

Trendsetter für die Kälte- und Klimatechnik

20 Jahre Bitzer Schraubenverdichter in Serienfertigung (2)

Schraubenverdichter werden weltweit zunehmend in Kälte-, Klima- und Wärmepumpenanlagen eingesetzt. Die Zunahme von Schraubenverdichtern ist im wesentlichen darauf zurückzuführen, daß neue Profile die wirtschaftliche Anwendung von Schraubenverdichtern bei Umfangsgeschwindigkeiten < 20 m/s ermöglichen. Durch die Entwicklungen bei Bitzer konnte auch die wirtschaftliche Einsatzschwelle von vormals 300 m³/h theoretischem Fördervolumen auf < 100 m³/h gesenkt werden. So werden heute für den Kälte-Klima-Markt offene Schraubenverdichter mit Fördervolumen zwischen 84 m³/h und 220 m³/h gefertigt. Mehr dazu als Fortsetzung zu Teil 1 (KK 1/2003, Seiten 18–19) im Folgenden.

Was verbindet bzw. worin unterscheiden sich Schraubenverdichter von Kolbenverdichtern

Über die jeweils charakteristischen Merkmale und Eigenschaften äußerte sich Bert Stenzel, vormaliger Technischer Leiter bei Bitzer, vor 20 Jahren in einem Fachaufsatz (Ki 10/83) so:

„Schraubenverdichter und Kolbenverdichter zählen zu der Gruppe der Verdängermaschinen. Die Verdichtung erfolgt in beiden Fällen statisch. Die Fördercharakteristik ist bei Schraubenverdichtern jedoch weitgehend stetig. Es gibt keine freien Massenkräfte. Zu beachten ist, daß die Drehrichtung festgelegt und das Druckverhältnis eingeschränkt sind. Bei Schraubenverdichtern ist der Einfluß des Schadraumes auf den Liefergrad sehr gering. Es gibt auch im Gegensatz zu Kolbenverdichtern keine Arbeitsventile. Die Abdichtung innerhalb des Verdichters erfolgt bei Kolbenverdichtern statisch durch Dichtleisten (Kolbenringe). Bei Schraubenverdichtern wird die Abdichtung hingegen durch das Öl bewirkt. Die Abdichtung ist dynamisch und erklärt die Abhängigkeit des Schraubenverdichters von der Umfangsgeschwindigkeit. Diese charakteristischen Merkmale und Eigenschaften bestimmen im wesentlichen die Unterschiede des Betriebsverhaltens und die Schwerpunkte der Anwendung.“

Entwicklungsschritte bei „Schraubenverdichtern kleinerer Leistung“

Den Grundstock hierfür bildete die anfängliche Partnerschaft mit der Firma Kaeser in Coburg, deren gerade neu entwickelte asymmetrische Evolventengeometrie aus dem Bereich der Luftverdichterfertigung, damals unter der Bezeichnung „Sigma-Profil“ bekannt, sich auch hervor-

ragend für Bitzers Pläne zur Fertigung von Schraubenverdichtern kleinerer Leistung für die Verdichtung von Kältemittel eignete. Fertigung, Genauigkeit und das Material der Rotoren wurde entsprechend den höheren Druckanforderungen der Kältemittelverdichter angepaßt, die entsprechenden Gehäuse dazu von Bitzer selbst entwickelt und gefertigt, dies bildete dann den Grundstock für die Serienfertigung der ersten offenen Schraubenverdichter für Anwendungen der Kältetechnik ab Januar 1983.

Das Anfangskonzept waren hierbei einfach aufgebaute wälzgelagerte Verdichter in einer Leistungsgröße, die eine Serienfertigung ermöglichten, Lieferung des kompletten Zubehörs und später sogar Integration des Zubehörs weitgehend in den Verdichter sowie aber auch die Unterstützung des Anlagenbauers durch eine sehr qualifizierte Anwendungsberatung und durch die Verfügbarkeit entsprechender Handbücher.

Wegweisend für die künftigen Entwicklungsschritte war dabei ein intelligentes Ölmanagement, mit dem auf eine Vorschmierung durch eine separate Ölpumpe verzichtet werden konnte. Ebenso die späterhin entwickelte Generation von kompakten Zentrifugal-Ölabscheidern für Einzelverdichter und für einen Parallelbetrieb von bis zu sechs Verdichtern.

