

Das Kältemittel R134a

Autor(en): **Alimpic, Zoran**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **112 (1994)**

Heft 32

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-78486>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Das Kältemittel R134a

Das chlorfreie Kältemittel R134a soll die bisherigen, in bezug auf den Abbau der Ozonschicht problematischen Produkte in Kühl- und Klimaanlagen ersetzen. Der nachfolgende Beitrag zeigt Anwendungsgebiete und Temperaturgrenzen von R134a auf, dessen Einsatz bei Neuanlagen und die Nachrüstung bestehender Anlagen und wägt die Vor- und Nachteile gegenüber den bisherigen Kältemitteln R12 und R22 ab.

Wegen der wachsenden Besorgnis über den Abbau der Ozonschicht durch vollhalogenierte Fluorkohlenstoffverbin-

VON ZORAN ALIMPIC, ZÜRICH

dungen (FCKW) entstand das Montrealer Protokoll von 1990. Darin wird festgehalten, dass bis Ende des Jahrhunderts die Produktionseinstellung der FCKW erfolgen sollte. Dies hat zur Folge, dass Kältemittel wie R11, R12, R123, R124, R502 usw. verboten werden. Aus diesem Grund entwickelten die grossen Chemieunternehmen eine neue Produktreihe von Fluorkohlenwasserstoffverbindungen (FKW) ohne Chlor, welche keine schädigende Wirkung auf die Ozonschicht ausüben. Das erste Produkt dieser neuen Reihe ist das R134a, welches das R12 besonders in Kühl- und Klimaanlagen ersetzen soll.

Physikalische Eigenschaften

Über die physikalischen Eigenschaften von R134a im Vergleich mit R12 und R22 gibt Tabelle 1 Auskunft. Bild 1 zeigt das Ozonabbaupotential der drei Kältemittel. Daraus ist ersichtlich, dass R134a der Ozonschicht praktisch nicht schadet. Bild 2 zeigt das Treibhauspotential der drei Kältemittel. Dabei liegen R22 und R134a deutlich unter dem Wert von R12.

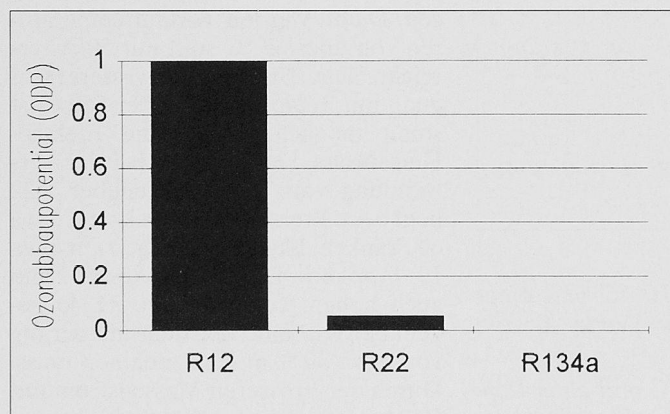


Bild 1. Ozonabbaupotential von R12, R22 und R134a

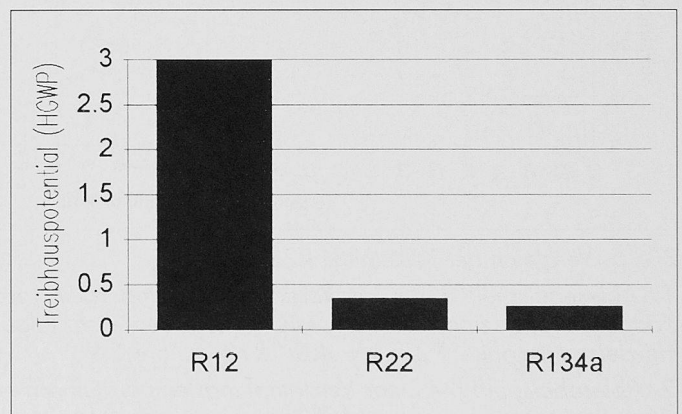


Bild 2. Treibhauspotential von R12, R22 und R134a

Einsatzgrenzen der Kältemittel

Als Basis dient ein Halbhermetik-Verdichter mit 25 °C Sauggasttemperatur. Bild 3 zeigt die Einsatzgrenzen der drei Kältemittel.

