

Heinz Jürgensen  
Thomas Tiedemann

# Propan in hermetischen Kältegeräten und Wärmepumpen

## Einfluss und Entwicklungsstand der Normung

**Brennbare Kältemittel werden seit einigen Jahren wieder in Haushalts-Kühlgeräten eingesetzt. Dafür ist eine internationale Sicherheitsnorm entwickelt worden, die bis zu 150 g Füllmenge abdeckt. Für Anwendungen mit größeren Füllmengen ist die Normensituation komplexer. Am Beispiel Propan in kleinen Kältemaschinen wird der Stand dargestellt.**

**Propane in Hermetic Refrigeration Systems of Appliances and Heat Pumps**

### Influence and Status of Standards

Flammable refrigerants are in use in household refrigerators and freezers again since several years. International safety standards have been developed to cover this, with an actual refrigerant charge limit of 150 g. For applications with higher charge need the situation regarding safety standards is more complex. The status of standardization is highlighted here with reference to propane, as an example.

*Keywords:* Propane, safety, standard, hermetic, flammable, R290

### Geschichte

Propan und Isobutan gehören bekanntlich zu den früh in Kältemaschinen eingesetzten Kältemitteln. Verdrängt wurden sie ab 1930 bis etwa 1950 aus kleinen Maschinen durch die nicht brennbaren FCKW. Die nicht brennbaren Kältemittel stellten nun den Stand der Technik dar, insbesondere bezüglich Sicherheit. Bei der Gestaltung elektrischer Bauteile von Geräten und Installationen brauchte keine wesentliche Rücksicht auf die Kältemittel genommen zu werden. Das hat sich durch Einführung der chlorfreien H-FKW in den 90er Jahren nicht geändert.

### Neuer Anfang

Ab etwa 1990 wurde das Interesse an nicht synthetischen Kältemitteln in kleinen Kältemaschinen wieder geweckt. Die öffentliche Diskussion um die Umweltrelevanz der bekannten Kältemittel führte wieder zum Einsatz brennbarer Kältemittel. Der Einsatz von Kohlenwasserstoffen erwies sich dabei aus thermodynamischer und chemischer Betrachtung als relativ unkompliziert, während andere Kandidaten, wie Ammoniak, in den im unteren Leistungsbereich üblichen hermetischen Motorverdichtern Probleme bereiten. Die Wiedereinführung brennbarer Stoffe entsprach jedoch nicht mehr dem Stand der Technik bezüglich der Sicherheit dieser Maschinen, weshalb zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen notwendig wurden.

Die Hausgeräteindustrie setzte sich stark für die Erstellung einer Sicherheitsnorm ein, die in Europa als CENELEC Technical Sheet TS 95006 [1] ab 1995 für Haushalts-Kühl- und -Gefrier-Geräte angewandt wurde. Der Normentwurf wurde ab 1994 verwendet. Die Norm beschränkt sich auf eine maximale Füllmenge brennbarer Kältemittel von 150 g. Die dadurch begrenzten Schadensauswirkungen erlauben eine Betrachtung nur des

Gerätes und eine Vernachlässigung der Installationen am Aufstellort, also eine reine Typprüfung. Für die Gestaltung der elektrischen Bauteile wurden Regeln aus der IEC 79-15 [2] herangezogen. Durch die Begrenzungen konnte relativ schnell Einigkeit über die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen erreicht werden. Diese Norm hat sich bis heute in rund 20 Millionen Haushaltskühlgeräten mit R600a bewährt.

Ebenso entstand ein Entwurf E DIN 7003 [3], der auf Installationen und Wärmepumpen ausgerichtet war. Da auf europäischer Ebene die EN 378 [4] zur Sicherheit von Kälteanlagen in Arbeit war, konnte die E DIN 7003 nicht endgültige Norm werden.

Die britische Norm BS 4434 [5], die bisher den Einsatz brennbarer Kältemittel in kleinen Anlagen und Geräten nicht erlaubte, wurde ebenfalls 1995 revidiert und enthielt ähnliche Regeln wie die E DIN 7003.