Die Entwicklung geeigneter Öle in Kooperation mit führenden Schmierstoffherstellern war ebenfalls maßgeblich am Erfolg der Bitzer Schraubentechnologie beteiligt. Als beste Lösung erwiesen sich schließlich speziell formulierte Synthetiköle – damit eine hohe Viskosität – bei ausreichender Mischbarkeit und Fließfähigkeit im Kältemittelkreislauf.

Flensburg. Die Markteinführung hierfür erfolgte mit ausgewählten Kunden.

Aber nicht nur deutsche Firmen waren sehr innovationsfreudig. Bereits im Herbst 1983 erfolgte z. B. die Inbetriebnahme halbhermetischer (die entsprechende Entwicklung schloß sich unmittelbar an die der offenen Schraubenverdichter bei Bitzer an) Schraubenverdichter in Fecamp, Frankreich. Im selben Zeitraum wurden auch die ersten offenen Schrauben auf Fischfangschiffen in Norwegen installiert.

Weitere richtungweisende Anwendungen aus der Pionierzeit sind z. B.:

- Kälteanlage bei Rilling Sekt mit einem 2er-Verbund. Erst nach 18 Jahren Betriebszeit wurde der erste Verdichter ausgetauscht, die Umstellung von R 12 auf das Kältemittel R 134a erfolgte im Jahr 2000.
- Wärmepumpe zur Rückgewinnung von Abwärme von Motorprüfständen bei Porsche in Weissach. Hierzu wurden zwei Kältemittelkreisläufe mit jeweils 5 Verdichtern installiert. Diese beiden Anlagen sind seit 1982 im Betrieb, Die Heizleistung beträgt 2000 kW. Eine Kältemittelumstellung von R 12 auf R 134a erfolgte im Jahr 1998.
- Halbhermetische Schraubenverdichter für Wärmepumpen in größeren Bauobjekten wurden bereits ab 1983 eingesetzt.
- Ebenfalls seit Mitte der 80er Jahre wurden Schraubenverdichter von Bitzer in Flüssigkeitskühlsätzen für Schiffsklimaanlagen verwendet.
- Super- und Hypermärkte entstanden in Europa und den USA. In vielen von ihnen gelangten halbhermetische Schraubenverdichter von Bitzer zur Aufstellung, bereits ab 1984 mit Drehzahlregelung durch Frequenzumrichter.

Technologische Weiterentwicklung und Markteinführung

Hier muß nun vor allem die Leistungsregelung durch den Einsatz statischer Frequenzumformer bei halbhermetischen und hermetischen Schraubenverdichtern Erwähnung finden. So konnte Adalbert Stenzel schon 1987 auf der DKV-Tagung in Köln über Erfahrungen aus dem Betrieb eines hermetischen Schraubenverdichters in Verbindung mit einem statischen Fre-



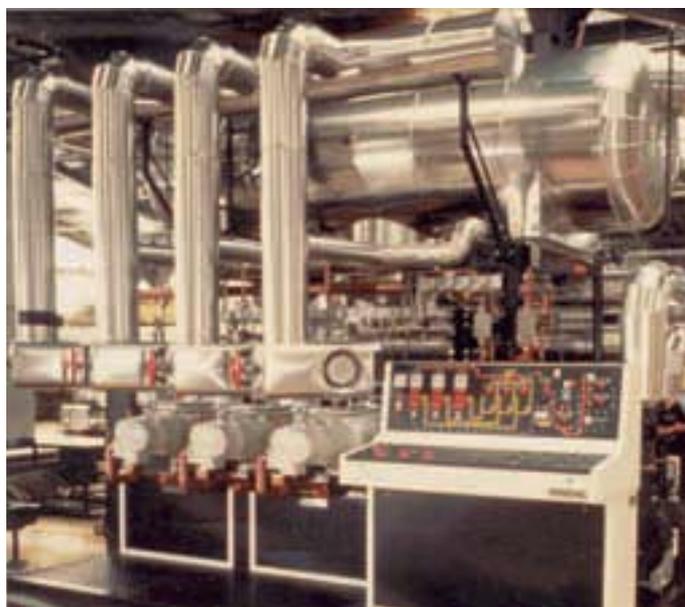
Industriewärmepumpe in Weissach. 2 Kreisläufe mit je 5 Verdichtern vom Typ HSK7061, betrieben mit R 12 (heute R 134a) bei $t_o = 0/t_c = 70$ °C

quenzumformer berichten. Hierzu Grundsätzliches: Schraubenverdichter eignen sich wie alle Drehkolbenverdichter besonders gut für den drehzahlvariablen Antrieb. Wenn man von offenen Verdichtern und deren möglichen variablen Antrieben wie Turbine, Verbrennungsmotor oder Regelgetriebe einmal absieht, so ist für halbhermetische und hermetische Verdichter mit Drehstrom-Asynchronmotoren eine stufenlose Veränderung der Drehzahl nur durch Frequenzänderung möglich.