Vergleich der Kältemittel bei gleichen Heiz-Leistungszahlen

Als Basis dient ein Halbhermetik-Verdichter mit 25 °C Sauggasttemperatur. Die Bilder 4 und 5 zeigen Kurven glei-

cher Leistungszahlen bei verschiedenen Kältemitteln. Die Werte ϵ für die beiden Ablesebeispiele wurden aus den Diagrammen interpoliert. Im ersten Beispiel ist die Leistungszahl von R22 etwas grösser als diejenige von R12 und R134a. Im zweiten Beispiel ist die Leistungszahl von R134a etwas besser als jene von R12 und R22.

Generelle Anwendung

R12 kommt bei allen Arten von Kompressoren zum Einsatz, von kleinen Haushaltskühlschränken mit hermetischen Kompressoren bis hin zu grossen Industrieausrüstungen mit Zentrifugalkompressoren. R134a ist ein geeigneter Ersatzstoff für R12. Es ersetzt dieses beispielsweise bei Autoklimaanlagen, Haushaltskühlschränken, Gefriertruhen, Kühlregalen im Handel usw. R134a weist eine bemerkenswert niedrige To-

Bezeichnung	R12	R22	R134a
	auch bekannt unter : Arcton 12, Freon 12,.....	auch bekannt unter : Arcton 22, Freon 22,.....	auch bekannt unter : KLEA / SUVA 134a,.....
chemische Zusammensetzung	CCl ₂ F ₂ Dichlordifluormethan	CHClF ₂ Chloridfluormethan	CH ₂ FCF ₃ 1,1,1,2 - Tetrafluorethan
Aufbau :	<pre> Cl F -- C -- F Cl </pre> (enthält Chlor = Cl)	<pre> H F -- C -- F Cl </pre> (enthält Chlor = Cl)	<pre> F F H -- C -- C -- F H F </pre> (enthält KEIN Chlor)
Siedepunkt	-29.8 °C	- 40.8 °C	-26.2 °C
Kritische Temperatur	112 °C	96 °C	101 °C
Kritischer Druck	41.2 bar	49.8 bar	41.4 bar
Ozonabbau-Potential	1	0.055	0
Treibhaus-Potential (Basis R11 = 1)	3	0.35	0.26
Dichte (bei 30°C)	1.292 kg/dm ³	1.174 kg/dm ³	1.188 kg/dm ³

