



Ein Besuch von KK bei Copeland in Welkenraedt. Fachkundige Führung und aufschlußreiche Erläuterungen durch Dipl.-Ing. Wolfgang Zaremski (links), Direktor Verkauf bei der Copeland GmbH in Frankfurt, und Dipl.-Ing. Denis Greder (rechts), Marketing Manager in Welkenraedt.

„Scroll-Fertigung von Copeland nun auch in Europa“ (siehe KK 7/1993), so lautete vor vier Jahren der definitive Beschluß der Copeland-Zentrale in den USA, als ihr Chairman Robert („Bob“) Novello am 17. Juni 1993 im Zusammenhang mit einem 20-Millionen-Dollar-Investment die Erweiterung des Copeland-Produktionsstandortes in Welkenraedt (erbaut 1970) und die Einrichtung eines Technologiezentrums für die gesamte Fertigung in Europa verkündete. Diese Beschlüßaussage galt vor vier Jahren für die zusätzliche Aufnahme der Compliant Scroll-Fertigung „Specter“ 10 PS in Welkenraedt.

„Vorläufig nur“ für Klimaanwendungen und das Kältemittel R 22, so damals Novello. KK meinte jedoch seinerzeit: „Womöglich wird der Einsatzbereich für den europäischen Markt auch mit alternativer Kältemittelnutzung viel schneller als derzeit prognostiziert ausgeweitet.“ Dies ist bekanntlich geschehen und Copeland „Specter“ Scrolls aus Belgien können inzwischen auch mit den Kältemitteln R 134a und R 407C betrieben werden.

Drei in einem: Offene und semihermetische Hubkolben, Vollhermetik und Scroll

Ein Besuch bei Copeland in Welkenraedt (B)

Einblicke in die Fertigung und Teile des Technologiezentrums – Anmerkungen zur Compliant Scroll Technologie

Sicherlich hatte man bei Copeland in Welkenraedt über die damalige Verkündung der Produktionsausweitung in Welkenraedt hinaus für weitere Festivitäten keine Zeit, denn eine offizielle Einweihung der neuen Fertigungsstätte hat es nie gegeben. Stattdessen begann man in Welkenraedt, dicht hinter der deutsch-belgischen Grenze in der Nähe von Aachen gelegen, sofort, zügig mit sich ständig erhöhenden

Stückzahlen zu produzieren. Nach 2 Millionen Scrolls (weltweit) im Jahr 1992 werden wahrscheinlich im Jahr 1997 mehr als 8 Millionen Copeland Compliant Scrolls weltweit das Fertigungsband verlassen haben.

Copeland Welkenraedt

„Welkenraedt ist die modernste Fertigungsstätte von Copeland in Europa“, verweist Dipl.-Ing. Denis Greder, Mar-



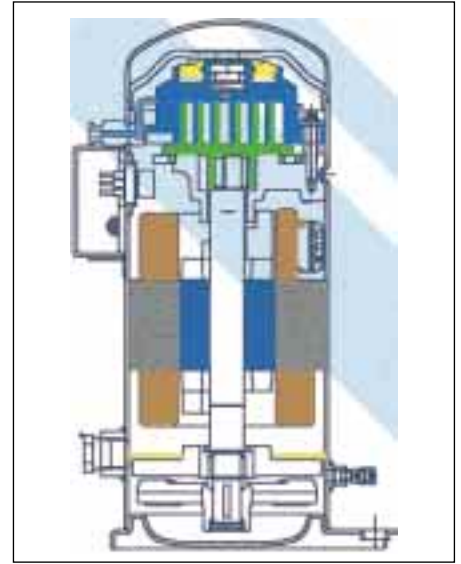
Welkenraedt ist die modernste Fertigungsstätte von Copeland in Europa und weltweit vorbildlich in der Herstellung von Verdichtern für die Kälte- und Klimaindustrie. Nach Aufnahme der Scrollfertigung 1994 gibt es eine Gesamtfertigungsfläche von 20 000 m², beschäftigt werden 330 Mitarbeiter.



