

## Officine Mario Dorin – mit CO<sub>2</sub>-Semihernetiks „ready for the market“

„Die Zukunft stammt aus dem Jahr 1918“ – dies ein selbstbewußtes Credo des italienischen Verdichter- und Verflüssigersatzherstellers Mario Dorin S.p.A. 1918 wurde das auch heute in ausschließlichem Familienbesitz befindliche Unternehmen gegründet. Ohne Einschränkung bestätigt sich dieser Rückbezug mit Perspektiven für die Zukunft in der marktreifen Verfügbarkeit semihernetischer Hubkolbenverdichter für ein- und zweistufige CO<sub>2</sub>-Kältemittelanwendungen in 58 möglichen Applikationen und Leistungsabstufungen – davon 20 bereits als Vorserie – zu Beginn des dritten Jahrtausends, Ergebnis eines soliden Entwicklungspotentials.

Die heutige Positionierung der Unternehmensgruppe Mario Dorin läßt sich auch in anderer Weise aus folgendem Vergleich ableiten: „Unsere Standardprodukte umfassen halbhermetische Kompressoren von 0,36 kW bis 22 kW für Kühl- und Klimaanlage, ferner offene Kompressoren von 0,22 kW bis 44 kW Antriebsleistung für die selben Verwendungszwecke. Im Jahr 1984 sind bei Dorin 45 000 Kompressoren gebaut worden, davon 18 000 offen und 27 000 halbhermetisch,“ so äußerte sich Mario Dorin, Enkel des Firmengründers, 1985 im Gespräch mit der KK (siehe KK 9/1985, Seiten 366–370). Heute bzw. Ende des Jahres 2000 sind es 70 000 semihernetische Verdichter und Verflüssigereinheiten, sie gibt es in mehr als 90 Modellvarianten und mit Leistungsabstufungen von 0,36 kW bis 110 kW Nennleistung, die 2stufigen Ausführungen sowie Kompaktschrauben sind hierbei nicht berücksichtigt, dazu kommen 12 000 offene Hubkolbenverdichter und Kältesätze. Operativ wird die Unternehmensgruppe heute in der dritten Generation von Mario Dorin als Managing Director, Filippo Dorin als Technischem Direktor und Dr. Giuseppe Balduini (Enkel des Firmengründers) als Direktor für die Produktion geleitet.



Die Unternehmensgruppe Officine Mario Dorin S.p.A. wird heute in der dritten Familiengeneration von Mario Dorin (rechts), Dr. Giuseppe Balduini und Filippo Dorin (nicht im Bild) geleitet

### Die Zukunft stammt aus dem Jahr 1918

Mario Dorin, auch heute noch Namensgeber der Unternehmensgruppe Officine Mario Dorin S.p.A. in Compiobbi, in direkter Nähe von Florenz, startete 1918 in die Selbständigkeit mit der Gründung eines Herstellungsbetriebs für Werkzeugmaschinen, Luftverdichter und Flüssigkeitspumpen. Parallel hierzu wurde auch eine Kfz-Reparaturwerkstatt eröffnet.

Aufgrund der bei der Herstellung von Luftverdichtern gewonnenen Erfahrungen wurde 1932 die Produktion um die ersten offenen Hubkolbenverdichter für Anwendungen der Kältetechnik erweitert. Weitere 20 Jahre später, nämlich schon 1952 (!) begann Officine Mario Dorin am ersten Fabrikationsstandort innerhalb des Stadtgebiets von Florenz mit der Produktion von semihernetischen Hubkolbenverdichtern.

Ein wichtiger Schritt für die weitere Firmenexpansion war dann 1970 die Verlagerung des Verdichter- und Aggregatebaus aus Florenz heraus in das nicht weit entfernte Städtchen Compiobbi als neuen Produktionsstandort mit 23 000 m<sup>2</sup> Nutzfläche, wo sich auch heute die Unternehmenszentrale im 3geschossigen Bürogebäude (7000 m<sup>2</sup> Nutzfläche) befindet. Die fest angestellte Beschäftigungszahl beträgt etwa 150 Mitarbeiter, sie werden bei Bedarf dann noch durch zusätzliche Hilfskräfte ergänzt.

Am alten Stammsitz (ursprünglich 7000 m<sup>2</sup> Nutzfläche) Campo Fiore in Florenz werden heute die offenen Hubkolbenverdichter auf einer Produktionsfläche von 3000 m<sup>2</sup> gefertigt; dort werden 15 Mitarbeiter beschäftigt. Schließlich ist als Teil der Unternehmensgruppe Mario Dorin auch der Produktionsstandort Scandicci zu erwähnen, dort erfolgt an zwei durch eine Dorfstraße getrennte



Unternehmenszentrale und Verdichterfertigung von Officine Mario Dorin S.p.A. in Compiobbi in der Nähe von Florenz

Fertigungsstätten mit zusammen ca. 5000 m<sup>2</sup> Nutzfläche die Gehäusebearbeitung aller Hubkolbenverdichter; die Mitarbeiterzahl beträgt 25.

Um die Unternehmensentwicklung zunächst noch chronologisch zu beleuchten, so markieren die Jahre 1983–1987

wichtige Schritte zur Ausweitung der Produktion: Im Jahr 1983 wurde die Produktion der 6-Zylinder-Semihmermetiks 30 PS mit einem Fördervolumen von 84 m<sup>3</sup>/h gestartet und 1984 auf 50 PS und ein Fördervolumen von 138 m<sup>3</sup>/h ausgeweitet, schließlich wurden dann ab 1987 auch

8-Zylinder-Verdichter 60 PS mit 184 m<sup>3</sup>/h Fördervolumen hergestellt.