Tabelle 1. Physikalische Eigenschaften der Kältemittel R12, R22 und R134a

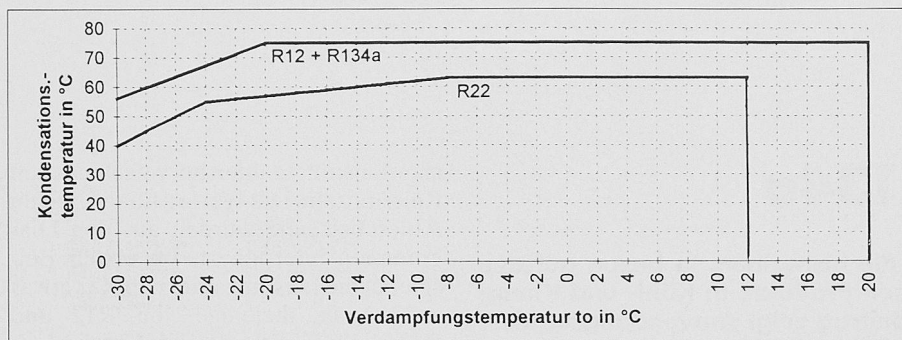


Bild 3. Einsatzgrenzen von R12, R22 und R134a

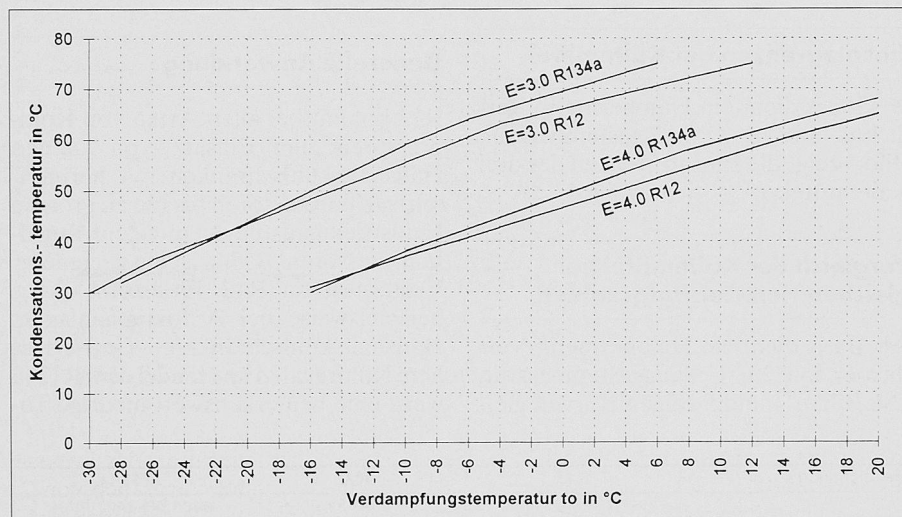


Bild 4. Vergleich der Kältemittel R12/R134a

1. Ablesebeispiel: Bei einer Verdampfungstemperatur von $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ und einer Kondensationstemperatur von $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ergeben sich folgende Werte für die Heizleistungszahl: R12: $\epsilon = 3.8$ R134a: $\epsilon = 3.9$
2. Ablesebeispiel: Bei einer Verdampfungstemperatur von $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ und einer Kondensationstemperatur von $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ergeben sich folgende Werte für die Heizleistungszahl: R12: $\epsilon = 3.0$ R134a: $\epsilon = 3.2$

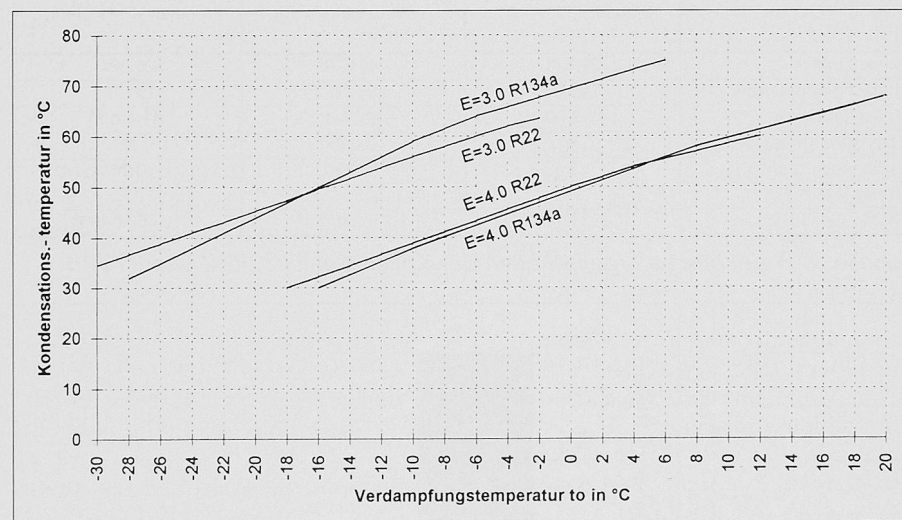


Bild 5. Vergleich der Kältemittel R22/R134a

1. Ablesebeispiel: Bei einer Verdampfungstemperatur von $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ und einer Kondensationstemperatur von $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ergeben sich folgende Werte für die Heizleistungszahl: R22: $\epsilon = 4.0$ R134a: $\epsilon = 3.9$
2. Ablesebeispiel: Bei einer Verdampfungstemperatur von $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ und einer Kondensationstemperatur von $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ergeben sich folgende Werte für die Heizleistungszahl: R22: $\epsilon = 3.0$ R134a: $\epsilon = 3.2$

xizität auf. Diese ist mindestens so günstig wie jene von R12.

Gefahren bei der Anwendung von R134a

Wie für alle anderen Kältemittel gelten nachfolgende Aussagen auch für R134a. Die Beschädigung des geschlossenen Systems kann zu einer hohen Konzentration des verdampften Kältemittels in der Luft führen. Diese Dämpfe sind schwerer als Luft und können sich an tiefergelegenen Orten ansammeln. Um dieser Gefahr entgegenzutreten, müssen dort sogenannte Sturm-lüftungen vorgesehen werden (z.B. in unterirdischen Klimazentralen, Absaugung in Bodennähe).