Der ZR-„Specter“ Compliant-Scroll von Copeland. Anwendungen in der Klima- und Gewerbekältetechnik mit den Kältemitteln R 22, R 407C und R 134a

keting-Manager Air-Conditioning Markets, anlässlich eines Besuches der KK auf Einladung von Dr. Egon Wiethoff, Copeland Präsident Europa, auf die zwischenzeitlich abgeschlossene Entwicklung und vergleicht hier den belgischen Produktionsstandort mit Copeland-Fertigungseinrichtungen in Berlin, Thatcham (Großbritannien) und auf die inzwischen auch in Nordirland. „Drei in einem“, ergänzt Dipl.-Ing. Wolfgang Zaremski, Direktor Verkauf der

Copeland GmbH mit Niederlassungssitz in Frankfurt, und meint damit, daß die Entwicklungs- und Fertigungsingenieure 1993 mit ihrer auf die Zukunft ausgerichteten Planung dafür Sorge getragen haben, daß heute, vier Jahre später, Copeland in Welkenraedt in die Lage versetzt ist, Verdichter zweier unterschiedlicher Bauweisen und zweier unterschiedlicher Technologien gleichzeitig zu fertigen. Hubkolbenverdichter und Compliant Scroll. „Hierzu befinden sich auf 20 000 m² Fertigungsfläche drei Produktionslinien, das Technologiezentrum sowie das Kundendienstlager“, umreißt Zaremski mit wenigen Worten den Copeland-Produktionsstandort in Belgien. Geschäftssprache dort international, es überwiegen Deutsch und Französisch, natürlich sprechen „alle“ auch englisch, manche italienisch oder auch spanisch. Eine internationale Belegschaft bei Copeland in Welkenraedt, z. Zt. etwa 330 Mitarbeiter. Jede der drei Produktionslinien ist auf einen bestimmten Verdichtertyp abgestimmt, tatsächlich repräsentiert jeder Verdichtertyp ein bestimmtes Fertigungsverfahren, bestimmte Leistungen und Anwendungsbereiche. So ist es Copeland möglich, entsprechend der Auftragseingänge und Kundenproduktionsanforderungen unterschiedliche Verdichter individuell zu fertigen, ohne daß ein Fertigungsüberhang – oder auch Engpaß – entsteht.



Die Copeland Compliant Scroll Technologie, hier ein Schnittmodell.

„Aber so“, erläutert Denis Greder, „daß eine gleichmäßig hohe Qualität bei verlässlichen Durchlaufzeiten erreicht wird.“ Das bedeutet genau, daß es bei Copeland in Welkenraedt folgende Fertigungskapazitäten gibt:

- Halbhermetische Verdichter: 156 000 Stck./Jahr,
- Hermetische Verdichter: 120 000 Stck./Jahr,
- Compliant Scroll-Verdichter: 64 000 Stck./Jahr.



Gehäusefertigung für den Scroll. Automatische Schweißroboter verschweißen alle Anschlußstutzen mit dem Gehäuse.



Einsetzen der Motorwicklungen für die gewünschten elektrischen Spannungen und Frequenzen, Deckel drauf, Dichtheitsprüfung, Öl- und Stickstofffüllung, Probelauf. Guy Küpper (mittlere Abbildung rechts), Copeland-Fertigungsleiter in Welkenraedt, erklärt hier einige Details.

Die Produktionslinien in Welkenraedt

Große 4-, 6- und 8-Zylinder-Hubkolbenverdichter werden in halbhermetischer und offener Bauweise für den Leistungsbereich von 10 bis 60 PS hergestellt. Hierbei bietet die von Copeland konstruierte „Discus“-Version den höchsten energetischen Wirkungsgrad. Die halbhermetischen Eigenschaften dieses Verdichtertyps erfordern besondere Bearbeitungs- und Montagefertigkeiten. Hermetische Hubkolbenverdichter werden im Leistungsbereich zwischen 1,5 bis 12 PS hergestellt. Sie dienen

hauptsächlich Klimaanwendungen. Als einer der zuverlässigsten hermetischen Verdichter, der jemals gebaut wurde, wird der CR-Verdichter bezeichnet. Weltweit sind nach Angaben von Copeland 20 Millionen CR-Verdichter installiert. Das vollständig hermetische Gehäuse aus gezogenem Stahl erfordert eine spezielle Schweiß- und Lackiertechnik. Extrem enge Bearbeitungstoleranzen (Fertigungstoleranzen im Mikronbereich) sowie ineinander angepaßte Komponenten erfordern bei der Scroll-Verdichtertypfertigung ganz andere Bearbeitungsleistungen als bei Kolbenver-