Die Jahre 1990 bis 1993 waren von einer weitgehenden Produktionsumstellung geprägt, dies bedingte die Einführung der K-Multiconus-Fertigungslinie, hierüber wird noch ausführlich zu berichten sein.



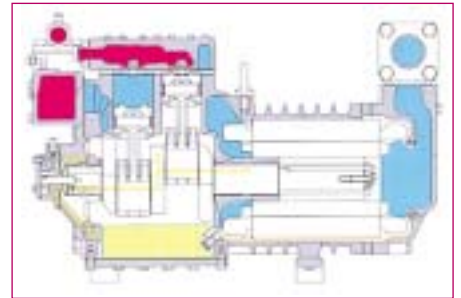
Die Gehäusebearbeitung der semihmermetischen Verdichter erfolgt bei Dorin in Scandicci (zwei Fertigungsstätten) mit 25 Mitarbeitern, kein Bearbeitungszentrum ist älter als 5 Jahre. Mario Dorin einmal im Gespräch mit Production Manager Alberto Dami, dann bei den Gußgehäusen vor der Weiterverarbeitung. Etwa 70 000 semihmermetische Motorverdichter verließen im Jahr 2000 das Werk Compiobbi



Offene Hubkolbenverdichter in Grauguß und Verdichter für die Busklimatisierung werden am alten Firmenstammsitz Campo Fiori in Florenz hergestellt



Säulen der Verdichtert-fertigung bei Dorin: Die Multiconus-Motorverdichter (oben und unten links) sowie die offenen Verdichter (oben rechts die Type 62/67 VS) in jeweils 8 Baugrößen

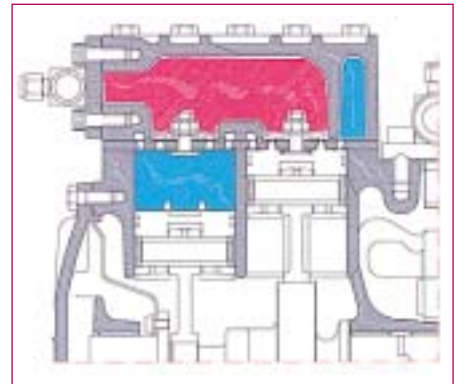


Funktionselemente des Multiconus-Verdichter

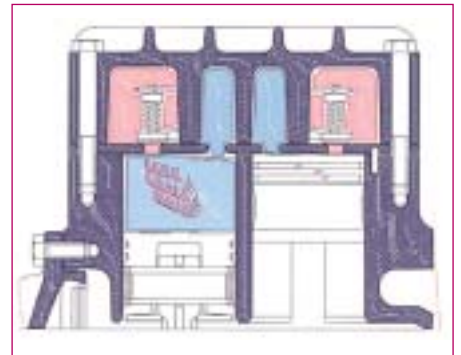
### Multiconus-Ventilplattenkonstruktion

Die Multiconus-Verdichter der K-Baureihe sind mit speziellen Ventilplatten und Kolben ausgerüstet, die das Schadraumvolumen minimieren und die volumetrische Effizienz steigern.

Die Ventile sind in Ringplattenausführung mit großen Strömungsquerschnitten gestaltet, um die Druckverluste zu reduzieren. Hauptsächlich die speziellen Konen auf der Kolbenseite, welche in die Saugkanäle der Ventile eintauchen, reduzieren das Schadraumvolumen.



Die Dorin-K-Multiconus-Technologie reduziert das Schadraumvolumen und steigert die volumetrische Effizienz



Arbeitsweise eines Standard-Hubkolbenverdichters und seiner Ventil- und Kolbenfunktion

die ersten semihermetischen Hubkolbenverdichter mit CO<sub>2</sub> als Kältemittel für transkritische kältetechnische Kreislaufprozesse produziert und erstmals ein Prototyp auf der IKK in Nürnberg vorgestellt.

### K-Multiconus und Manifold, Merkmale der Semihermetik-Technologie

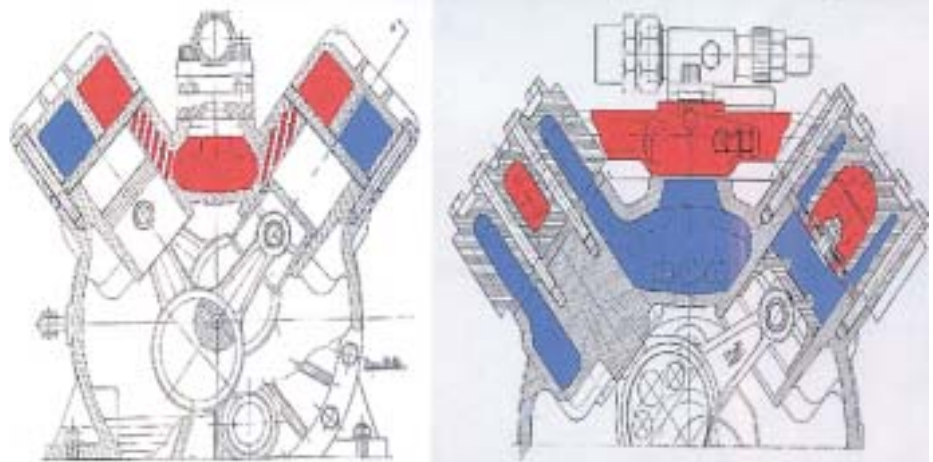
Die Anfang der 90er Jahre von Dorin eingeführte K-Multiconus-Konstruktion bei den semihermetischen Verdichtern erfolgte vor allem für Mittel- und Tieftemperaturanwendungen, bei denen der Wärmeübergang zwischen dem verdichteten Kältemittel und dem Verdichterblock beachtlich ist und bei denen das Schadraumvolumen die Effektivität des Verdichters bedeutend beeinflussen kann. Das sind nun die besonderen Merkmale der