Diese beiden Normen formulieren weitgehende Anforderungen an den Aufstellort, etwa bezüglich der Raumgröße aber auch bezüglich Ventilation und elektrischer Installationen.

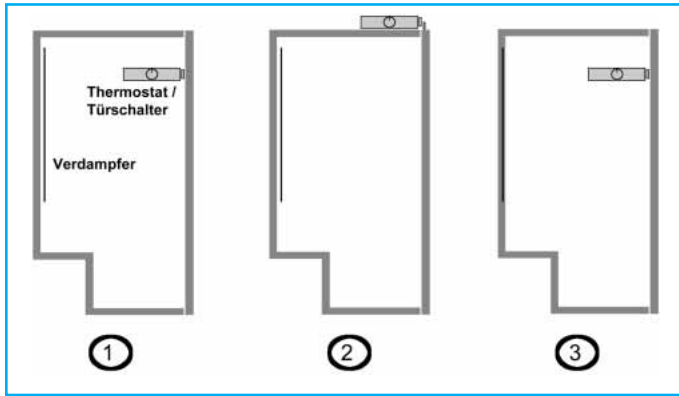
### Heutiger Stand

#### Steckerfertige Geräte

Auf internationaler Ebene wurden die Ansätze der europäischen Normenentwürfe in die Überarbeitung der bestehenden Sicherheitsnormen aufgenommen.

Die Vorgehensweise des TS 95006 [1] ist eingeflossen in die IEC 60335-2-24 [6] und die entsprechende EN, als deren Erweiterung es formuliert war.

Der wesentliche Ansatz ist die genaue Definition möglicher Zündquellen und möglicher Leckstellen und deren räumliche Trennung. Für den Nachweis wurden u.a. Leckage-Versuche entwickelt. Zusätzlich wurden Berstdruck-Anforderungen beschrieben.



**Bild 1:** Gestaltungsmöglichkeiten von Kühlgeräten. Option 1 ist nur mit speziell ausgeführten Verdampfer- oder Thermostat-Lichtschalter-Konstruktionen möglich, während 2 und 3 meist problemlos sind. Alle sind jedoch zu prüfen.

Die selben Regeln sind in die Überarbeitung IEC 60335-2-89 [8] für gewerbliche Kühl- und Gefriergeräte eingeflossen. Die maximale Füllmenge beträgt hier ebenfalls 150 g.

Für Motorverdichter sind die EN und die IEC 60335-2-34 [7] auf brennbare Kältemittel erweitert worden.

**Installationen**

Die EN 378 [4] ist 2000 veröffentlicht worden und ersetzt damit die E DIN 7003 [3] in Deutschland und die BS 4434 [5] in Großbritannien weitgehend. Die Anwendungsregeln sind sehr ähnlich, auch bis zu sehr hohen Füllmengen, mit einer bedeutenden Änderung für kleine hermetische Systeme. Die Anwendung brennbarer Kältemittel für direkte Kühlung oder Beheizung für den Komfort von Personen ist nicht erlaubt. Das betrifft Klimaanlageanlagen, die in Großbritannien schon mit Propan verwendet wurden, und Klimageräte und Wärmepumpen, die in Deutschland schon teilweise mit Propan betrieben wurden.

Indirekt arbeitende Wärmepumpen, die also Brauchwasser oder einen Wasserkreislauf erwärmen, sind weiter möglich. Die Anwendung von Propan zur Klima-

tisierung von anderen Räumen, wie Telefon-Schaltanlagen-Räumen oder Rechenräumen ist weiter möglich.

Bis 1,5 kg Füllmenge wird mit einem „praktischen Grenzwert“ von 8 g/m<sup>3</sup> Raumvolumen als maximale Füllmenge für öffentlich zugängliche Räume gearbeitet. Das entspricht etwa 20 % der UEG.