dichtern. Aufgrund der hermetischen Konstruktion werden bei jedem Scroll-Verdichter vor dem Verschweißen des Gehäuses Leistung und Betriebsgeräusch (dem Compliant Scroll wird ein konkurrenzlos geräuscharmer Betrieb bescheinigt) vollständig überprüft, ehe der Verdichter das Werk verläßt. Gefertigt werden in Welkenraedt derzeit Compliant Scroll-Verdichter (Bauart „Specter“) für den Leistungsbereich von 7,5 bis 13 PS (seit 1995). Anwendungen für den Klima- und Gewerbekältebereich. Noch in diesem Jahr wird diese Verdichterserie ergänzt um einen 15 PS „Specter“ Scroll, er ist ge-



Drei Produktionslinien sind im Copeland-Werk Welkenraedt auf jeweils einen bestimmten Verdichtertyp abgestimmt. Auf der linken Abbildung ein Blick auf einen Teilbereich der Specter Assembly Line, rechts ein „verbotener“ Schnappschuß durchs Fenster auf die streng geheime und vor der Öffentlichkeit abgeschirmte Compliant Scroll-Spiralfertigung durch Automaten mit Fertigungstoleranzen im Mikronbereich.



Es scrollt und scrollt in den Versuchslabors. Hier Dauerlauftests bis zur Zerreiß- pardon – Verreißprobe.

eignet für den Klima- und Gewerkekältebereich bis runter zu t_0 -20 °C. Diese Compliant Scroll-Verdichter „Specter“ werden weltweit nur in Welkenraedt gefertigt, hervorzuheben ist, daß die 7,5–15 PS „Specter“ Scroll-Verdichter in Welkenraedt entwickelt wurden; nicht in den USA! Der Ruf von „Welkenraedt“ liegt nicht nur in der Copeland-Familie an hervorragender Stelle, sondern auch innerhalb der gesamten Kälte- und Klimaindustrie. Durch genaue Kenntnis der zu bedienenden Märkte und ihrer speziellen Anforderungen ist Welkenraedt in der Lage, kundenspezifische Lösungen

(OEM's sind hierbei gemeint) zu erarbeiten und besten Service anzubieten. Copeland-Verkaufsdirektor Wolfgang Zaremski weiß, daß einiges dazugehört. „Aber“, so Zaremski, „das Ziel besteht eben darin, dem Kunden genau das zu geben, was er haben will. Und zwar genau dann, wann er es benötigt.“

Dazu gehört u. a. auch, daß Scroll-Verdichter mit den unterschiedlichsten Motorvarianten entsprechend den Kundenanforderungen „serienmäßig“ ausgestattet werden können. Zum Beispiel:

- 380 V/3 × 60 Hz für Taiwan,

- 575 V/3 × 60 Hz für Afrika, oder
- 230 V/3 × 50 Hz für Norwegen.

Copelands europäisches Technologiezentrum in Welkenraedt

Europäisch geforscht und entwickelt wird für den Copeland-Bereich vor allem in Welkenraedt; natürlich weiterhin auch in den USA. „Europäisch“ ist vor allem die Kältemittel-Freigabe, hier entscheidet bisher nicht die Copeland-Zentrale in den USA.

Das Technologiezentrum, das im Zusammenhang mit der Fertigungsausweitung 1994 in Welkenraedt eingerichtet wurde, ist für höchste Inge-



Copeland unterhält in Welkenraedt ein hochmodernes Technologiezentrum, das einzige in ganz Europa. Auf dem rechten Bild ein Eindruck über die 34 Dauersteststände, geeignet für alle Verdichterarten, auf der Abbildung links zertifiziert die Urkunde unter Glas, daß Welkenraedt berechtigt ist, als unabhängiges und autorisiertes Prüflabor UL (Underwriters Laboratories Inc.)-Tests nach vorgeschriebener Prüfmethode durchzuführen.



Eindrücke bzw. Fertigungsausschnitte beim Zusammenbau eines semihermetischen Hubkolbenverdichters größerer Leistung.

nierleistungen eingerichtet bzw. ausgestattet. Gegenwärtig besteht das Technologiezentrum aus folgenden Einrichtungen:

- 8 Kalorimeter,
- 2 Durchflußmengengeräte,
- 1 Schalllabor auf dem neuesten Stand der Technik,
- 34 Dauerteststände,
- 1 Elektroniklabor,
- 1 Kundendienstlabor.

