



Dr. Karsten Schwennesen,
Market Development Manager,
Deutsche ICI GmbH,
Frankfurt

Als Antwort auf die Einstellung der FCKW-Produktion haben Erstausrüster und Kälteanlagenbauer langfristige Austauschstoffe gesucht, die ihren Leistungs-, Umwelt- und Sicherheitsanforderungen für eine Vielzahl von Anlagenkonstruktionen gerecht werden.

HFCKW R 22 stellt für viele Anwendungen eine nützliche Zwischenlösung dar, doch wird seine Verwendung in zunehmendem Maße durch Vorschriften geregelt. Ein Datum für den Ausstieg aus HFCKW R 22 wurde bereits vereinbart, und in jüngerer Zeit wurden verschiedene Anwendungskontrollen eingeführt. Eine Reihe langfristiger Austauschstoffe wurde entwickelt, die an die Stelle von FCKW und HFCKW gleichermaßen treten können.

Von diesen Austauschstoffen werden HFCKW in zunehmendem Maße als Produkte der Wahl eingesetzt, und entsprechende Anlagen auf HFCKW-Basis wurden konstruiert und gebaut. Sie können heute von allen führenden Kälte- und Klimaunternehmen geliefert werden. Die Nichtentzündlichkeit, geringe Toxizität, Ozonverträglichkeit von HFCKW in Verbindung mit ihrer Anwendungsflexibilität – für die Kühlung von Nahrungsmitteln in Supermärkten, über die Klimatisierung von Wohnhäusern bis zur Kühlung in Industrieprozessen – beleuchten einige der Charakteristika, die zur Marktakzeptanz und zum bisherigen Erfolg dieser Pro-

407C und 410A – Eine friedliche Koexistenz?

Karsten Schwennesen, Frankfurt/Main

dukte beigetragen haben. In der Industrie konzentriert sich heute die Diskussion jedoch auf die Bewertung der Rolle, die von den zwei Hauptkandidaten für den Austausch von R 22, R 407C und R 410A ausgeht.

In Anwendungen, bei denen zuvor HFCKW R 22 eingesetzt wurde, also insbesondere in der Klimatechnik, hat R 407C sein Potential als Austauschstoff für den Einsatz in sowohl neuen als auch bestehenden Anlagen unter Beweis gestellt. Es bietet eine nahezu gleichwertige Leistung wie R 22, gleichzeitig aber viele Betriebs- und Umweltvorteile. Während Hersteller und Lieferanten nach immer neuen Kältemitteln und Kältemittelgemischen suchen, ist R 410A, eine 50%/50%-Mischung von R 32 und R 125, mit seinen charakteristischen Eigenschaften in der ganzen Industrie auf großes Interesse gestoßen. Es wird heute als zusätzliche langfristige Lösung zur Diskussion gestellt.

In einer Industrie, in der die Auswahl des Kältemittels langfristige Auswirkungen hat, müssen Systemingenieure und Anwender ein klares Verständnis der Anwendung, der Vorteile und Eignung von R 407C und R 410A

haben. ICI Klea arbeitet seit der Einführung von HFCKW-Kältemitteln im Jahre 1990 mit den Kunden zusammen. Die Entwicklung entsprechender Ausrüstungen konzentrierte sich anfänglich auf den Austausch von R 12 durch HFCKW 134a.

Als Lieferant eines der breitesten Kältemittel-Sortimente Europas verfügt ICI Klea über umfangreiche Erfahrungen mit R 407C und R 410A zur Eignung und Anwendung der Produkte in verschiedenen Einsatzbereichen.

Der folgende Artikel geht auf den Hintergrund der HFCKW-Produktion und -Verwendung, die Rolle und den Einsatz der HFCKW R 407C und R 410A ebenso wie auf jüngste Forschungsarbeiten in bezug auf die Leistung von R 22, R 407C und R 410A ein. Ferner soll die Frage: „Welches Kältemittel für welche Anwendung und weshalb?“ beantwortet werden.

HFCKW: Bald ein Produkt der Vergangenheit

Auf dem Markt gibt es für alle Kältemittel-Anwendungen verschiedene Alternativen. Als Übergangslösung haben HFCKW wie R 22 sowie HFCKW-haltige Mischungen wie R 401A,

Abb. 1: Kontrolle der Anwendung von HFCKW-Kältemitteln in der Europäischen Union.