**Druckgeräte-Richtlinie**

Diese Richtlinie 97/23/EG, Pressure Equipment Directive PED [10], umfasst auch Kältemaschinen und deren Bauteile. Abhängig von gewissen Grenzwerten, für z.B. das Produkt aus Druck und Volumen bei Behältern, werden Kategorien mit verschiedenen Sicherheitsmaßnahmen definiert. Diese Grenzwerte sind für brennbare Kältemittel etwa eine Kategorie-Stufe niedriger als für nicht brennbare Stoffe. Die niedrigsten dimensionierenden Drücke sind aufgeführt. Für die Niederdruckseite wird nach EN 378 [4] in gängiger Interpretation der Sättigungsdruck bei 43 °C und für die Hochdruckseite der Sättigungsdruck bei 63 °C festgelegt, sofern in der Anlage die Betriebsdrücke nicht noch höher sind. Für hermetische Verdichter wird in Kategorie 1 und

darunter der bisherige Stand der Technik als sicher anerkannt. Ab einem Produkt pV > 50 bar Liter für brennbare Stoffe, 200 bar Liter für nicht brennbare, gilt Kategorie 2.

Für Kategorie 2 müssen die Verdichter bei regelmäßiger Auditierung und regelmäßigem Nachweis der Materialeignung für die Anwendung produziert werden. Der Verdichter muss auf dem Typschild zusätzliche Daten tragen, u.a. das oder die Kältemittel, für das er geprüft ist. Eine spätere Prüfung der Eignung für andere Kältemittel, wie sie in der IEC 60335-2-34 [7] für elektrische Geräte möglich ist, scheint nach PED [10] nicht mehr möglich. Verdichterhersteller scheuen bisher häufig den Aufwand in der Fertigung für die sehr wenigen R290 Verdichter, die für R404A u.a. noch in Kategorie 1 sind. Hermetische Motorverdichter mit mehr als 3,66 Liter saugseitigem Innenvolumen (leer plus Ölinhalt) bzw. 2,33 Liter druckseitigem Innenvolumen, fallen für R290 in Kategorie 2. Das betrifft viele Verdichter mit Leistungen im Bereich kleiner Wärmepumpen und Klimageräte, die nunmehr praktisch nicht mehr verfügbar sind.

Semi-Hermetiks und offene Verdichter sind von der PED nach gängiger Interpretation nicht betroffen.

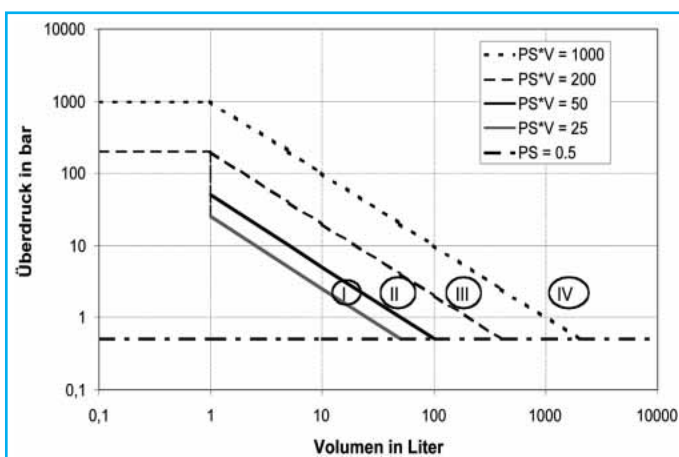
Die ebenfalls verschärfte Forderung der Nachweisführung und Dokumentation führt auch zu erhöhtem Aufwand.

**Entwicklungen**

Die Entwicklung von Normen für größere Füllmengen brennbarer Kältemittel erfordert deutlich komplexere Sicherheitsmaßnahmen und kommt leicht bis in Bereiche, in denen die PED zusätzliche Forderungen stellt. Ab der Kategorie 2 der PED können diese Forderungen, im Unterschied zu den Bereichen darunter, nur noch zusammen mit entsprechenden Behörden abgedeckt werden.

**IEC 60335-2-40 Klimageräte und Wärmepumpen**

Für die Erweiterung dieser Geräte-Sicherheitsnorm für den Einsatz brennbarer Kältemittel hatte sich eine Arbeitsgruppe mit Mitgliedern aus Normenausschüssen von ISO und von IEC gebildet, da der Teil 40 [9] auch für größere Fabrik gefertigte Einheiten angewandt wird, bei denen die mechanischen Sicherheitsaspekte ebenfalls wesentlich sein können. Die Behandlung im Normausschuss IEC SC 61D sollte Seriengeräteherstellern entgegenkommen und in Europa die Harmonisierung mit den Sicherheitsrichtlinien vereinfachen.