Mit Entwicklungsaufgaben sind insgesamt 40 hochqualifizierte und gut motivierte technische Mitarbeiter befaßt und bei Copeland in Welkenraedt tätig. Da muß ja auch etwas herauskommen. Natürlich sind die Ergebnisse fertigungsgebunden und firmengeheim. Oftmals genügt als Produktverbesserung schon ein kleines Teil. Manches Mal aber auch ein komplettes Produkt, wie zum Beispiel die in Welkenraedt

entwickelten 13 und 15 PS „Specter“ Scroll-Verdichter für den Klimabereich. Noch in diesem Jahr soll auch der „Glacier“ Scroll für Tiefkühl-Anwendungszwecke in Welkenraedt gefertigt werden. Und zwar zunächst die Leistungsgrößen 7,5 und 10 PS. Auch hierbei sind Entwicklungsleistungen des Technologiezentrums in Welkenraedt gefordert, bemerkenswert für dessen Qualität ist, daß Copeland Wel-



Kein Verdichter verläßt die Copeland-Fertigung in Welkenraedt, ehe er nicht auch einen abschließenden Funktions- und Leistungsprobelauf absolviert hat. „ACCEPTTE“ bedeutet „Freigabe“, die Anzeige ist elektronisch und damit unbestechlich.

kenraedt ein unabhängig vom Standort USA arbeitendes und autorisiertes Prüflabor ist, in dem UL (Underwriters Laboratories Inc.)-Tests durchgeführt werden dürfen. Insbesondere mit dem Schwergewicht Elektrik (IP 54) und für Messungen mit blockiertem Rotorstrom.

Neben Dauerlaufversuchen mit neuen und chlorfreien Kältemitteln – und den hiermit dann zusammenhängenden Kältemittel- und Kälteöl-Freigaben – wurde in Welkenraedt der „Specter“ Scroll als Tandem-Ausführung weiterentwickelt. Anforderungen für Klimaanwendungen gibt es insbesondere aus Italien und Frankreich. Nicht nur wirtschaftlich stellt sich der Tandem-Scroll sehr günstig – z. B. sind 2×15 PS Scroll preislich günstiger als ein Copeland-Semihmetik mit 30 PS, sondern auch der COP ist besser infolge der eingebauten Leistungsregelung durch die Verwendung von zwei Verdichtern. Für das Copeland-Marketing bedeutet dies zugleich, daß sich der Scroll-Markt mit den Tandem-Ausführungen zukünftig noch beliebig erweitern läßt.

Einiges Typisches über die Geheimnisse des Compliant Scroll

Hierbei ist zunächst die grundsätzliche Frage zu beantworten, „Was ist ein Scroll-Verdichter?“ und danach eine Antwort gesucht auf die Frage „Was bedeutet Compliant Scroll?“. Hier nun die erste Antwort, wie sie auch in KK 12/1994 gegeben wurde:

„Das Funktionsprinzip des Scroll-Verdichters wurde von dem Franzosen Léon Creux entwickelt und 1905 patentiert. Jahrzehntlang haben Produktionshindernisse die Industrialisierung dieses Konzeptes verzögert. Das Herzstück des Verdichters besteht nämlich aus zwei archimedischen Spiralen (im englischen „Scroll“ = Schnecke; Spirale; Schriftenrolle), die nur äußerst geringe Fertigungstoleranzen zulassen.

Werden diese Spiralen ineinandergesetzt, bilden sie mehrere halbmondförmige Taschen in unterschiedlichen Größen. Die untere Spirale ist über eine spezielle Kupplung mit dem Exzenter der Kurbelwelle verbunden. Dadurch erhält sie eine kreisbahnförmige – orbitierende – Bewegung. Während die obere Spirale feststeht und die untere Spirale orbitiert, gelangt Sauggas in die zwei äußeren großen Taschen. Das einströmende Gas wird nun in den



Das Verdrichtungsprinzip des Scroll-Verdichters. Umdrehungsgeschwindigkeit 2900 U/min, feste Spirale – bewegliche Spirale, gleichmäßiger, kontinuierlicher Verdichtungsprozeß. Keine Dichtungselemente notwendig, Spiralen dichten durch direkten Kontakt. Keine Schmierung zwischen den Spiralen.