Bitzer hat nun Mitte der 80er Jahre umfangreiche Untersuchungen über das Betriebs- und Leistungsverhalten an einem kleineren hermetischen Zweiwellen-Schraubenverdichter mit einem Förderolumen von $46 \text{ m}^3/\text{h}$ bei 2900 min^{-1} in Verbindung mit einem statischen Frequenz-

umformer in Kälte- und Klimakreisläufen durchgeführt und gewann hierbei bedeutende Erkenntnisse. So konnte 1987 auf der Deutschen Kälte-Klima-Tagung in Köln im November 1987 mit einer Gesamtbeurteilung berichtet werden:

„Nach den vorliegenden Untersuchungen eignen sich Schraubenverdichter sehr gut für den frequenzvariablen Antrieb. Dies gilt insbesondere für die Anwendung zur Raumkühlung und zur Klimatisierung. Die Leistung eines solchen Verdichters ist im Vergleich zu anderen Regelungsarten und Betriebsweisen in einem sehr weiten Bereich recht wirtschaftlich und sehr genau zu regeln. Die Kombination Schraubenverdichter/statischer Frequenzumformer kann daher eine interessante Alternative zu anderen Regelverfahren und



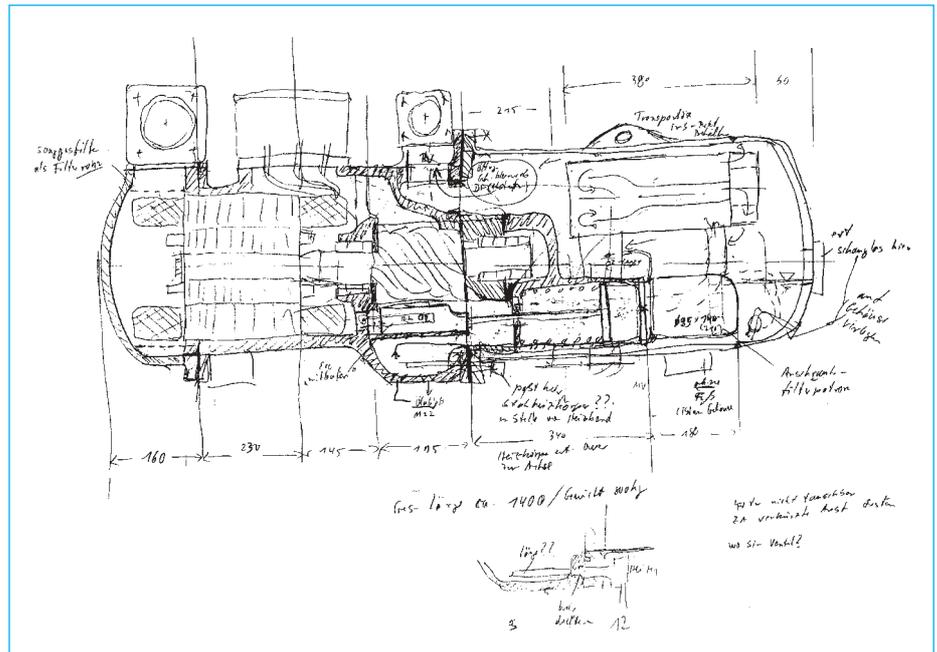
Kältezentrale für Schockfroster mit 3 Verdichtern Typ HSN7061, betrieben mit R 502 bei $t_o = 40/t_c = 80$ °C

Anlagenkonzepten darstellen, wenn das Bauvolumen der Anlage, die Laufruhe des Verdichters, die Regelungsgenauigkeit, der Regelbereich und die Wirtschaftlichkeit bei Teillast entscheidende Faktoren für die Auswahl sind.“

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor war und ist bis heute die Entwicklung eines einfachen Konzepts für den Parallelverbund bei Einsatz eines gemeinsamen Ölabscheiders. Dazu gehört eine umfassende Palette erprobten Zubehörs, wie Ölabscheider, Ölkühler und Sicherheitseinrichtungen. Ein weiterer sehr wichtiger Aspekt stellen Planungshilfen, wie zum Beispiel Auslegungs-Software und Projektierungshandbücher aller erforderlichen Komponenten einschließlich individueller technischer Beratung dar.

