Kenntnisse und Erfahrungen im Umweltschutz bei den Mitgliedern bestehen, wie der vielfach festgestellte Mangel an sozialwissenschaftlichem Sachverstand ausgeglichen werden kann, welche Rolle der Theologie bei der Bewertung und Lösung ökologischer Fragen zugeordnet ist und ob sich die Verkleinerung des Rates auf sieben Mitglieder bewährt hat.

Gefragt wird ferner, welchen Par-

teien die Ratsmitglieder angehören und in welchem Zusammenhang die Parteizugehörigkeit zur Fachkompetenz steht. Die Bundesregierung soll dazu Stellung nehmen, ob sich die Arbeit des Rates stärker an den Ursachen als an den Symptomen der Umweltprobleme orientieren und ob nicht das prinzipielle Verhältnis zwischen Wirtschaftswachstum und Umweltpolitik thematisiert werden sollte.

Auch dazu, weshalb über 50 Prozent der Empfehlungen des Rates nicht befolgt worden seien, verlangen die Abgeordneten eine Einschätzung. Gleichzeitig soll die Regierung sagen, in welchem Umfang die bisherigen Empfehlungen der Sachverständigen umgesetzt wurden.