immer kleiner werdenden Taschen unter ständig zunehmendem Druck zum Zentrum der Spiralen verdichtet. Dort erreicht das Gas seinen höchsten Druck und tritt dann durch die in der oberen Spirale befindliche Öffnung aus (siehe Abb.). Bei jedem Umlauf werden mehrere Gastaschen gleichzeitig verdichtet, wobei jeweils zwei sich gegenüberliegende Taschen gleich groß sind. Dadurch wird ein gleichmäßiger, nahezu kontinuierlicher und vibrationsarmer Verdichtungszyklus erzielt.“ Nun die zweite Antwort:

„Der Begriff „Compliant“ bezieht sich auf Copelands patentierte einzigartige dreidimensionale Nachgiebigkeit und beschreibt die Art und Weise, in der beide Spiralen axial und radial aufeinander wirken, um bestmögliche Leistungswerte und optimale Betriebszuverlässigkeit zu gewährleisten. Durch den kontinuierlichen und dabei leckagefreien Metall-zu-Metall-Kontakt zwischen den Spiralen sowohl radial (d. h. zwischen Flanke und Flanke) als auch axial (d. h. zwischen Spiralspitze und Spiralboden) unter Verzicht auf Spiralspitzendichtungen ergeben sich hervorragende Werte für Leistung und Wirkungsgrad. Die ausgezeichnete Betriebssicherheit ist darauf zurückzuführen, daß sich die Spiralen unter außergewöhnlichen Betriebsbedingungen sowohl radial als auch axial voneinander lösen können (siehe Abbildungen). Nur ganz wenige Scroll-Verdichter weisen eine solche radiale und axiale Compliance auf.“

Weitere typische Konstruktionsmerkmale des Scroll-Verdichters von Copeland in einer verkürzten Darstellung

Die Umdrehungsgeschwindigkeit des Compliant Scroll von Copeland beträgt 2900 U/min, er benötigt während des Betriebs keine Schmierung zwischen den Spiralen. Auch sind keine Dichtungselemente notwendig, denn die Spiralen dichten durch direkten Kontakt. Es besteht auch keine Gefahr bei Flüssigkeitskeitschlägen, denn die Scrollteile gehen auseinander, wodurch die Spiralen (sie werden im Werk Welkenraedt über eine 3D-Koordinaten-Meßmaschine auf Einhaltung der Toleranzvorgaben – Fertigungstoleranzen im Mikronbereich – geprüft) nicht zu Schaden kommen.

Als spezifische Eigenschaft der axialen Compliance ist zu benennen, daß die feste Spirale im Gehäusekopf über eine „Floating seal“ genannte schwebende Dichtung verfügt. Diese bewirkt einen Schutz gegen zu hohes Druckverhältnis und eine Aufrechterhaltung eines konstanten Druckes auf der Oberseite der festen Spirale, um die Dichtung zwischen Hoch- und Niederdruckseite zu gewährleisten. Am Druckanschluß des Compliant-Scrolls (oberer Teil des Gehäuses) sorgt ein Rückschlagventil im Druckanschluß des Verdichters dafür, daß ein Druckausgleich nach der Abschaltung erfolgt. Dadurch keine Rückkondensation möglich und ein Rückströmen von Kältemittel während der Stillstandszeit des Verdichters wird weitestgehend verhindert.

Im mittleren Teil des Copeland Scroll-Verdichters sind die Gasanschlüsse



Der Begriff „Compliance“ bezieht sich auf Copelands patentierte einzigartige dreidimensionale Nachgiebigkeit und beschreibt die Art und Weise, in der beide Spiralen axial und radial aufeinander wirken, um bestmögliche Leistungswerte und optimale Betriebszuverlässigkeit zu gewährleisten. Durch den kontinuierlichen und dabei leckagefreien Metall-zu-Metall-Kontakt zwischen den Spiralen sowohl radial (d. h. zwischen Flanke und Flanke) als auch axial (d. h. zwischen Spiralspitze und Spiralboden) unter Verzicht auf Spitzenabdichtungen ergeben sich hervorragende Werte für Leistung und Wirkungsgrad.

und der Elektromotor untergebracht. Das Sauggas strömt jedoch nicht am Motor vorbei, sondern es strömt direkt zu den Spiralen. Die Vorteile, die Copeland in dieser konstruktiven Maßnahme sieht: Die Druckgastemperatur wird nicht erhöht durch die Aufheizung des Sauggases und es gibt auch nur einen minimalen Druckverlust auf der Saugseite. Zudem: Kein Kälteleistungsverlust durch Erwärmung des Sauggases.