**Bild 2:** Kategorie-Einteilung 1 bis 4 der Druckgeräte-Richtlinie für Kältemittel der Gruppe 1, wie Propan.

chen. Die Normen der 60335 Reihe sind mit der Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG LVD [11] harmonisiert.

Die Arbeitsgruppe hat in dreijähriger Arbeit Formeln erstellt, die in der Norm die zulässige Füllmenge mit verschiedenen brennbaren Kältemitteln beschreiben sollten. Diese Formeln ergeben für Kältemittel mit einer Molmasse über 43 kg/kmol eine zulässige Füllmenge, abhängig von der unteren Zündgrenze UEG, Molmasse, Dichte des Kältemittels und der Aufstellung des Gerätes.

Von 150 g bis zu einer Füllmenge von

$$m_2 = 26 \text{ m}^3 \cdot \text{LFL}$$

gilt im Entwurf die Gleichung für die maximale Füllmenge

$$m_{\text{max}} = 2,5 \cdot \text{LFL}^{5/4} \cdot h_0 \cdot A^{1/2}$$

Wobei LFL die UEG in kg/m<sup>3</sup> ist, h<sub>0</sub> die charakteristische Montagehöhe und A die Fußbodenfläche ist.

Für Propan bedeutet das, dass bis zu etwa 1 kg Füllmenge, bei ausreichender Raumgröße, keine zusätzliche Lüftung vorhanden sein muss.

Allerdings wird die erforderliche Raumgröße für 1 kg Propan bei 1600 m<sup>2</sup> liegen, bei Boden stehenden Geräten. Bei Deckenmontage sind noch etwa 120 m<sup>2</sup> für diese Füllmenge notwendig. Bei anderen Kältemitteln ergeben sich abhängig von der Dichte und UEG andere Werte.

In Abb. 3 ist dieser Zusammenhang dargestellt. Auf dem Typschild ist für Füllmengen über 150 g die minimale Raumgröße für die Aufstellung aufzuführen.

Die Grenzwerte wurden mit Hilfe einiger Versuche und umfangreicher Strömungssimulationen von Leckageszenarien erarbeitet. Die Grenzwerte ergeben bei den angenommenen Voraussetzungen, abgesehen von einem kleinen Bereich direkt unter dem Leck, in einem leeren Raum

keine Überschreitung der UEG. Da die Verteilung und Verwirbelung stark von der Höhe der Leckstelle abhängig ist, wurden 4 charakteristische Einbauhöhen betrachtet, 0,6 m für Bodenstehende Geräte, 1 m für Fenstergeräte, 1,8 m für Wand montierte Geräte und 2,2 m für Decken montierte Geräte.

Bei Ventilation sind entsprechend den Vorgaben des Normentwurfes auch größere Füllmengen möglich. Die Vorgaben hierfür ähneln denen der EN 378.

Bei der Abstimmung über diesen Normentwurf, Mai bis Oktober 2002, wurde kein positives Ergebnis erreicht. Außer zwei Stellungnahmen, die einen weiteren Sicherheitsfaktor fordern, da die Räume meist nicht leer sind und die Verteilung somit ungleichmäßiger wird, gab es eine Reihe Nein-Stimmen mit der Begründung, dass die Grenzwerte für zu niedrig gehalten werden. Eine Umstellung marktüblicher Klimageräte für verschiedene Raumgrößen, von R22 oder H-FKW auf R290, würde meistens zu höheren Füllmengen als hier erlaubt führen. Das bedeutet, dass die R290 Geräte wesentlich anders zu konstruieren wären, also keine gängigen Komponenten verwenden könnten. Insbesondere portable Klimageräte wären praktisch nicht möglich.

Vor diesem Hintergrund wurde vorgeschlagen, zunächst einen europäischen Normanhang mit wesentlich anders formulierten Forderungen in Regie der CENELEC und in Zusammenarbeit mit der CEN zu erstellen.