Die eigentliche Kompetenz von Bitzer in der Schraubenverdichtertechnologie/-fertigung lässt sich als Erfolgsmodell aus folgender chronologischer Darstellung nachvollziehbar ableiten:

- 1984 – erstmaliger Verdichter-Betrieb mit einem Frequenzumrichter (FU); auf der IKK in Nürnberg wurde ein lauffähiges Demonstrationsmodell mit einem Schraubenverdichter auf dem Ausstellungsstand von Bitzer vorgestellt. Dies wird mit einem großen Zeitabstand zu später als erste reale FU-Anwendung in der Branche angesehen.
- 1984 – Für offene NH₃-Schraubenverdichter wurde ein Programm speziell ausgelegter Ölabscheider und Ölkühler von Bitzer für den Markt entwickelt.
- 1986 – Einführung der weltweit ersten hermetischen Kompaktschrauben (Modell VSK31) durch Bitzer. Diese auch optimiert für den Bahnklimateinsatz. Zu diesem Zeitpunkt laufen schon die ersten Erprobungsmodelle im ICE. Adalbert Stenzel stellt im November die hermetischen Kompaktschrauben mit FU-Betrieb auf der Deutschen Kälte-Klimatagung in Köln vor.
- 1990 – seit Anfang der 90er Jahre gibt es bei Bitzer ein eigenes Profilberechnungsprogramm, das gemeinsam mit einer ausländischen Universität für hocheffiziente asymmetrische 5/6er Profile entwickelt wurde, und nun das Sigma-Profil von Kaeser bei den Zweiwellen-Schraubenverdichtern ersetzen kann.
- 1992 – Einführung der Kompaktschrauben „HSKC“ ($V_{th} = 140 \dots 250 \text{ m}^3/\text{h}$ bei 50 Hz). Hierbei handelt es sich um hermetische Schraubenverdichter mit integriertem Ölabscheider.
- 1993 – Bitzer erzielt einen Durchbruch im Supermarktgeschäft in den USA mit Einführung der HS 53-Serie. Hierbei handelt es sich um semihermatische



Erste Entwurfsskizze von Chefkonstrukteur Rolf Dieterich für die Baureihe CSH

Schraubenverdichter im Leistungsbe-
reich von $V_{th} = 84 \dots 118 \text{ m}^3/\text{h}$ (50Hz),
mit dieser Baureihe hat Bitzer den
Marktbedarf in den USA genau getroffen.

- 1994 – Bitzer erhält vom BMFT einen Forschungsauftrag, der ein Entwicklungsprojekt für offene und halbhermetische NH₃-Schraubenverdichter darstellt.
- 1998 – Für die Kaffee-Gefriertrocknung in England wird eine erste CO₂-Versuchsanlage als Tiefkühlkaskade im Rahmen eines Feldversuchs installiert.
- 1999 – Markteinführung einer konstruktiv eigenständigen Baureihe von Kompaktschrauben CSH ($V_{th} = 197 \dots 258 \text{ m}^3/\text{h}$ bei 50 Hz), die über eine stufenlose Schieberregelung / mit Auto-Economiser) verfügen. Dies erbringt Bitzer enorme Zuwachsraten besonders im Klimabereich.
- 1999 – Einführung des Heliumtests zur Dichtheitsprüfung als integrales Verfahren. Die Erfordernis ergibt sich in Anbetracht steigender Produktionszahlen und für die Gewähr eines höchstmöglichen Qualitätsstandards.
- 2002 – „Made by Bitzer“ folgt „Made in Germany“. Die aus Sindelfingen/ Deutschland bekannten Fertigungs- und Qualitätsstandards kommen auch bei den Tochterfirmen in Europa, Amerika und Asien zur einheitlichen An-

wendung. Hierzu erhält ein Qualitäts-
handbuch für die ganze Welt Gültigkeit.
Dies bedeutet neben vielen anderen
Qualitätsvorgaben z. B. den Probelauf
mit Funktions- und Leistungsmessung
jedes einzelnen Verdichters, wobei ca.
70 Parameter pro Verdichter erfaßt und
dokumentiert werden.