Auf Grundlage dieses Technologie-Prinzips bei der Fertigung von semihermetischen Hubkolbenverdichtern wurden 1994 neue 8-Zylinder-Modelle 75 PS mit einem Fördervolumen von 200 m<sup>3</sup>/h eingeführt und schließlich 1998 die Produktion um die Fertigung von 16-Zylinder-Multiconus-Hubkolbenverdichter mit 150 PS Antriebsleistung und 400 m<sup>3</sup>/h Fördervolumen aufgestockt. Im gleichen Jahr wurde auch die Produktion der neuen H- und KP-Motorverdichter aufgenommen, in den Jahren 1999–2000 wurde sodann bei den offenen Hubkolbenverdichtern die neue T-Typenreihe in den Markt eingeführt. Um nun entsprechend der Zwischenüberschrift auf die Zukunft einzugehen: Bereits im Jahr 1998 wurden



Dorins CO<sub>2</sub>-Motorverdichter, erstmals auf der IKK 1998 in Nürnberg vorgestellt, in einer anwendungsbereiten Vorserie als 1- oder 2stufige Ausführung

Das bedeutet, daß sich in der oberen Totlage des Kolbens nur noch sehr wenig verdichtetes Kältemittel im Zylinder befindet und folglich der Ansaugbeginn früher erfolgt als bei größerem Schadraumvolumen. Das reduzierte Restgas im Schadraumvolumen führt ebenfalls zur Temperaturabsenkung im Zylinder und senkt in der Folge die Verdichtungsendtemperatur. Die hier zum besseren Vergleich veröffentlichten Schnittbilder eines K-Multiconus-Verdichters sowie einer Standardtype verdeutlichen die Unterschiede der Ventil- und der Kolben-Funktionen.



Vergleich der Druckgasführung in einem Standardverdichter (links) und in einer K-Multiconus-Version (rechts)



Massimao Casini (r.), Vertriebsleiter, und Flavio Valerio, Ingenieur für die Qualitätssicherung, erläutern die K-Multiconus-Technologie von Dorin anhand der Ventilplatte und eines Kolbens

Im ersten Fall (Standardverdichter) steht das heiße Druckgas im Kontakt mit den inneren Kanalwänden und heizt diese auf. Diese erreichen dadurch eine hohe Temperatur und übertragen einen Teil der aufgenommenen Wärme auch an das Öl. Dies erklärt, warum es in verschiedenen Fällen – besonders bei großen Verdichtern, die im Tieftemperaturbereich mit dem Kältemittel R 22 arbeiten – notwendig ist, einen Ölkühler zu verwenden, um die erforderliche Ölviskosität zu sichern bzw. auf einem vertretbaren Niveau zu halten.

Im Fall der K-Multiconus-Konstruktion wird deutlich, daß das Druckgas dank der äußeren Druckgasführung nicht in der Lage ist, einen Teil seiner Wärme auf die Verdichterbauteile und das Öl zu übertragen.

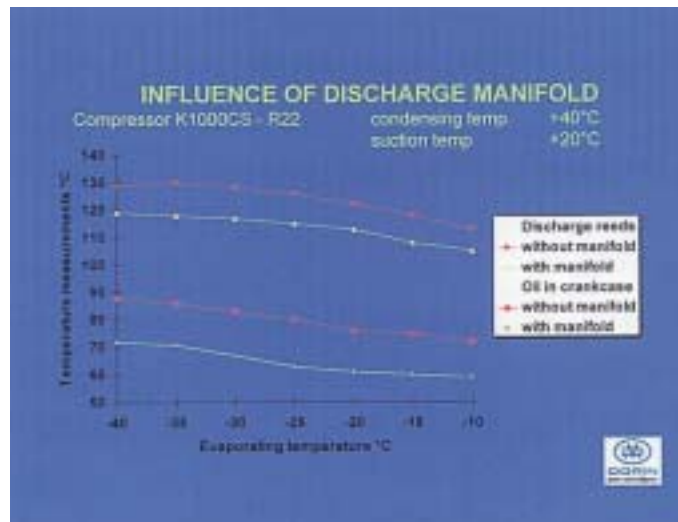
Es wurden bei Dorin verschiedene Versuche mit zwei vergleichbaren Verdichtern – gleicher Hubraum, gleiche Motore

usw. – durchgeführt und die Ergebnisse zeigen auf, daß dank der äußeren Druckgasführung die Temperatur des Öls im Kurbelgehäuse des K-Multiconus-Typs ungefähr 15 K niedriger als beim Standard-Typ lag und somit keinen Ölkühler bei Tieftemperaturbedingungen erfordert (siehe Diagramm).

Eine weitere Nebenwirkung: Bei diesen Verdichtern strömt nur ein kleiner, aber ausreichender Teil des angesaugten Gases durch den Elektromotor, um ihn zu kühlen, während der größte Teil direkt zur Saugkammer geleitet wird. Um es für den Anwender mit den Worten von Dorin noch etwas allgemeinverständlicher auszudrücken: Die äußere Sauggasführung von Dorin bedingt, daß das Sauggas nicht übermäßig erhitzt wird, und selbst bei hohen Kompressionsverhältnissen bleibt die Verdichtungsendtemperatur annehmbar. Gleichzeitig werden die Motorwicklungen ausreichend abgekühlt.

## Manifold, die äußere Druckgasführung

Dies ist nun eine weitere Technologie-Spezialität von Dorin. Manifold stellt eine äußere Druckleitungsführung dar, sie ermöglicht die Druckgasführung in der Weise, daß der Wärmeübergang vom heißen Gas zum Verdichterblock konsequent verhindert wird. Die hierzu abgebildete Zeichnung zeigt den Schnitt durch zwei Verdichter. Der erste ist ein Standardverdichter (links) ohne äußere Druckgasführung, während der zweite Verdichter (rechts) ein K-Multikonustyp ist.