HFCKW-Verwendungsverbote in der EU
(gemäß Verordnung EU 3093/94)

- Seit 01.01.1996 Verbot in neuen
 - offenen Systemen (z.B. Kältekammer)
 - Haushaltskühl- und Gefriergeräten
 - PKW - Klimaanlage
 - Klimaanlage im öffentlichen Straßenverkehr
- Ab 01.01.1999 Verbot in neuen
 - Klimaanlage im Schienenpersonenverkehr
- Ab 01.01.2000 Verbot in neuen
 - öffentlichen und Verteilungskühlhäusern
 - Anlagen mit mehr als 150 kW Antriebsleistung
(sofern keine Vorschriften/Sicherheitsbestimmungen/Auflagen für Ammoniak bestehen)

R 402A, R 408A und R 409A beim Ausstieg aus FCKW eine Rolle zu spielen. Es handelt sich dabei aber nur um 'Übergangssubstanzen', und sowohl das Montrealer Protokoll als auch die EU-Gesetzgebung verlangen die Einstellung ihrer Produktion und Verwendung. (siehe Abbildung 1).

Viele europäische Länder sind bereits weiter gegangen und haben das Datum für den Ausstieg aus HFCKW vorgelegt. In Deutschland ist die Verwendung von HFCKW 22 in neuen Kälteanlagen vom 1. Januar 2000 an verboten. In Schweden besteht ein ähnliches Verbot für HFCKW 22 vom 1. Januar 1998 an, mit einem anschließenden Verbot für Wartungszwecke vom 1. Januar 2002 an, siehe Abbildung 2.

Der weiter anhaltende Druck auf R 22 sowohl auf internationaler als auch nationaler Ebene und die anhaltende Debatte über Kohlenwasserstoffe beweisen die Bedeutung von HFCKW.

R 407C: Ein etablierter R 22 Austauschstoff

R 407C (ein zeotropes Gemisch aus R 32, R 125 und R 134a) hat thermodynamische Eigenschaften und eine Leistungszahl vergleichbar mit R 22.

Abb. 2: Vorschriften und Verbote für die Verwendung von HFCKW in einzelnen europäischen Ländern.

Kältemittel-Verwendungsverbote für R-22 in Europa	
Island	R-22-Verbot für Neuanlagen seit 01.01.95
Schweden	R-22-Verbot für Neuanlagen ab 01.01.98 R-22-Nachfüllverbot für alle Anlagen ab 01.01.2002
Dänemark	R-22-Verbot für Neuanlagen ab 01.01.2000 Generelles Verwendungsverbot für "neues" R-22 ab 01.01.2002
Deutschland	R-22-Verbot für Neuanlagen ab 01.01.2000 In "Altanlagen" erlaubt bis UBA-Bekanntgabe von Austauschältemitteln
Österreich	R-22-Verbot für Neuanlagen ab 01.01.2002
Schweiz	R-22-Verbot für Neuanlagen ab 01.01.2002
Andere EU-Länder	Ausstieg aus HFCKW-Verwendung gemäß EU-Verordnung

Das Kältemittel arbeitet mit vergleichbaren Kälteleistungen, Systemdrücken und Temperaturen. R 407C wird seit 1993 erfolgreich in verschiedenen Anwendungen eingesetzt, wie z. B. luftgekühlte Kälteaggregate, Wärmepumpen und verschiedene Klimaanlageanlagen. Bei der Beurteilung der Durchführbarkeit einer Umrüstung müssen die Leistungsaspekte des Kältemittels in der neuen Anlage der Kälteleistung und dem Wirkungsgrad des mit R 22 betriebenen Systems entsprechen. Gleichzeitig muß die langfristige Betriebssicherheit der Anlage im Hinblick auf potentielle Verunreinigungen gewährleistet sein. Der Vorteil von R 407C besteht darin, daß Ingenieure

re nur geringe Anlagenmodifikationen vornehmen und die mechanischen Hauptkomponenten der Anlage nicht überholen müssen.