### EN 378 Überarbeitung mit -2-40 Regeln

Die ausführliche Arbeit bei der Erstellung der Formeln für die IEC 60335-2-40 [9] hat zu dem Vorschlag geführt, in der EN 378 [4] das generelle Verbot des Einsatzes brennbarer Kältemittel zur Komfort-Kli-

matisierung mit direkter Kühlung oder Beheizung zu ersetzen durch die dort vorgeschlagenen Grenzwerte und Vorgehensweisen.

Diese Arbeit ist wieder eingestellt worden zugunsten der erwähnten europäischen Initiative.

### EN 378 wird mit Maschinenrichtlinie harmonisiert

Ein großer Vorteil der EN 60335 Normenreihe ist, dass diese mit der Niederspannungsrichtlinie harmonisiert ist. Das bedeutet, dass die Einhaltung dieser Normen als Einhaltung der Richtlinie gilt. Dadurch ist eine individuelle Risikobetrachtung der Geräte von Seiten eines Prüfinstitutes nicht notwendig, wenn keine weiteren Richtlinien, wie z.B. die PED zusätzliche Maßnahmen erfordern. Diesen Vorteil hat die EN 378 noch nicht. Eine Überarbeitung mit dem Ziel der Harmonisierung mit der Maschinen-Richtlinie ist im Gange. Dazu muss die Norm jedoch deutlich umstrukturiert werden, wobei einige Maßnahmen strenger formuliert werden könnten, um bei allen Behörden in der EU zu einheitlichen Aussagen und Prüfkriterien zu kommen. Die ersten Teile der Neufassung werden für 2004 erwartet.

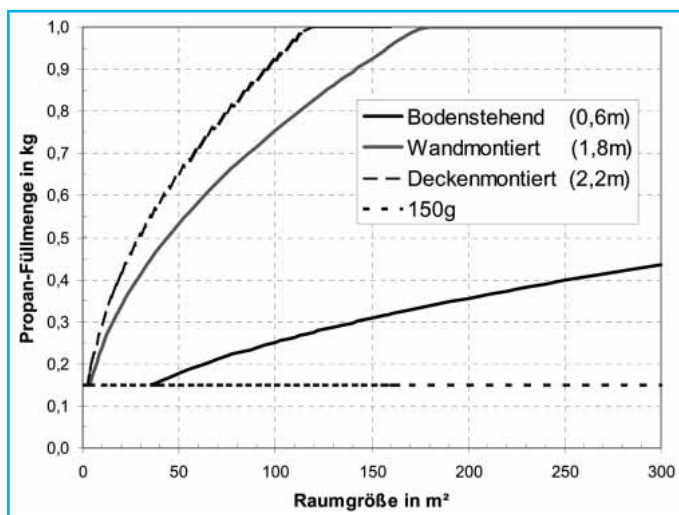
### Marktentwicklung

Bei der Olympiade 2000 in Sydney setzte Coca Cola nach erheblichem Druck von Greenpeace etwa 50 Flaschenkühlchränke ein, die mit R600a oder Propan R290 betrieben wurden. Diese kamen teilweise aus Europa.

Für die nächste Olympiade 2004 in Athen, wurde von Coca Cola ausdrücklich versprochen auf umweltunschädliche Kältemittel oder Technologien umzustellen. Eine sicher in 2004 zur Verfügung stehende Technik ist der Einsatz von R290, wobei bisher maximal 150 g Füllmenge im Gerät eingesetzt werden soll. Damit sind viele Geräte darstellbar. Für wesentliche Marktanteile, die mehrtürigen Geräte, werden jedoch meist höhere Füllmengen benötigt. Hierfür fehlt noch eine passende gültige Sicherheitsnorm.

Der große Vorteil der Kältemaschinen mit R290 gegenüber anderen Verfahren, wie Stirling oder CO<sub>2</sub>-Kreisläufe, ist die Ausgereiftheit der Technik und Verfügbarkeit der Verdichter in großen Stückzahlen bei niedrigen Kosten.