Versuchsabläufe bei vergleichbaren Verdichtern, mit und ohne äußere Druckgasführung, zeigten auf, daß die Temperatur des Öls im Kurbelgehäuse des K-Multiconus-Verdichters ca. 15 K niedriger liegt als in einem Standardverdichter

Da das Hochdruckabsperrentil auf dem Zylinderkopf bei den kleineren Modellen und auf der äußeren Druckleitungsführung bei den größeren Verdichtern steht, wird das komprimierte Gas sofort ausgestoßen, was die Wärmeleitung, die sich normalerweise zwischen Kompressionskammer und Gehäuse bildet, erheblich herabsetzt.



Ing. Flavio Valerio erklärt es: „Bei den kleineren K-Multiconus-Verdichtern ist das Hochdruckabsperrentil auf dem Zylinderkopf montiert, bei den größeren jedoch auf der äußeren Druckleitungsführung“

### Dorins breite Produkt-Palette an Verdichtern, Qualität und Entwicklung

Nun einige nähere Angaben zum Produkt- und Leistungsspektrum und der Verdichtervielfalt im Herstellungsprogramm von Officine Marion Dorin:

- Es werden 97 Typen-Varianten an semihermischen Verdichtern der „K-Multiconus“- und „H“-Baureihen hergestellt, deren Fördervolumen sich von 2,9 m<sup>3</sup>/h bis 400 m<sup>3</sup>/h erstreckt bzw. Nennleistungsaufnahmen von 0,3 kW bis 110 kW umfasst.

Eindrücke aus der Fertigung. Hier die 2- und 4-Zylinder-K-Multiconus-Verdichter



Helium-Prüfstand mit Freigabe eines 8-Zylinder-K-Multiconus-Verdichters



- Bei den Modellen mit einer Leistung zwischen 0,5 und 7,5 PS (international erfolgt die Klassifizierung für den Markt immer noch nach „PS“ bzw. „HP“) bzw. 2,89 und 26,50 m<sup>3</sup>/h handelt es sich um eine 2-Zylinder-Reihenausführung, das sind die Typenreihen K1, K2 und K3, die 4-Zylinder-V-Baureihe reicht von 7,5 bis 15 PS bzw. das Fördervolumen von 32,54 bis 48,80 m<sup>3</sup>/h, das ist die Typenreihe K4, darüber hinaus gibt es zwei 6-Zylinder-V-Baureihen von 15 bis 45 PS bzw. 57,9 bis 138,3 m<sup>3</sup>/h Fördervolumen, das sind die Typenreihen K5 und K6, sowie eine 8-Zylinder-V-Baureihe von 40 bis 75 PS, dies entspricht einem Fördervolumen von 153,7 m<sup>3</sup>/h und 199,8 m<sup>3</sup>/h. Weiterhin stehen 6-Zylinder-Motorverdichter auch in einer zweistufigen Ausführung für den Bereich von 15 bis 35 PS für den Einsatzbereich von - 25 °C/ - 50 °C zur Verfügung.
- An die Seite der K4-Verdichter tritt eine Baureihe KP, sie umfasst sechs 4-Zylinder-Modelle mit Nennleistungen zwischen 7,5 und 20 PS. Hier erfolgt eine Zwangsschmierung mittels Ölpumpe.

- Schließlich fertigt Dorin den K8-Verdichter, ihn gibt es mit 10, 12, 14 oder 16 Zylindern und der Hubvolumenbereich erstreckt sich von 249,82 bis 399,72 m<sup>3</sup>/h.
- Weiterhin stehen unter den Typenbezeichnungen TK4 bis TK7 sogenannte Tandemausführungen mit jeweils zwei Verdichtern zur Verfügung.

Bei den Typenreihen K1 bis K4 wird hinsichtlich der Gewährleistung einer ausreichenden Schmierung das Spritzschmiersystem angewandt, bei den Typenreihen K5 bis K7 erfolgt die Schmierung mittels Umkehrpumpe, die Modellreihe K8 verfügt über eine selbstsaugende drehrichtungsunabhängige Pumpe. Neben der speziellen inneren Druckgasführung nach dem Konstruktionsprinzip Dorin wird ab der Typenreihe K6 die Druckgasleitungsführung nach außen verlagert. Alle Verdichter sind für die Verwendung der Kältemittel R 22, R 134a, R 404A/R 507 oder R 407C ausgelegt.

- 6 offene Verdichter-Baugrößen werden für besondere Anwendungen in der Transportkälte, aber auch für die Schiffskälte – kleinere Verdichter auch für Wohnschiffe, große Verdichter z. B. für Fishtrawler – gefertigt, das zu erreichende Hubvolumen liegt hier zwischen 200 cm<sup>3</sup> und 650 cm<sup>3</sup>. Bei der Typenreihe „T“ bestehen Komponenten und Gehäuse aus Aluminium, so daß diese Verdichter besonders im Bereich der Transportkälte – speziell für die Omnibusklimatisierung – verwendet werden. Die T-Baureihe kann aufgrund der hohen Umdrehungsgeschwindigkeiten von mind. 500 bis zu maximal 3000 Umdrehungen sowohl für den Antrieb mit Elektromotor als auch Verbrennungsmotor verwendet werden. Die Ölschmierung wird durch eine drehrichtungsunabhängige Pumpe sichergestellt.