Der Hauptunterschied zwischen R 22 und R 407C besteht darin, daß R 407C einen Temperaturgleit von ca. 5 °C für typische Verdampfungstemperaturen in Klimaanlageanlagen aufweist. Dies ermöglicht zusätzlich eine Neubewertung der Anlagenkonstruktion unter Ausnutzung des Temperaturgleits und damit eine mögliche Steigerung der Anlageneffizienz. Anwender haben festgestellt, daß die Umrüstung auf R 407C ein relativ einfacher Prozeß ist. Die praktische Wirkung des Temperaturgleits besteht darin, daß die mittlere

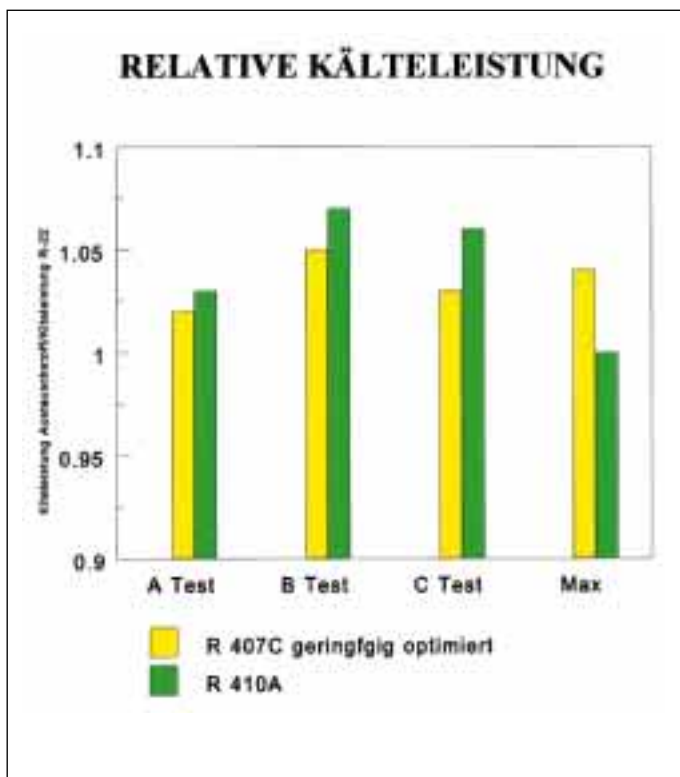


Abb. 3: Vergleich der relativen Kälteleistung bei den Kältemitteln R 407C und R 410A.

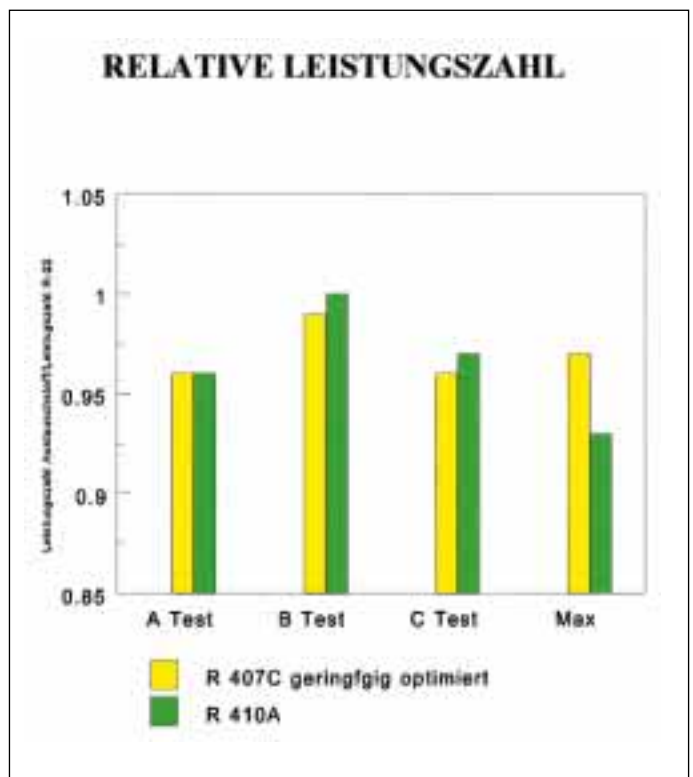


Abb. 4: Vergleich der relativen Leistungszahl bei den Kältemitteln R 407C und R 410A.

re Verdampfertemperatur höher und die mittlere Kondensationstemperatur niedriger ist. Deshalb läuft der Zyklus unter weniger anspruchsvollen Bedingungen ab. Verflüssigungssätze eignen sich besonders gut für die Optimierung des Temperaturgleits, und dieser Effekt wurde bereits erfolgreich bei handelsüblichen Wasserkühlern mit R 407C genutzt.