Bei Haushaltskühlschränken/Gefriertruhen sowie bei Klimageräten in Verkehrsmitteln bewirkt sogar eine schlagartige Entweichung des gesamten Kältemittels keine grösseren Luftkonzentrationen, die für den Menschen gefährlich werden könnten. Denn schon bei minimaler Belüftung sinkt die Konzentration schnell auf ein sehr niedriges Niveau. Die Kältemittel sind vor Hitze zu schützen, denn dadurch können sich giftige und reizende Verbindungen bilden (darum in Klimazentralen niemals rauchen). Die Haut und vor allem die Augen sind vor flüssigem Kältemittel zu schützen (Kälteverbrennungen).

R134a in Neuanlagen

Alle grösseren Kälte-/Wärmepumpen-Lieferanten auf dem Schweizer Markt sind heute in der Lage, fast jede Maschine mit R134a zu betreiben. Im Bereich der EFH-Beheizung ist das Angebot der Wärmepumpen mit R134a kleiner, weil eine Massenherstellung noch nicht angelaufen ist. Jedoch bieten einzelne Firmen schon seit einiger Zeit Kleinwärmepumpen für jeden Leistungsbereich an.

Vor allem bei Wärmepumpen kann es sinnvoll sein, anstatt des üblichen Kältemittels R22 das neue R134a einzusetzen. Damit werden Vorlauftemperaturen von über $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ statt nur $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ erreicht. Die Brauchwarmwassererzeugung mit Temperaturen über $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ist somit möglich, auch ohne Elektro-Heizeinsatz. Der Nachteil bei der Verwendung von R134a gegenüber R22 liegt beim Preis. 1 kg R134a kostet etwa 60 Franken; 1 kg R22 hingegen nur etwa 10 Franken. Die Anlagekosten sind auch höher, weil man mit R134a gegenüber R22 eine Leistungsminderung von etwa 30% in Kauf nehmen muss. Durch den grösseren Massenstrom mit R134a muss man für dieselbe Leistung grössere Kompressoren einsetzen.