Neben der Einzelverdichtertifertigung werden bei Dorin auch komplette Aggre-

- 66 unterschiedliche Kältesätze mit luftgekühltem Verflüssiger (Typenbezeichnung „UA“),
- 105 unterschiedliche Kältesätze mit wassergekühltem Verflüssiger (Typenbezeichnung „UW“ oder „UF“) sowie
- 61 Aggregate für separat aufgestellten Verflüssiger (Typenbezeichnung „UR“). Ähnliche Komplett-Ausrüstungen gibt es natürlich auch unter Verwendung von offenen Verdichtern, so
- 14 unterschiedliche Kältesätze mit luftgekühltem Verflüssiger (Typenbezeichnung „LA“),
- 20 unterschiedliche Kältesätze mit wassergekühltem Verflüssiger (Typenbezeichnung „LW“ und „LF“) sowie
- 14 Aggregate für separat angeordneten Verflüssiger (Typenbezeichnung „LR“)

Die luftgekühlten Aggregate „UA“ und „UTA“ werden in drei verschiedenen Versionen geliefert. Die Basisversion besteht nur aus den Grundelementen Motorverdichter, Verflüssiger und Sammler auf gemeinsamen Maschinenrahmen, die mittlere Ausstattung verfügt zusätzlich über Filtertrockner, Druckwächter sowie Hoch- und Niederdruckschalter, eine Komplettausstattung beinhaltet weiterhin Ölabscheider, Flüssigkeitsabscheider, Magnetventil sowie den elektrischen Anschlußkasten in der Ausstattung IP 55.

Die UTA- und UAW-Serie mit luft- bzw. wassergekühlten Verflüssigern wurden für das Jahr 2001 neu entwickelt und erfuhren entscheidende Verbesserungen. Dies bedeutet einen vergrößerten Verflüssiger (sowohl bei der luft- als auch bei der wassergekühlten Ausführung), u. a. werden die luftgekühlten Verflüssiger jetzt mit neuen Außenläufermotoren und aufgepreßten Flügeln ausgerüstet, damit größere Luftmengen gefördert werden können, die damit zu einer Leistungserhöhung des Verdichtersatzes beitragen.



*Dorins Schwergewicht, der 16-Zylinder-K-Multiconus-Verdichter Typ K 8 versandfertig*

- Ergänzt werden die K-Multiconus-Motorverdichter im unteren Leistungsbereich durch die neue Baureihe „H“, sie ersetzt die vormalige K1-Ausführung und verfügt über Fördervolumen, die bei beiden neuen Modellen 12,17 m<sup>3</sup>/h beträgt. Schon seit 1932 stellt die Firma Dorin – wie eingangs erwähnt – offene Kompressoren/Verdichter her. Heute gibt es hierzu

- 14 Baugrößen in 2-, 4- und 6-Zylinder-Ausführung mit einem theoretischen Hubvolumen, das von 27,2 cm<sup>3</sup> bis 1865 cm<sup>3</sup> reicht. Ab der Größe 4-Zylinder wird zur Gewährleistung einer stets guten Schmierung eine Hochdruck-Nockensatzpumpe serienmäßig eingesetzt. Diese offenen Verdichter eignen sich für alle H-FCKW- und H-FKW-Kältemittel, eine Baureihe „N“ ist für die Verwendung von Ammoniak/NH<sub>3</sub> als Kältemittel bestimmt.

gate und Verflüssigungssätze hergestellt. Bei der Verwendung von semihermischen Motorverdichtern umfaßt die Liefer- und Leistungspalette



*Von den luftgekühlten Verdichtersätzen gibt es 66 Leistungsabstufungen*

Um die Produktpalette von Dorin abzurunden, müssen noch die Schraubenverdichter erwähnt werden. Hier handelt es sich um eine Lizenzfertigung der Firma Comer, das wiederum Bestandteil des Unternehmensverbunds Dorin ist. Zum Lieferprogramm zählen somit Kompaktschrauben in 9 Bau- und Leistungsabstufungen mit Leistungsaufnahmen zwischen 32 kW und 174 kW (Typenbezeichnungen V1 bis V8) bzw. einem Fördervolumen zwischen 137 m<sup>3</sup>/h und 785 m<sup>3</sup>/h.

Wie auch bei anderen Verdichterherstellern ist es schon aus Gründen der Notwendigkeit zum Leisten eines aktiven Beitrags zum Umweltschutz – insbesondere Ressourcenschonung und Minderung von treibhausklimarelevanten Emissionen – notwendig, daß Dorin am Firmensitz Compiobbi und auch extern bei kompetenten Instituten (z. B. in Deutschland und Norwegen) umfangreiche Maßnahmen im Bereich von Entwicklung und maschinell Design ergreift. Kältetechnisch betrifft dies, Voraussetzungen zur Verwendung der Kältemittel R 410A und CO<sub>2</sub> zu schaffen oder zu optimieren. Bei Verbesserungen in der Verdichterkonstruktion geht es um die Einführung kompakter Bauformen, die damit über ein reduziertes Gewicht den Primärenergieaufwand bei der Herstellung verringern. Daß hierzu auch optimierte Luftführungen bei den entsprechenden Verdichtersätzen beitragen, wurde schon angesprochen.

Wer derartige Ansprüche erfüllen will, muß auch über die entsprechenden Fertigungskonzepte und -abläufe verfügen. So sind die Fertigungssysteme von Dorin nach den internationalen Qualitätsmanagement-Standards UNI EN ISO 9002 seit 1994 durch Lloyd's Register Quality Assurance zertifiziert, Wiederholungsüberprüfungen fanden in den Jahren 1998 und 2001 statt. Das Qualitätsmanagement-System bei Officine Mario Dorin besagt auch, daß die Qualitätskontrollen bereits ausgewählte Zulieferer einschließen. Sonst gilt bei den Fertigungsabläufen ganz allgemein, daß in jede Fertigungslinie bis zu 14 mechanische und elektrische Qualitäts- und Funktionskontrollen eingebunden sind. Einige Produkte sind exportbedingt auch nach UL entsprechend zertifiziert.