R 410A: Gutes Potential in neuen Anlagen

R 410A, ein zeotropes Gemisch (50 %/ 50 %) aus R 32 und R 125, arbeitet mit einem ca. 66 % höheren Druck als R 22, bietet aber die Möglichkeit einer nahezu 50 % höheren Kälteleistung bei gegebenem Volumenstrom. Obwohl R 410A sich durch keinen spürbaren Temperaturgleit auszeichnet, weisen erste For-

schungsarbeiten auf einen vorteilhaften energetischen Wirkungsgrad und gute Gebrauchseigenschaften hin (mit einer entsprechend guten TEWI-Leistung). Die niedrigere kritische Temperatur von R 410A kann bei hohen Umgebungstemperaturen eine Leistungseinbuße in bezug auf R 407C darstellen.

Für Umrüstungen ist der Einsatz von R 410A in heutigen R 22 Anlagen aufgrund der höheren Leistung und des höheren Drucks problematisch. Die Verwendung von R 410A setzt deshalb bedeutende Anlagenveränderungen voraus, einschließlich Kompressor, Verflüssiger und anderer Komponenten. Wenn eine vorhandene Anlage modifiziert wurde, ist sie praktisch neu. Insofern wird R 410A relativ selten für Umrüstungen eingesetzt, und das Potential von R 410A dürfte nur in

speziell konstruierten neuen Anlagen genutzt werden.

Vergleichsversuche

In Versuchen in Kanada wurde die Leistung von R 407C und R 410A mit R 22 in einer 10.0 SEER Carrier 10,5 kW (3.0TR) Zentralklimaanlage für Wohngebäude verglichen.

Zwei Anlagen wurden bewertet: die eine wurde mit R 407C, die andere mit R 410A gefahren. Beide Anlagen wurden parallel zur ursprünglichen mit R 22 betriebenen Anlage geprüft. Der Versuch wurde von ICI Klea in Zusammenarbeit mit dem National Research Council of Canada durchgeführt. Angesichts physikalischer Eigenschaften, die vergleichbar mit denen von R 22 sind, konnte die Leistung von R 407C in einer Standard R 22 Anlage unter Verwendung des glei-

Einseitige Herausstellung erzeugt Kritik

Eine berechtigte Kritik hat sich die KK-Redaktion mit ihrer Aussage in KK 6/1997 eingehandelt, wenn es dort im Zusammenhang mit Ausführungen über die für R 22 in Frage kommenden Ersatzkältemittel (siehe Rubrik „Das Aktuelle Thema“ und Beitrag „Ab 1. 1. 2000 Exportverbot für R 22-haltige Erzeugnisse“, Seiten 416 bis 422) zu R 134a heißt:

„R 134a wäre als Reinstoff eigentlich ein Wunschkandidat bei der R 22-Ablösung, weil im Handling recht einfach zu handhaben, verfügt aber gegenüber R 22 über thermodynamische Nachteile von durchschnittlich 30 % bei Klimaanlageanlagen. In Verbindung mit neuen hocheffizienten Technologien (zum Beispiel Carrier's „Global Chiller“) läßt sich dieser „Nachteil“ ausgleichen, so daß R 134a aus Sicht des Autors derzeit wohl das Export-Kältemittel“ ist, das an allen Punkten dieser Welt gleichermaßen nutzbar eingesetzt werden kann. Aber wohlgemerkt, nur in Verbindung mit der entsprechenden – und gegenüber R 22 wettbewerbsfähigen – Technologie (mit Ausnahme der Erwähnung des einen Produktes von Carrier und fast aller Turbo-Chiller ist hierzu gegenwärtig nichts weiteres bekannt).“

Die Aussage in der Klammer mag wohl für die KK-Redaktion gegolten haben, tatsächlich verfügt aber auch die Firma York International über einen neuen Schrauben-Flüssigkeitskühler (Doppelrotor-Schraubenverdichter), der sowohl mit dem Kältemittel R 407 C als auch mit R 134a betrieben werden kann (siehe KK 8/97, Seite 588). Die in der Überschrift angesprochene Kritik kam auch prompt aus dem Hause York International in Mannheim von Klima-Bereichsleiter B. Gantner und sie soll hier auch ungekürzt wiedergegeben werden. Hier nun der Wortlaut des Widerspruchs:

„Mit großem Interesse lese ich regelmäßig Ihre äußerst gut recherchierten und fachlich exzellenten Aufsätze. Auch dieser Aufsatz („Das Aktuelle Thema“ in KK 6/97 ist gemeint) gab sicherlich für viele Fachleute der Kälte- und Klimabranche eine gute Übersicht über das ewig junge R 22-Ausstiegs-Szenario.“ Die Alternativen zu R 22 haben Sie aufgeführt und bei dem Kältemittel R 134a erwähnen Sie praktisch (Interpretationen sind möglich), daß nur ein „hocheffizientes“ Carrier-Produkt, nämlich der Global-Chiller zur Verfügung steht.