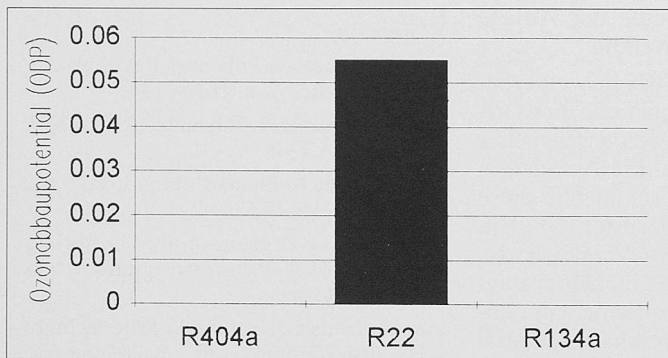


Bild 6. Ozonabbaupotential von R404a, R22 und R134a

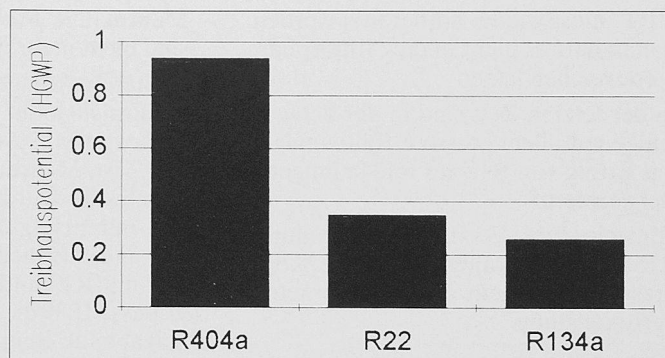


Bild 7. Treibhauspotential von R404a, R22 und R134a

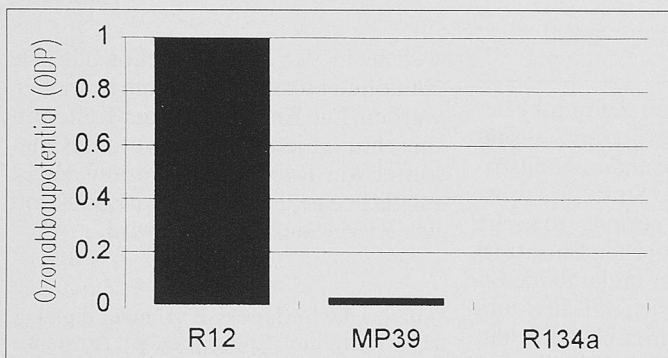


Bild 8. Ozonabbaupotential von R12, MP39 und R134a

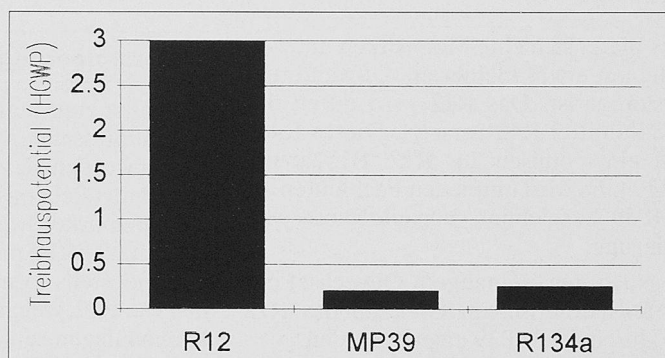


Bild 9. Treibhauspotential von R12, MP39 und R134a

Trotzdem bleibt die Leistungsziffer etwas gleich.

In der letzten Zeit sind auf dem Schweizer Markt einige neue Wärmepumpen- und Kälteanlagen mit R134a für jeden Leistungsbereich in Betrieb genommen worden.

Ersatz von R12 und R22 durch R404a und NH₃

Als weitere Möglichkeit zum Ersatz von R12 oder R22 wird in letzter Zeit R404a von den Kältefachleuten empfohlen. Dieses Kältemittel, auch unter den Namen HP62 und FX70 bekannt, ist ein Gemisch aus R143a, R125 und R134a. Heute wird es insbesondere bei Neuanlagen für den Ersatz von R502 eingesetzt. In naher Zukunft könnte R404a grosse Verbreitung erlangen und die Kältemittel R12, R22, R502 und sogar R134a ersetzen.

Als zweite Möglichkeit für den Ersatz von R22 bietet sich das Kältemittel NH₃ an, auch als Ammoniak oder R717 bekannt. Vorteile von NH₃ sind: konkurrenzlos billig, hat weder ein Ozonabbau- noch ein Treibhaus-Potential, wirtschaftlicher als R22. Die Nachteile sind: korrosiv gegen Kupferwerkstoffe, giftig, brennbar, grösserer technischer Aufwand beim Bau einer Anlage erforderlich. Es ist anzunehmen, dass die technischen Probleme in der nächsten Zeit mit geringerem Aufwand lösbar sind. Mittel- bis langfristig wird der Einsatz von NH₃ wieder ansteigen, vor allem im industriellen Bereich.

Die Bilder 6 und 7 zeigen Vergleiche zwischen R404a, R22 und R134a in bezug auf Ozonschichtabbau und Treibhauseffekt. R404a schadet wie R134a der Ozonschicht praktisch nicht. Dagegen ist das Treibhauspotential von R404a grösser als dasjenige der beiden anderen Kältemittel.

R134a als Ersatz von R12 in bestehenden Anlagen

Hier stellt sich bei älteren Anlagen die Frage, ob sich der Aufwand überhaupt lohnt, eine Umrüstung des Kältemittels vorzunehmen. In den meisten Fällen zahlt sich eine neue Kälteanlage mehr aus. Wird jedoch von R12 auf R134a umgerüstet, so sind folgende Erkenntnisse wichtig:

Schmierstoffe

Bei den bestehenden R12-Systemen sind mineralische Öle als Schmiermittel vorhanden. R134a lässt sich nicht mit Mineralölen mischen. Als neues Schmiermittel müssen Esteröle eingesetzt werden. Bei der Umrüstung ist es sehr wichtig, dass der Anteil des im System zurückgebliebenen Mineralöls nicht mehr als 4% der gesamten Ölfüllung beträgt. Unter diesem Anteil tritt keine nennenswerte Leistungsminde- rung auf. Diese geringe Mineralölkonzentration erreicht man mit mehrmaligem Ölwechsel des neuen Esteröls, welches bei jeder Füllung einen Teil des

Rest-Mineralöls aufnimmt. Als Praxiswert kann mit einem Verbrauch von 2 bis 3 Füllungen Esteröl gerechnet werden.

Leistungsabgabe

Bei höheren Wasseraustritts- und Verflüssigungstemperaturen liefert R12 die etwas besseren Werte für die Kälteleistung. Bei tieferen Wasseraustritts- sowie bei Verflüssigungstemperaturen im Bereich von luftgekühlten Kälteanlagen liefert R134a die etwas besseren Werte. Gemäss praktischer Ölanalyse hat das Esteröl in Verbindung mit R134a einen reinigenden Effekt im Kältesystem, was je nach Grösse des vorherigen Verschmutzungsgrades zur besseren Wärmeübertragung in den Wärmetauschern und zu einer Leistungssteigerung in der Anlage führt.