Ähnliche Versprechen waren auch von Pepsi, Unilever und Nestlé zu hören. Nestlé hat kürzlich angekündigt vollständig aus dem Einsatz von H-FKW in neuen Anlagen und Geräten auszusteigen.



**Bild 3 :**  
Maximal erlaubte Füllmenge R290, oberhalb von 150 g abhängig von der Raumgröße nach IEC 60335-2-40 Entwurf [9], für verschieden aufgestellte Geräte

Sollten die entsprechenden Flaschenkühlgeräte, Eiscremetruhen und Automaten alle, oder größtenteils, auf Propan umgestellt werden, so entsteht 2004 ein Bedarf im Millionenbereich. Versuche laufen bei vielen Herstellern solcher Geräte schon mit meist guten Ergebnissen.

## Gesetzgebung

In einigen Ländern Europas wird zur Zeit an Regelungen zum weitgehenden Ausstieg aus H-FKW gearbeitet, da diese stark zum anthropogenen Treibhauseffekt beitragen und infolgedessen in Protokoll von Kyoto unter den Stoffen aufgeführt sind, deren Emissionen zu begrenzen sind.

Am weitesten gediehen ist dabei die Gesetzgebung in Dänemark. Zunächst wurde eine „CO<sub>2</sub>-Abgabe“ eingeführt, die entsprechend dem GWP-Wert erhoben wird, mit 0,10 DKK/kg CO<sub>2</sub>-Emissionäquivalent, wie für fossile Brennstoffe. Inzwischen sind auch Ausstiegsdaten für verschiedene Anwendungen in Kraft, für voll fluorierte Stoffe ab 1. 9. 2002, für teilfluorierte H-FKW generell ab 1. 1. 2007. Zunächst noch ausgenommen ist eine Reihe von Anwendungen, u.a. Kältemaschinen von 0,15 kg bis 10 kg und Klimaanlage bis 50 kg H-FKW-Füllmenge. Der erste, recht drastische Entwurf wurde nach Gesprächen mit der Industrie und der EU deutlich entschärft. Die im Anhang des Entwurfs aufgeführten Ausnahmen vom allgemeinen Verwendungsverbot sind an der technischen Realisierbarkeit orientiert und lassen sich gegebenenfalls relativ leicht ändern. Die Verbote gelten für den Markt Dänemark, also für Import und Produktion, nicht jedoch für Export. Ein Teil der eingenommenen Abgaben wird zur Finanzierung von Entwicklungsprojekten zum Ausstieg aus H-FKW und zur Reduzierung des Energieverbrauchs benutzt.

In Schweden, Österreich, Schweiz, Norwegen und Deutschland wird an ähnlichen Vorhaben gearbeitet. Das „Eckpunktepapier“ des deutschen Bundesministeriums für Umwelt vom September 2002 spricht bei mehreren Anwendungen, wo teilweise brennbare Kältemittel eingesetzt werden oder wurden, von vorstellbaren Verboten für H-FKW. Das gilt zum Beispiel für Haushaltskühlgeräte und Wärmepumpen.

Norwegen setzt auf ein System mit einer Steuer, die einen wesentlichen Anteil Pfand zur Rückzahlung bei Rückgabe enthält.

Die Schweiz arbeitet stark auf ein Verbot der Anwendung hin.

Der erste Entwurf aus Österreich war stark an den ersten dänischen Entwurf angelehnt und wird überarbeitet.

Aus Großbritannien sind keine konkreten Gesetzesvorhaben bekannt, jedoch eine offizielle Erklärung, dass H-FKW nicht als langfristige Lösung angesehen werden.

Aus einigen Ländern sind Forderungen nach einer europäischen Ausstiegs-Lösung erhoben worden.

## Zusammenfassung

Anfang der 90er Jahre gelang es, die bis dahin in den Sicherheitsnormen nicht vorgesehenen brennbaren Kältemittel in einige Normen einzuarbeiten, teilweise in nationale Normen. Dies war auf den Einsatz einiger Branchen zurückzuführen, die ein Marktpotential dafür erkannten, im wesentlichen die Hersteller von Haushalts-Kühlgeräten und kleinen Wärmepumpen. Die zunächst vorläufigen Normen oder Normanhänge wurden inzwischen teilweise in die bestehenden Normen eingearbeitet.