Haben Sie dieses „hocheffiziente“ Produkt schon einmal mit anderen Wettbewerbsprodukten, z. B. dem York-Schraubenchiller YS verglichen?

Klein, leicht und billig und gleichzeitig hocheffizient, das geht eben nicht, denn Thermodynamik, notwendige Apparateflächen, die ein niedriges Druckverhältnis und einen entsprechend hohen COP ermöglichen, lassen sich nicht vergewaltigen.

Davon abgesehen, daß die ruinöse Preispolitik dieses Carrier Chillers noch einen weiteren Wermutstropfen auf die sowieso schon „kranke“ Klimabranche wirft und die Preisspirale noch stärker nach unten drückt, sollte es zudem tunlichst vermieden werden, ohne objektive Recherche und technische Vergleiche einzelne Produkte so hervorzuheben.

Eine bombastische Einführung (ohne Zweifel gelungen) allein genügt noch lange nicht, um den Leuten vorzumachen, man hätte das Rad neu erfunden.

Wer wirklich effizient Energie sparen will, muß alles vergleichen, nicht nur die Fassade.“

P. W.

chen Scroll-Kompressors gemessen werden. Das System wurde geringfügig optimiert, indem die Richtung der Luftströmung (über den Verdampfer) geändert wurde, um eine Angleichung an einen Wärmetauscher mit Gegenströmung zu erhalten und den Temperaturgleit von R 407C zu nutzen.

Zur Bewertung von R 410A waren weitere mechanische Änderungen erforderlich, einschließlich der Modifikation des Scroll-Kompressors (ca. 66 % der Leistung von R 22). Dies ermöglichte einen breiten Vergleich von R 410A mit R 22 bei etwa derselben Kälteleistung.

ICI/NRCC maßen die Leistungscharakteristika unter Anwendung der Standard-Bewertungsparameter des AiR Conditioning and Refrigeration Institute (ARI) in bezug auf Kompressor- und Verdampferleistung, Kältemittel-Massefluß und Leistungszahl (COP).

Für jedes Kältemittel wurden vier Tests durchgeführt. Vor Beginn des Tests wurde die für jedes Kältemittel optimale Kältemittelfüllung bestimmt. Jede Kältemittelfüllung wurde bei konstanter Kompressor-Einlaßüberhitzung unter konstant gehaltenen Umgebungsbedingungen bewertet. Diese Tests zeig-

ten, daß die Kältemittelfüllung zwar keine signifikante Wirkung auf die Leistungszahl von R 22 oder R 407C hatte, daß es aber eine definitive Spitze in der Leistungszahl für R 410A gab.

Relative Kälteleistung

Die relative Kälteleistung von R 407C und R 410A in bezug auf R 22 ist in Abbildung 3 dargestellt. Hierzu wurde die Enthalpiedifferenz der Raumluft zwischen Luftein- und -austritt des Verdampfers bestimmt.

Relative Leistungszahl (COP)

Abbildung 4 zeigt die relative Leistungszahl der Kältemittel unter allen Testbedingungen. Diese wurden bestimmt als das Verhältnis der Kälteleistung zum Leistungsbedarf (Verdichter und Ventilatoren).

Schlußfolgerungen

R 407C und R 410A erfüllten die Anforderungen, welche die Klimaindustrie an ein ozonverträgliches, nicht entzündliches, gering toxisches Austauschprodukt für R 22 stellt. Kälteanlagenbauer und Erstausrüster haben nun die Wahl zwischen zwei Kältemitteln mit guten Gebrauchseigenschaften,

einem guten energetischen Wirkungsgrad und Umweltverhalten für viele Anwendungen in der Industrie und im privaten Bereich.

Auf der Grundlage jüngster Forschungen und Erfahrungen im Markt erwartet ICI Klea, daß beide Kältemittel sich erfolgreich parallele Märkte erschließen werden: R 407C ist ein direkter Austauschstoff für R 22 und erfüllt die Leistungs- und Systemanforderungen, die die Kälteanlagenbauer an neue und umgerüstete Anlagen stellen. Für Konstrukteure und Hersteller neuer Anlagen bietet R 410A mit seiner höheren Kälteleistung interessante neue Möglichkeiten.