Qualitäts- und Maßkontrolle



**Mit CO<sub>2</sub>-Motorverdichtern „ready for the market“**

Diese Aussage ist keinesfalls übertrieben, denn tatsächlich verfügt Dorin derzeit über eine gestaffelte Bandbreite von insgesamt 58 semihermetischen Verdichtern für transkritische Kältemittelkreislaufprozesse, 1stufig und zweistufig, deren Verfügbarkeit produktionstechnisch gegeben ist und die somit für Anwendungen im Markt zur Verfügung stehen. Sie sind entweder mit zweipoligen Motoren ausgerüstet, deren Drehzahl mit der Netzfrequenz bzw. einem geringen Schlupf dazu laufen (bei 50 Hz mit 50 U/s oder 3000 U/min, asynchron dann 2900 U/min), oder mit vierpoligen Motoren, sie laufen dann als Standardversion mit 1450 U/min.

Dies kann der skeptische Leser auch aus den hierzu in der KK veröffentlichten Tabellen ableiten. Tatsächlich befinden sich derzeit rund 100 CO<sub>2</sub>-Motorverdichter von Dorin im Einsatz, zum Teil in Wärmepumpen in Norwegen (seit dem Jahr 1999) und Japan, im Bereich der Gewerbekälte in Supermarktanwendungen (seit dem Jahr 2000) oder Eiscremetruhen sowie in Anwendungen der Transportkälte in Italien (seit dem Jahr 2000) und für die Container-Kühlung in den USA und Dänemark. Im Bereich der Raumklimatisierung gibt es derzeit eine Machbarkeitsstudie bei zwei Anwendungen in Italien und Europa. Nähere Angaben hierzu kann die KK im Moment nicht veröffentlichen, da Dorin von seinen Kunden hierfür noch nicht autorisiert ist.

SERIES	Mod.	Cyl.	Bore	Stroke	Cc	R.p.m.	m <sup>3</sup> /h at 50 Hz	Motor Kw
1. STAGE 4 poles	CD 4.017 S	2	34	11	20,0	1450	1,7	2,0
	CD 4.027 S	2	34	17	30,9	1450	2,7	3,0
	CD 4.036 S	2	34	23	41,8	1450	3,6	4,0
	CD 4.044 S	2	34	28	50,8	1450	4,4	5,1
	CD 4.054 S	2	34	34	61,7	1450	5,4	6,0
1. STAGE 2 poles	CD 2.036 S	2	34	11	20,0	2900	3,5	3,7
	CD 2.054 S	2	34	17	30,9	2900	5,4	5,5
	CD 2.073 S	2	34	23	41,8	2900	7,3	7,5
	CD 2.088 S	2	34	28	50,8	2900	8,8	8,8
	CD 2.107 S	2	34	34	61,7	2900	10,7	11,0
2. STAGE 4 poles	CD 4.017 D	1+1	48 + 34	11	19,9 + 10,0	1450	1,7 + 0,9	2,0
	CD 4.027 D	1+1	48 + 34	17	30,8 + 15,4	1450	2,7 + 1,3	2,0
	CD 4.036 D	1+1	48 + 34	23	41,6 + 20,8	1450	3,6 + 1,8	3,0
	CD 4.044 D	1+1	48 + 34	28	50,7 + 25,3	1450	4,4 + 2,2	4,0
	CD 4.054 D	1+1	48 + 34	34	61,5 + 30,8	1450	5,4 + 2,7	5,1
2. STAGE 2 poles	CD 2.036 D	1+1	48 + 34	11	19,9 + 10,0	2900	3,8 + 1,7	3,7
	CD 2.054 D	1+1	48 + 34	17	30,8 + 15,4	2900	5,4 + 2,7	3,7
	CD 2.072 D	1+1	48 + 34	23	41,6 + 20,8	2900	7,2 + 3,6	5,5
	CD 2.088 D	1+1	48 + 34	28	50,7 + 25,3	2900	8,8 + 4,4	7,5
	CD 2.107 D	1+1	48 + 34	34	61,5 + 30,8	2900	10,7 + 5,4	8,8

Tabelle 1 Dorins Vor-Serienreihe an CO<sub>2</sub>-Motorverdichter. 1stufig und 2stufig, wahlweise mit zwei- oder vierpoligen Motoren