Bitzer CSH85: Diese bekannte Baureihe wird
derzeit erweitert um die Ausführungen
 $V_{th} = 465 \text{ m}^3/\text{h}$ und $522 \text{ m}^3/\text{h}$ bei 50 Hz, die für
R 134a optimiert wurden. Die Markteinführung
wird in Kürze erfolgen.

Über die Marktpräsenz von Bitzer-Schraubenverdichtern

In Europa beliefert Bitzer nach eigenen
Angaben inzwischen alle maßgeblichen
OEM(Original Equipment Manufacturer)-
Firmen mit Schraubenverdichtern und gilt
deshalb mit Abstand als Marktführer für
dieses Produktsegment. Für die Marktent-
wicklung trägt ein stark anhaltendes
Wachstum in Osteuropa einschließlich

Rußland neben dem Klima – speziell auch bei Schraubenverdichtern für reine kälte-technische Anwendungen bei.

In den Märkten des mittleren Ostens, der Region mit den weltweit härtesten Einsatzbedingungen, gilt Bitzer ebenfalls mit Abstand zum Wettbewerb als Marktführer und beliefert dort alle wesentlichen OEM-Firmen mit seinen Erzeugnissen.

Sehr erfreulich gestaltet sich auch die Geschäftsentwicklung in den USA, zu welchem wesentlich ein starker Partner und selbst ein weltweit kompetenter Verdichterhersteller, aber auch eine gute Verfügbarkeit der Produkte ab Lager und die durchweg vorhandene UL-Abnahme beitragen.

In China hat Bitzer nach nunmehr fast 10 Jahren Marktpräsenz in Form eines Joint-Ventures mit einem chinesischen Partner – daneben aber auch mit einer eigenen Filiale – im April 2002 als erster und bislang einziger europäischer Hersteller mit der Montage und dem Service von Schraubenverdichtern in Peking begonnen. Dies erfolgt im Werk Bitzer Compressors Beijing (BCB), Bitzers nunmehr zweiter Fertigungsstätte in China (siehe KK 12/2002, Seiten 32–33), die sich allerdings nun zu 100 % im Bitzer-Eigenbesitz befindet. Seit August 2002 produzieren in Deutschland geschulte Fachleute auch die Verdichter-Einzelteile in der BCB-eigenen mechanischen Fertigung selbst. Unter Einbeziehung dieser wichtigen Produktionserweiterung ist Bitzer im asiatischen Raum mit seinen Produkten stark präsent und rechnet auch weiterhin mit starken Zuwächsen.

Zur aktuellen Situation und über Zukunftsperspektiven aus Sicht von Bitzer

Hierzu die Prognose von Hans P. Meurer, Vizepräsident Internationaler Vertrieb und Marketing bei Bitzer, in einer ganzheitlichen Betrachtung: „Der Trend hin zu Bitzer Schraubenverdichtern in allen Anwendungsbereichen, von Tiefkühlung über Normalkühlung und Klima bis hin zu Wärmepumpen, mit den üblichen Kältemitteln einschließlich NH_3 hat Bitzer im Jahr 2002 eine Zuwachsrate von insgesamt fast 40 % gegenüber 2001 ermöglicht. Eine ähnlich positive Entwicklung zeichnet sich auch für die nächsten Jahre bereits deutlich ab.“



Hans P. Meurer, Mitglied der Geschäftsleitung von Bitzer: „Der Trend hin zu Bitzer Schraubenverdichtern in allen Anwendungsbereichen, von Tiefkühlung über Normalkühlung und Klima bis hin zu Wärmepumpen hat Bitzer in 2002 eine Zuwachsrate von insgesamt fast 40 % gegenüber 2001 ermöglicht“

Im Bereich Kälte beobachtet man bei Bitzer einen starken Trend hin zum Parallelverbund anstelle großer Einzelverdichter, was die Betriebssicherheit fördert und andererseits einen hohen Teillast-Wirkungsgrad bewirkt. Dadurch erwartet Bitzer einen weiteren steigenden Bedarf an halbhermetischen und offenen Schraubenverdichtern aus den HS- und OS-Serienbaureihen ($V_{th} = 84 \dots 250 \text{ m}^3/\text{h}$ bei 50 Hz).