Schließlich hängt die Wahl von R 407C oder R 410A für spezifische Anwendungen/Marktanforderungen von den Erstausrüstern ab, nachdem sie einmal ihre eigenen Tests abgeschlossen haben. Nach den heute vorliegenden Erkenntnissen werden beide Kältemittel auch weiterhin in einzelnen Marktsektoren zu finden sein, und die Wahl des Produktes wird letzten Endes auf der Basis eines Gleichgewichts zwischen Leistung, energetischem Wirkungsgrad/Kapazität und Kosten getroffen werden.

Getränkeschankanlagenverordnung: Urteil des Landgerichts Bonn

Über „Sachkunde“ und die Definition „Altsachkundiger“ hatte es in der Vergangenheit an Härte zunehmende Auseinandersetzungen zwischen Horst Rüdiger Krä (Straubing), öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger der Handwerkskammer Niederbayern-Oberpfalz für das Kälteanlagenbauerhandwerk Spezialgeb. Getränkeschankanlagen, Transportkälteanlagen, Umwelttechnik FCKW und Entsorgung, und dem VDKF, vertreten durch Geschäftsführer Diplom-Volkswirt Rudolf Pütz, gegeben, die schließlich in ein zivilrechtliches Klageverfahren einmündeten. Schließlich erging am 11. April 1997 das Urteil des Landgerichtes Bonn, über das wiederum KK in einem Kasten auf Seite 532 in der Juli-Ausgabe berichtete. Hier wurde allerdings eine Original-Mitglieder-Info des VDKF im Originalwortlaut wiedergegeben.

Gegen diese aus seiner Sicht einseitige Interpretation des Landgericht-Urteils erhebt sich nun Widerspruch von seiten des vor Gericht unterlegenen Sachverständigen Horst Rüdiger Krä und die Fairneß gebietet es, daß auch sein Protest gegen die Darstellungsform in der KK dem an der Getränkeschankanlagen-Verordnung in-

teressierten Leser zur Kenntnis gebracht wird. Unter dem Datum 8. August 1997 kritisiert Horst Rüdiger Krä:

„Sie haben einen ‚Kasten‘ über obiges Urteil (Anmerkung: gemeint ist das Urteil des Landgerichtes Bonn, Az.: 10 O 277/96) ungeprüft, offensichtlich vom VDKF lanciert, übernommen. Sie haben nicht recherchiert und durch die Veröffentlichung gegen die notwendige Sorgfaltspflicht verstoßen.

Der Kasten ist vollkommen aus dem Zusammenhang gerissen und verdeutlicht nicht, daß das Gericht nicht auf die Verordnung eingegangen ist, sondern nur darstellt, daß jedermann eine Verordnung auslegen kann, wie er will!!! Die Aussage des VDKF ‚Jeder, der die Meisterprüfung im Kältehandwerk abgelegt hat, sei automatisch Sachkundiger‘, behandelt das Gericht überhaupt nicht. Ein Gang in die nächste Instanz war nicht angebracht, weil das Urteil an der Sache vorbeiging.

Ein Urteil vorbei an der SchankV. Ein Urteil, das viel Unfrieden stiften muß. Einen ‚Altsachkundigen‘ hat es in der SchankV noch nie gegeben und ist eine Geburt des VDKF. Die SchankV sagt im § 16 eindeutig, wer Sachkundiger ist und kennt keinen

Altsachkundigen. Interessanterweise zieht das Gericht den Entwurf, der vom Bundesrat verworfen wurde, heran. Alle Fachleute, Ausschuß für Getränkeschankanlagen und öbuv-Sachverständige, weigern sich, dieses Fehlurteil weiter zu kommentieren. Lediglich Herr Pütz bringt aus dem Zusammenhang gerissene Ausschnitte. Sie sollten Ihre Leser informieren, daß jeder, der diese Tätigkeit ausführen will, die notwendigen Voraussetzungen erfüllen und einen Grundlehrgang erfolgreich absolvieren muß.“

Dieser Empfehlung aus dem letzten Satz des Leserbriefes von Herrn Krä ist die KK gerne nachgekommen. Vom weiteren Angebot des Herrn Krä, in der KK im Rahmen eines Fachbeitrags ausführlicher das Spezialgebiet „Getränkeschankanlagen“ zu durchleuchten, möchte die Redaktion jedoch Abstand nehmen, weil das fachliche Spektrum der KK die direkten Belange der Kälte- und Klimatechnik sind. Interessierte Leser mögen sich daher wegen der unterschiedlichen Interpretation des „Sachkundigen“ bzw. des „Altsachkundigen“ direkt an die eine oder die andere Streitpartei wenden.

P. W.