Merkmale

Bei der Umrüstung müssen alle Arbeiten mit der nötigen Sorgfalt durchgeführt werden. Wichtige Punkte sind folgende:

- Systemkreis muss trocken sein (evtl. mit trockenem Stickstoff behandeln)
- Systemkreis muss absolut dicht sein (Lecksuche)
- Esteröl darf keine Feuchte aufnehmen
- Das R12 muss restlos aus dem System gesaugt werden
- Altöl muss entsorgt werden

- R12 muss wieder aufbereitet werden, man darf es nicht in die Atmosphäre entweichen lassen

In der letzten Zeit sind in der Schweiz einige vor allem grössere Kälteanlagen mit Erfolg von R12 auf R134a umgerüstet worden.

Hinweis: Der Ersatz von R22 durch R134a ist nicht möglich, da die Kompressoren zu klein sind für die geforderte Leistung.

Ersatz von R12-Anlagen ohne R134a

Es bietet sich eine Möglichkeit an, welche mit etwas kleinerem Aufwand realisierbar ist. Das R12 wird durch das Kältemittel R401 ersetzt. Dieses R401 ist ein Gemisch aus R22, R152a und R124. Es wird unten den Fachleuten als MP39 bezeichnet. Vorteile dieser Saniierung:

- Nach nur einmaligem Ölwechsel mit teilsynthetischem Öl kann das R12 durch das MP39 ersetzt werden.
- An der Anlage wird ausser dem Filtertrockner nichts ausgewechselt.

- Mehrmalige Probeläufe der Anlage sind nicht mehr notwendig.

Bei älteren Anlagen, wo sich eine Sanierung nicht lohnt, eignet sich diese Variante, weil MP39 umweltverträglicher als R12 ist. Mehrere ältere Anlagen in der Schweiz wurden schon auf diese Weise mit Erfolg umgerüstet. Die Bilder 8 und 9 zeigen den Vergleich von MP39 mit R12 und R134a. Dabei zeigt sich, dass MP39 die Ozonschicht nur minimal abbaut. Beim Treibhauspotential liegt MP39 sogar etwas unter dem Wert vom R134a.

Schlussfolgerung

R134a ist zum heutigen Zeitpunkt bereits umfassender geprüft und ausgewertet worden als viele andere industriell genutzte chemische Stoffe. Es weist eine bemerkenswert geringe toxische Aktivität auf. Im praktischen Einsatz ist es mindestens so sicher und unbedenklich wie R12, welches sich in Kälte- und Klimaanlage seit Jahren bewährt hat. Der Beweis für die Tauglichkeit von R134a liegt bei den vielen Neuanlagen,

Literatur

ICI Chemicals & Polymers: Physikalische Eigenschaften von KLEA 134a

ICI Chemicals & Polymers: Toxikologie von KLEA 134a

Du Pont de Nemours International S.A.: Kältemittel SUVA

Scheco AG: Ergebnisse der Umrüstung einer Sole/Wasser-Wärmepumpe von R12 auf R134a

Schweizerischer Verein für Kältetechnik: Herausforderung der Kälteindustrie durch neue Kältemittel

welche in der Schweiz schon längere Zeit ohne grössere Probleme betrieben werden. Die Entwicklung der Kältemittel schreitet jedoch stetig voran. Kältemittel wie R404a kommen auf. Es ist möglich, dass dieses in nächster Zukunft das R134a sogar ersetzen wird.

Adresse des Verfassers: Z. Alimpic, dipl. Ing. HTL/HLK, dipl. Energieberater, Amstein + Walthert AG, beratende Ingenieure, Leutschenbachstr. 45, 8050 Zürich

Wettbewerbe

Erweiterung der Primarschule Samstagern ZH, Überarbeitung

Die Schulgemeinde Richterswil ZH veranstaltete einen öffentlichen Projektwettbewerb für die Erweiterung der Primarschulanlage Samstagern.