Die Scrolltechnologie erfordert ein geringeres Anlaufmoment des Elektromotors, somit also eine geringere Motorbelastung. Dies bedeutet, daß kleinere Motoren für den Anlauf des Verdichters erforderlich sind, ohne daß hierunter die Lebensdauer leidet. Im Gegenteil, man kann sogar von einer langen Lebensdauer sprechen, wozu auch die Kühlung durch die komplette Außenwand des Scroll-Verdichters dient.

Schließlich enthält der untere Verdichterteil Öl und Filter für die Schmierung des Verdichters, eine Flüssigkeitsbremse gegen Zurückdrehen, die Service-Anschlüsse und das Axiallager. Einige Betriebshinweise noch: Beim Verdichterstopp verursacht die Rückexpansion des komprimierten Gases das Zurückdrehen der beweglichen Spirale. Dies ist jedoch unschädlich für den Verdichter, der Vorgang verursacht jedoch ein Geräusch. Um das Zurückdrehen zu minimieren, hat Copeland eine Bremsvorrichtung eingebaut. Die Schmierung der mechanischen Teile im Inneren des Verdichters erfolgt durch einen internen Öl-

transport, den die Zentrifugalkräfte während des Betriebs besorgen. Allerdings ist zwischen den Spiralen – es wurde schon erwähnt – keine Schmierung beim Compliant Scroll von Copeland erforderlich.

Für die „Specter“-Modellreihe ZR ist die Kältemittelnutzung von R 22 freigegeben, bei der Modellreihe ZR... E kann man entweder R 407C oder R 134a als Kältemittel wählen. Schließlich ist das Modell „Glacier“ im Anwendungsbereich der Tiefkühlung für die Kältemittelverwendung R 22, R 404A, R 507 oder R 134a freigegeben.

Ein kurzer Ausblick

Scroll-Verdichter können und werden auch zukünftig Hubkolbenverdichter nicht in allen Anwendungen ersetzen, hierbei kommt es immer auf die individuellen Anforderungen an, die durch das jeweilige Kälte- oder Klimasystem vorgegeben werden. Dies belegen gegenwärtig auch die eingangs genannten Zahlen über die Fertigungskapazitäten in Welkenraedt. Allerdings ist darauf hinzuweisen, daß die Scroll-Anwendungen im Bereich der Gewerbekälte zunehmen werden. Dies auch dadurch bedingt, daß die baulichen Abmessungen des Scrollverdichters – nur teilweise auch des Verflüssigersatzes (die Abmessungen des Verflüssigers reduzieren sich ja nicht) – wesentlich kleiner bei gleicher Leistung ausfallen als die eines semihermetischen Hubkolbenverdichters gleicher Kälteleistung.

Dies macht sich für den Scroll dann überall dort positiv bemerkbar, wo der

Bauherr wieder einmal vergessen hat, beim Supermarktbau einen ausreichend großen Maschinenraum vorzusehen, oder wo die Geräteabmessungen bei OEM-Fertigungen so gering als möglich ausfallen sollen. Zum Beispiel bei Klimageräten, zum Beispiel aber auch bei gewerblichen Kühlmöbeln.

Schlußbemerkungen: Ein Verdichthersteller, der auch im künftigen internationalen Markt Bestand haben will, benötigt neben offenen und semihermetischen Hubkolben- oder Schraubenverdichtern nicht mehr unbedingt den Vollhermetik, dafür aber den Scroll. Mit Ausnahme der „Schraube“ verfügt Copeland über all die genannten Verdichter-Konfigurationen, im Bereich von Europa insbesondere in Welkenraedt, aber dort auch mit deutscher Dominante. Der Schnupperexkurs ins Copeland-Werk Welkenraedt hat sich aus Sicht der KK gelohnt und ist auch dem deutschen Kälte-Klima-Fachmann bei passender Gelegenheit einmal zu empfehlen. P. W.

Beilagenhinweis

Diese Ausgabe enthält je eine Beilage der Firmen Airedale Kälte-Klima GmbH, 63165 Mühlheim/M., Deutsche ICI GmbH, Frankfurt am Main, sowie die Sonderausgabe „Fuhrpark“ des Gentner Verlages, Stuttgart.

Wir bitten unsere Leser um freundliche Beachtung.