TRANSCRITICAL SINGLE STAGE															
Serie	Mod.	Cyl.	Bore	Str.	-	Rpm 60 Hz	Cc	mc/h 60 Hz	mc/h 60 Hz	Motor HP	Motor Kw	Suct. BSP	-	Disc. BSP	
100	TCS 103 H	2	18	6	-	2900	3,1	0,6	0,6	1,01	0,75	1/2	-	1/4	
	TCS 105 H	2	18	9	-	2900	4,6	0,8	1,0	1,62	1,20	1/2	-	1/4	
	TCS 106 H	2	18	12	-	2900	6,1	1,1	1,3	2,03	1,50	1/2	-	1/4	
	TCS 108 H	2	18	15	-	2900	7,6	1,3	1,6	3,11	2,30	1/2	-	1/4	
	TCS 110 H	2	18	19	-	2900	9,7	1,7	2,0	3,11	2,30	1/2	-	1/4	
	TCS 111 H	2	18	23	-	2900	11,7	2,0	2,4	3,38	2,50	1/2	-	1/4	
200	TCS 214 H	2	22	18	-	2900	13,7	2,4	2,9	4,59	3,40	3/4	-	1/2	
	TCS 220 H	2	22	26	-	2900	19,8	3,4	4,1	6,08	4,50	3/4	-	1/2	
	TCS 224 H	2	22	34	-	2900	25,8	4,5	5,4	8,51	6,30	3/4	-	1/2	
300	TCS 329 H	2	34	16	-	2900	29,1	5,1	6,1	10,8	8,0	1	-	3/4	
	TCS 340 H	2	34	22	-	2900	39,9	7,0	8,3	13,5	10,0	1	-	3/4	
	TCS 351 H	2	34	28	-	2900	50,8	8,8	10,6	16,2	12,0	1	-	3/4	
	TCS 362 H	2	34	34	-	2900	61,7	10,7	12,9	20,1	14,9	1	-	3/4	
TRANSCRITICAL TWO STAGE															
Serie	Mod.	Cyl.	Bore 1	Bore 2	Str. 1	Str. 2	Rpm 60 Hz	Cc	mc/h 60 Hz	mc/h 60 Hz	Motor HP	Motor Kw	Suct. BSP	Inter. BSP	Disc. BSP
100	TCD 104 L	1	28	18	6	6	2900	3,7	0,6	0,8	1,01	0,75	1/2	1/4	1/4
	TCD 105 L	1	28	18	9	9	2900	5,5	1,0	1,2	1,62	1,20	1/2	1/4	1/4
	TCD 107 L	1	28	18	12	12	2900	7,4	1,3	1,5	1,62	1,20	1/2	1/4	1/4
	TCD 107 L	1	28	18	15	15	2900	9,2	1,6	1,9	2,03	1,50	1/2	1/4	1/4
	TCD 107 L	1	28	18	19	19	2900	11,7	2,0	2,4	3,11	2,30	1/2	1/4	1/4
	TCD 109 L	1	28	18	23	23	2900	14,2	2,5	3,0	3,38	2,50	1/2	1/4	1/4
200	TCD 216 L	1	34	22	18	18	2900	16,3	2,8	3,4	3,92	2,90	1/2	1/4	1/2
	TCD 224 L	1	34	22	26	26	2900	23,6	4,1	4,9	5,54	4,10	1/2	1/4	1/2
	TCD 228 L	1	34	22	34	34	2900	30,9	5,4	6,4	7,56	5,60	1/2	1/4	1/2
300	TCD 334 L	1	52	34	16	16	2900	34,0	5,9	7,1	8,0	5,9	3/4	1/4	1/2
	TCD 347 L	1	52	34	22	22	2900	46,7	8,1	9,8	10,8	8,0	3/4	1/4	1/2
	TCD 360 L	1	52	34	28	28	2900	59,5	10,3	12,4	13,5	10,0	1	1/4	3/4
	TCD 372 L	1	52	34	34	34	2900	72,2	12,6	15,1	16,2	12,0	1	1/4	3/4

Tabelle 2 Dorins derzeitige neue Serienreihe an CO<sub>2</sub>-Motorverdichtern

So könnte man eigentlich ein wenig salopp sagen: Auf der Verdichterseite ist alles weitestgehend im grünen Bereich, woran es mangelt, das sind noch nicht einmal eventuell noch fehlende Komponenten – das ist nicht der Fall, siehe auch FKW-CO<sub>2</sub>-Seminar am 21. Juni in Hannover und Bericht in KK 9/2001, Seiten 30–41 – sondern die Anfragen aus dem Markt sind anwenderseitig noch sehr begrenzt.

Das CO<sub>2</sub>-Motorverdichter-Projekt wurde von Dorin im Monat Juni im Jahr 1996 gestartet, und zwar auf Grund einer Anforderung eines bedeutenden Supermarkt-Ausrüsters, der Dorin bat, die konstruktiven Voraussetzungen für die Serienanfertigung eines semihermetischen Motorverdichters zu prüfen und einen Prototyp zu entwickeln. Die operative Phase startete zunächst im Entwicklungslabor von Dorin, von Anfang an war klar, keinen



Hier ein 2stufiger CO<sub>2</sub>-Verdichter. Die erste Stufe arbeitet bei 67, die zweite Stufe bei 112 bar

vorhandenen semihermetischen Verdichter CO<sub>2</sub>-tauglich zu „optimieren“. Es wurden zunächst zwei Motorverdichter mit einem theoretischen Hubvolumen von 2,7 m<sup>3</sup>/h in Angriff genommen, die Nennleistung sollte etwa 3 kW betragen. Die weitere Entwicklung wurde dann mit dem norwegischen Institut SINTEF durchgeführt, bereits Ende 1997 konnte eine erste Fertigungsline für CO<sub>2</sub>-Motorverdichter eingerichtet werden.



Beppino Trevisani am CO<sub>2</sub>-Prüfstand für 1stufige CO<sub>2</sub>-Verdichter



## Zur Konstruktion

Ein Hauptproblem beim Verdichterdesign stellte die Kraftübertragung am Kolbenbolzen wegen der höheren spezifischen Belastung an dieser Stelle dar. Ein von der KK befragter Fachmann vertritt hier die Ansicht, man könne auch eine Lösung mit gleicher Belastung finden, wenn man einen Stufenkolben verwendet. Dorin entschied sich jedoch für andere Lösungswege.

Eine weitere Problematik stellte die Frage der Schmierung dar. Wegen der großen Neigung zur Ölverdünnung durch das Kältemittel CO<sub>2</sub> und der höheren spezifischen Belastung mußte man bei Dorin der Auswahl des richtigen Öls in Verbindung mit dem Ölhersteller große Aufmerksamkeit schenken. Diese Aufgabe wurde mit einigen in Frage kommenden Ölen im Lebensdauerstest geklärt.