Speziell die Klimaanwendungen betreffend werden Bitzer Kompaktschrauben derzeit mit dem Kältemittel R 407C betrieben, in einigen Bereichen der Welt wird nach wie vor R 22 als Kältemittel gefordert. Dennoch beobachtet man bei Bitzer einen Trend hin zu R 134a, dies wegen der im Vergleich zu anderen H-FKW-Kältemitteln unerreichbar hohen Energieeffizienz.

Das speziell im Klimabereich überproportionale Wachstum (bei Bitzer +75 % nun schon im zweiten Jahr in Folge) führt auch zu stark zunehmenden Geschäftsverbindungen mit großen OEM-Partnerfirmen. Für derartige international tätige Unternehmen erscheint Bitzer mit seinen Produkten als kompetenter Partner. Die aus eigener Kraft stark wachsende Firmengruppe mit rund 1400 Mitarbeitern, Bitzer befindet sich nach wie vor im Allein-

besitz von Senator h. c. Peter Schauler, gilt als weltweit größter unabhängiger Spezialist von Schraubenverdichtern „kleinerer Leistungen“ und ist mit insgesamt 23 Tochterfirmen in allen wesentlichen Regionen und Ländern der Welt vertreten. Weit mehr als 100 technische Spezialisten, sowohl in den Tochtergesellschaften vor Ort als auch im Stammhaus in Sindelfingen, sind in den Bereichen Forschung, Entwicklung, Anwendungsberatung und technischer Verkauf für alle Anforderungen aus dem Abnehmerkreis tätig. Weiterhin dient eine enge Zusammenarbeit mit einer Vielzahl bewährter Vertragspartner im Bereich lokaler Handel und Service dazu, Bitzers Präsenz in der Welt in den kommenden Jahren noch weiter auszubauen.

Made by Bitzer

Um der weltweit steigenden Nachfrage nach Bitzer Schraubenverdichter gerecht zu werden, erfolgt im Jahr 2003 der Umzug von Sindelfingen nach Rottenburg-Ergenzingen. Nach dem ersten Spatenstich am 5. Juli 2002 (hierüber berichtete KK in ihrer August-Ausgabe auf den Seiten 50–53) und Baubeginn am 15. August ist inzwischen der Rohbau fertiggestellt und die ersten Fertigungszentren sollen bereits in der ersten Märzwoche in der mechanischen Fertigung aufgebaut werden.

Hier, südlich von Stuttgart und Sindelfingen entsteht die weltweit wohl größte und modernste Fertigungsstätte für Schraubenverdichter. Die Kapazität der voll klimatisierten Fertigung soll bereits Ende dieses Jahres 15 000 Schraubenverdichter betragen. In der Endstufe wird bei Bitzer die jährliche Fertigung von 25 000 Schraubenverdichtern angestrebt, bei Nutzung weiterer logistischer Optionen könnte die Jahresproduktion sogar 30 000 Schraubenverdichter bedeuten.

Als weiteren Schritt entsteht auf einer Fläche von 2500 m² ein hochmodernes Forschungs- und Entwicklungszentrum, dieses ist dann direkt an die Produktion in Rottenburg-Ergenzingen angebunden. In enger Zusammenarbeit mit der Fertigung und den weiteren technischen Abteilungen, aber auch mit Bitzers Vertragspartnern überall in der Welt soll dieses Technologiezentrum den multinationalen Wirkungskreis verstärken. Mit dem künftigen Standort Rottenburg-Ergenzingen werden



Keine Technologie zum Ausruhen. Bitzers Schraubenverdichter „kleinerer Leistung“. Im Vordergrund die vollhermetischen Kompaktschraubenverdichter VSK31 (l.) und VSK41 (r.), links seitlich dahinter ein Schnittmodell der halbhermetischen Kompaktschraube CSH65 mit integriertem Ölabscheider und Öleinspritzung, die Schnittmodelle rechts zeigen die offene Type OS53 und dahinter die halbhermetische Schraube HS53. Mit dieser Erzeugnispalette kann Bitzer optimistisch in die weitere Unternehmenszukunft schauen

somit optimale Voraussetzungen geschaffen, um die Kompetenzführerschaft des Unternehmens Bitzer bei Schraubenverdichtern, die seit ihrem Start mit dem offenen Schraubenverdichter OST7061 am 26. Januar 1983 einen bedeutenden Technologiesprung innerhalb des Kälte- und Klimamarkts darstellen, global weiter auszubauen.

P. W./M. H./U. S.