1. Preis (14 000 Fr.): Hertig, Hertig, Schoch, Zürich
2. Preis (13 000 Fr.): Gian Mayer+Partner, Zürich
3. Preis (10 000 Fr.): Kurt Federer+Partner AG, Rapperswil; Projekt: Kurt Federer, Toni Gübeli; Mitarbeiter: Jürg Bachmann
4. Preis (8000 Fr.): Paillard, Leemann+Partner AG, Zürich; Claude Paillard, Robert Bass, Ruedi Bass; Mitarbeiter: Christian Mozzetti
5. Preis (6000 Fr.): Benno Weber, Richterswil; Landschaftsarchitekt: Ueli Graber
6. Preis (4000 Fr.): Werner Rüesch, Rudolf Hatt+Partner AG, Richterswil

Ankauf (2000 Fr.): H. Zufferey, Richterswil
Das Preisgericht empfahl dem Veranstalter, die Verfasser der drei erstrangierten Projekte zu einer Überarbeitung einzuladen. Fachpreisrichter waren Bruno Gerosa, Zürich; Georg Gisel, Zürich; Alex Brunner, Richterswil; Walter Schindler, Ersatz, Zürich.

Nach dieser Überarbeitung empfahl das Expertengremium, K. Federer, Rapperswil, mit der Weiterbearbeitung zu betrauen.

Bücher

Bauwerke für Musik

Konzertsäle und Opernhäuser vom 17. Jahrhundert bis zur Gegenwart. Von *Michael Forsyth*. Aus dem Englischen von *Regine* und *Michael Dickreiter*. 25x24 cm, 374 Seiten, mit einigen Farb- und zahlreichen Schwarzweissabbildungen, Grundrissen und Schnitten. K.G. Saur Verlag GmbH & Co. KG, München. Preis: 200 Fr. ISBN 3-598-11029-4.

Ich schicke voraus: Der Leser ist vielleicht gut beraten, wenn er meine Zeilen mit einer gewissen Zurückhaltung aufnimmt. Zu sehr fasziniert mich das Thema, als dass ich unvoreingenommen darüber berichten könnte, zu sehr beschäftigen mich nicht nur die bauliche Evolution, sondern auch die geschichtlichen und kulturhistorischen Komponenten, die das architektonische Geschehen in dieser Sparte durch die Jahre hindurch wechselseitig bestimmt haben. Auch gibt es meines Wissens wenige Bücher vergleichbaren Inhalts und Konzepts, die dem Bedürfnis des Liebhabers auf moderat anspruchsvoller Ebene entgegenkommen. Allein schon dadurch nimmt der Band eine Sonderstellung ein, und allein schon dadurch ist er mir wahrscheinlich über Gebühr sympathisch. Trotzdem wage ich, das Buch zu empfehlen – nicht den Wissenschaftern, sie werden im Abschnitt «Wissenschaft und Konzertsaal» mit Sicherheit den exakt formulierten Tiefgang vermissen; nicht den Architekten, wenn ihnen die Ausrichtung auf musikhistorische

Bezüge zu weitschweifig und die Bestückung mit Grundrissen, Schnitten und technischem Beiwerk zu mager erscheinen sollte – beiden Gattungen aber, wenn es ihnen Vergnügen bereitet, ihre Berührungspunkte zur Musik nicht nur im Klangerlebnis zu suchen, sondern auch in den Bauwerken, für die die abendländische Musik vom 17. Jahrhundert bis zur Gegenwart komponiert worden ist, wenn sie sich fragen, welchen Einfluss die Architektur auf den jeweiligen Stil der Musik ausgeübt hat, wie umgekehrt musikalische Faktoren sich in der Planung der Aufführungstätten niedergeschlagen haben.

Das Buch ist kein Nachschlagewerk; es war nicht die Absicht des Verfassers, die Musikhäuser der Welt gleichsam lexikalisch zu erfassen und sie kurzfristig abrufbar zu halten. Auch der Hochglanz-Fetischist kommt für einmal zu kurz – das ist schon fast exotisch angesichts der Flutwelle von Prunkbänden zu wichtigen und weniger wichtigen Schätzen und Namen der Baukunst! Das Werk zeigt vielmehr anhand von ausgewählten Beispielen Wegmarken der Entwicklung, Höhepunkte der Architektur, wenn man so will, die sich mit einem bestimmten zeitbedingten stilistischen Geschehen verknüpfen lassen oder die als modellhaft gelten können für die Verbindung von Baugeschichte und Anforderungen der Aufführungspraxis.

Natürlich sind sie alle zu finden, die grossen Häuser in Berlin, Leipzig, Dresden, Bay-