Ein weiteres Problem: In den Ventilen können relativ hohe Druckverluste akzeptiert werden, aber sie sind in Wirklichkeit gering. Fehlerquellen sind die hohen Aufprallgeschwindigkeiten der Platten und nach der Verdichtung eine relativ hohe Gasviskosität.

Trotz des geringen Druckverhältnisses hat man es mit einer großen Druckdifferenz zu tun. Die Fragen der inneren Abdichtung resultieren daraus als ein weiteres Entwicklungsproblem.

Hochdruckschwankungen im Zylinderkopf haben besondere konstruktive Lösungen erfordert. Eine neue Ventilplatte für hohe Drehzahlen wurde entwickelt und befindet sich den genannten Anwendungsfällen immer noch in der Erprobung. Inzwischen gibt es seitens des Herstellers hierzu die dritte Änderung im positiven Sinn.

Für zweistufige Verdichter kann es zukünftig zweckmäßig sein, das Druckverhältnis der beiden Stufen in Abhängigkeit von der Anwendung unterschiedlich zu wählen.

Als Resümee: CO<sub>2</sub> ist ein leicht verfügbares Produkt mit GWP=0, besonders bedeutsam für Anlagen mit hoher Leckrate, wie Kfz-Klimatisierung, Supermarktanwendungen, Transportkälte und Schiffsanwendungen. Supermärkte stehen gegenwärtig neben der PKW-Klimatisierung ganz oben auf der Prioritätenliste, denn CO<sub>2</sub> als Kältemittel in Kühl- und Tiefkühl-einrichtungen erhält zunehmend größere

Bedeutung. Andererseits gibt es aus dem Markt heraus ein großes Interesse an Wärmepumpen für die Brauchwassererwärmung mit CO<sub>2</sub> als Kältemittel, vor allem dann, wenn diese mit Wärmerückgewinnungseinrichtungen gekoppelt werden können. In Japan werden bereits die ersten CO<sub>2</sub>-Brauchwasser-Wärmepumpen für den privaten Hausbedarf von einem japanischen Hersteller in Serie hergestellt und ausgeliefert.

## Dorins Position im Markt

Officine Mario Dorin S.p.A. erzielte im Jahr 2000 einen Gruppenumsatz von 93 Mrd. Lira, das entspricht also einem Wert von ca. 93 Mio. DM. Hiervon entfallen auf den Absatz von semihermischen Verdichtern und Verflüssigungssätzen etwa 92 %, und auf die offenen Hubkolbenverdichter etwa 8 %. Exportiert wird in etwa 85 Länder der Welt, Dorin ist dabei auf allen Kontinenten mit mehr als 50 Vertriebsstützpunkten vertreten.

12,5 % der Fertigung werden auf den afrikanischen Kontinent und in Länder des Nahen Ostens exportiert, es folgen sodann der Ferne Osten und Australien mit einem Umsatzanteil von ca. 10,0 % und schließlich Nord- und Südamerika mit 4,5 %.

Wenn man in einem anderen Vergleich einmal die Produktionsmengen aller Herstellerbetriebe in Europa ansetzt, dann entfällt auf Dorin bei der Produktion semihermischer Verdichter ein Anteil von 27 % und bei den offenen Hubkolbenverdichtern in Höhe von 13 %. Mit gleichem Produktionsbezug liegt der Anteil an den Umsätzen nach Stückzahlen laut Angaben von Dorin bei 16 % bzw. 11 % innerhalb der Europäischen Union und beträgt beim Export in Länder außerhalb der Europäischen Union bei den Semihermischen ca. 37 % und bei den offenen Verdichtern ca. 16 %. Um die statistische Marktbeurteilung abzuschließen: Die Verdichterproduktion von Officine Mario Dorin ist zu 52 % für Anwendungen im Bereich der Gewerbekälte bestimmt, zu 38 % für verschiedene



Einige von Dorins verantwortlichen Mitarbeitern aus Fertigung, Qualitätskontrolle und Vertrieb in der Unternehmenszentrale Compiobbi. Sie alle tragen mit dazu bei, daß Produkte von Dorin in 85 Ländern der Welt anzutreffen sind

Europa hat an den Umsatzerlösen jedoch den überwiegenden Anteil. Im Jahr 2000 wurden in den Ländern Europas insgesamt 73 % Umsatzanteil erzielt – nach Italien (55 %) und Frankreich ist Deutschland hier von großer Bedeutung –,

Sektoren der Raumklimatisierung, zu 7 % für die Transportkälte und zu 3 % für weitere unterschiedliche Bereiche.



*Mario Dorin über die Anwendung der Produkte: „52 % unserer Verdichtertfertigung ist für Anwendungen in der Gewerbekälte und 38 % für die Raumklimatisierung bestimmt“*

Mario Dorin im Gespräch mit der KK: „Die Flexibilität ist einer unserer Maßstäbe. Unser Ziel ist es, unsere Fertigungs-Palette so weit als irgend möglich in engen Leistungsabstufungen und im Fertigungsdesign zu staffeln, damit unsere Verdichter für jeden spezifischen Anwendungsfall geeignet sind und den Anforderungen unserer vielen Abnehmer voll entsprechen. Zuverlässigkeit und Robustheit, dies sind die hervorstechenden Eigenschaften unserer Verdichter, mit denen wir vor keiner Herausforderung des Marktes zurückschrecken und auch im dritten Jahrtausend eine feste Bezugsgröße sein werden.“

Redaktionell zu ergänzen ist, daß die Officine Mario Dorin S.p.A. Gründungsmitglied der europäischen Verdichterherstellervereinigung ASERCOM ist und alle Verdichter unter Einhaltung der relevanten europäischen Normen und Richtlinien hergestellt werden.

*P. W.*