Die inzwischen notwendige Abstimmung auf internationaler bzw. europäischer Ebene führte bei Wärmepumpen und Klimageräten zu deutlichen Anwendungsbeschränkungen für Kältemittel wie Propan. Die Arbeit an einer genaueren Risiko-Abschätzung und deren Umsetzung in eine IEC-Norm für Raumklimageräte und Wärmepumpen mit höheren Füllmengen als 150g läuft seit nunmehr etwa 5 Jahren. Das Gelingen der Umsetzung ist nach 2 negativ ausgefallenen Abstimmungen fraglich. Eine europäische Arbeitsgruppe mit Teilnehmern von CEN und CENELEC soll daher zunächst für den Geltungsbereich der EN einen neuen Entwurf erarbeiten.

Bisher ist der Markt für die Anwendung brennbarer Kältemittel ausschließlich bei Haushaltskühlgeräten wachsend, mit R600a. Bei Wärmepumpen steigen die Hersteller wieder aus der Propan-Anwendung aus. Es bestehen immer noch einige technische Probleme, vor allem wenn die Verdichter nicht speziell für den Einsatz mit R290 gefertigt wurden. Des Weiteren beschränkt die Druckgeräte-Richtlinie die Verfügbarkeit der Verdichter durch wesentlich angestiegene Anforderungen ab einer gewissen Baugröße.

Durch Zusagen verschiedener Lebensmittel- und Getränkekonzerne scheint sich ein hoher Marktbedarf ab etwa 2004 für R290 Verdichter zu ergeben. Der dringende Bedarf für eine international gültige Sicherheitsnorm, zumindest für kleinere, hermetische Gewerbekältegeräte mit Füllmengen über 150 g, ist damit deut-

lich. In diesem Marktsegment hat sich R290 als günstiger und praktikabler umweltfreundlicher Ersatz für die H-FKW R134a und R404A erwiesen.

Von politischer Seite wird in verschiedenen Ländern Europas ein verstärkter Einsatz umweltfreundlicher Kältemittel, wie Propan, als Ersatz für die treibhausrelevanten H-FKW gefordert. Dieser Einsatz ist jedoch durch die fehlende Grundlage der entsprechenden Sicherheitsnormen stark erschwert oder teilweise nicht möglich.

## Literatur

- [1] TS 95006 „Refrigerators, foodfreezers and icemakers using flammable refrigerants, Safety requirements“ Amendment to IEC 60 335-2-24, CENELEC July 1995
- [2] IEC 7915 „Electrical apparatus for explosive atmospheres Part 15: Electrical apparatus with type of protection ‘n’“
- [3] E DIN 7003 „Kälteanlagen und Wärmepumpen mit brennbaren Kältemitteln der Gruppe L3 Sicherheitstechnische Anforderungen“ Dezember 1995
- [4] DIN EN 378 „Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“ September 2000
- [5] BS 4434 – 1995 „Specification for safety and environmental aspects in the design, construction and installation of refrigerating appliances and systems“ 1995
- [6] DIN EN 60335-2-24 „Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke Teil 2-24: Besondere Anforderungen für Kühl- und Gefriergeräte und Eisbereiter“
- [7] DIN EN 60335-2-34 „Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke Teil 2-34: Besondere Anforderungen für Motorverdichter“
- [8] IEC 60335-2-89 „Safety of household and similar appliances Part 2-89: Particular requirements for commercial refrigerating appliances with an incorporated or remote refrigerant condensing unit or compressor“ FDIS 2002
- [9] IEC 60335-2-40 „Safety of household and similar appliances Part 2-40: Particular requirements for electrical heat pumps, air conditioners and dehumidifiers“ Amendment draft 2001
- [10] PED Druckgeräte-Richtlinie Richtlinie der Europäischen Gemeinschaften 97/23/EG
- [11] LVD Niederspannungs-Richtlinie Richtlinie der Europäischen Wirtschafts-Gemeinschaft 73/23/EWG

## Schlüsselwörter

Propan  
Sicherheit  
Norm  
Hermetisch  
Brennbar  
R290