

# BILDUNG

## Praxisseminar halbhermetische Verdichter

**Probleme in Kältesystemen werden nicht durch das Austauschen eines defekten Verdichters beseitigt. Die wirkliche Ursache für einen Verdichterausfall müsste unbedingt gefunden werden. Ansonsten riskiert der Fachmann einen erneuten Schaden.**

Claudio Müller

Stellt der Verdichter aber eine Blackbox dar, bemüht sich wohl niemand, eine Fehlerquelle zu finden und zu beseitigen. Die Kenntnisse des Verdichteraufbaus und der Verdichtfunktion sind unerlässlich, um Kältesysteme zuverlässig instand zu setzen.

GEA Bock in Frickenhausen bietet aus diesem Grund Seminare für Kältefachleute an. Die Abschlussklasse der Kältemonteure in zweijähriger Zusatzlehre der gibb Bern hat zum Jahresbeginn ein Seminar zu halbhermetischen Verdichtern besucht. Schwerpunkte der Exkursion mit zweitägigem Seminar waren:

### Entwicklungen und Tendenzen in der Kältebranche:

– optimierte Kolbenverdichter für R-134a (Typen HG.134a, HG34e; höhere Energieeffizienz durch optimierte Strömungs-

querschnitte und Ventilgeometrie, und durch Elektromotoren mit höherem Wirkungsgrad)

– Verdichter für Ex-Schutz und für brennbare Kältemittel (ATEX-Ausführung für Anwendungen in der Chemieindustrie, Raffinerien, Tankstellen; Verdichter mit ATEX-Anschlusskasten und elektrischem Potenzialausgleich sowie antistatischem Anstrich und Überwachung der Heissgastemperaturen in den Zylinderköpfen)

– CO<sub>2</sub>-Verdichter für subkritische Anwendungen bis 40 bar/CO<sub>2</sub>-Verdichter für transkritische Anwendungen bis 130 bar

### Führung durch die Verdichterproduktion

Wichtige Stationen des Maschinenbaubetriebs für die Verdichtertfertigung: Wareneingang → Prüfverfahren → mechanische Bearbeitungszentren → Werkzeuglogistik → Verdichter- und Aggre-

gatemontage → Endkontrolle → Lackierung → Spedition.

Ein eindrücklicher Einblick gab die Werkzeuglogistik in der spanabhebenden Bearbeitung: ein Fräser für ein Gehäuse aus Grauguss (GG) hat eine Standzeit von ca. 70 min. Um die Fertigungsgenauigkeit einhalten zu können, muss danach das Werkzeug instand gesetzt werden. Bei der Bearbeitung von Sphäroguss (GGG) beträgt die Standzeit sogar nur gerade ca. 30 min.

### Expertise an defekten Verdichtern

Eine Abteilung untersucht defekte Verdichter und ermittelt Ausfallursachen. Dabei sind diverse Ursachen sehr rasch zu ermitteln: Feuchtigkeit im System, Ölmangel, Motorausfall durch Kupfer-Späne in der Wicklung, Motorbrand durch Überlastung, Flüssigkeitsschläge, hohe Verdichtungsendtemperaturen.

### Transkritisches CO<sub>2</sub>-System

Die Besichtigung der transkritischen CO<sub>2</sub>-Schulungsanlage hat einen aufschlussreichen Einblick in ein modernes Anlagenkonzept gegeben. Mit der Schulungsanlage wird eine Boosterkältemaschine für den Betrieb von Pluskühlung und Tiefkühlung in einem Supermarkt in Funktion dargestellt. Die verschiedenen Drucklagen vom Hochdruck zum Mitteldruck und weiter zum Niederdruck können hier nachvollzogen werden. Ebenso wird die Drosseldampfabsaugung im Mitteldruck mit den erforderlichen Regeleinrichtungen deutlich gemacht.

### Praxisseminar

An einem defekten Verdichter wurde eine elektrische und eine mechanische Störungsdiagnose durchgeführt. In konzentrierter Atmosphäre haben die Kältemonteure an einem HG22-Verdichter mit der elektrischen Kontrolle begonnen. In logischer Reihenfolge wurde der Motoranschluss durch Einsatz von Multimeter und Anschlusschema geprüft:



Kältemaschine mit Schraubenverdichter für eine Umweltsimulationsanlage



Kaltwassermaschine

- korrekte Brückenlage entsprechend der Netz- und Strangspannung: in diesem kleinen Verdichter soll eine Sternbrücke für Direktanlauf eingebaut sein.
- Widerstandsprüfung der Wicklungen U/V/W mit Kontrolle auf Wicklungsschluss. Der Wicklungswiderstand ist dabei üblicherweise nicht bekannt, aber der Widerstand der einzelnen Stränge soll nicht mehr als 10 % abweichen.
- Prüfung der Wicklungen auf Masseschluss
- Kontrolle des PTC-Kaltleiterfühlers: bei 25°C weist dieser einen Widerstand von ca.  $3 \times 60 \Omega = 180 \Omega$  auf
- Kontrolle des Widerstands vom PTC zur Motorwicklung oder Masse
- Prüfung des Wärmeschutzfühlers im Zylinderkopf mit ca.  $50 \Omega$
- Kontrolle des Anschlusses am Motorschutzgerät MP10

Nach dem Feststellen der einzelnen, elektrischen Fehler wurden die Verdichter zerlegt, mit dem Ziel, die Motorwicklung zu ersetzen. Unter gezielter Anleitung von Peter Spies waren die Wicklungen nach wenigen Handgriffen aus den Motorgehäusen ausgebaut. Es gilt zu erwähnen, dass die Verdichter nicht unter Druck standen und



**Wer weiss, worüber hier diskutiert wird.**

auch nicht mit Schmieröl befüllt waren! Im Umgang mit der Statorwicklung ist jeweils darauf zu achten, dass diese nicht auf die feinen Wicklungsdrähte (Wicklungskopf) abgestellt wird. Ansonsten wäre die Beschädigung des Lackdrahtes die Ursache für einen späteren Wicklungsschaden.

**Für die mechanische Kontrolle** wurden die Verdichter in ihre sämtlichen Einzelteile zerlegt: Zylinderkopf mit Dichtungen, Ventilplatte, Ölpumpe mit Dichtungen, Frontdeckel, Exzenterwelle, Pleuel mit Pleuel und Pleuelager.

- Kontrolle der Pleuel und Pleuelager
- Kontrolle der Ölsaug- und Überströmbohrungen

Die Beurteilung der Mechanik wurde in erster Linie gemacht, um den Teilnehmern das Verständnis für die Funktion des Verdichters näherzubringen. Beim Zusammenbau der Teile hat es mehrere Aha-Effekte gegeben: Beispielsweise müssen Kolben in der Richtung der Ventileinfräsungen eingebaut sein, Zylinderkopf- und Saugdeckelschrauben haben unterschiedliche Längen, die Ölpumpe passt nur in einer definierten Stellung und andere.

Wichtig beim Zusammenbau ist auch die Unterscheidung von Ölabbstreifring unten und Minutenring (Verdichtungsring) oben am Pleuel. Die beiden Ringe weisen ein unterschiedliches Profil auf und die Oberseite ist beim Einbau stets zu beachten.

Das Seminar wurde abgeschlossen mit einer Serie eindrucksvoller Schadensbilder an Verdichtern:

- Ursachen von Schmutz, Zunder und Spänen → Ablagerungen an Ventilen im Einspannbereich, Längsriefen in Zylinderwand und am Pleuel, Verstopfen der Saugsiebe.

Danach war das Analysieren der Einzelteile gefragt:

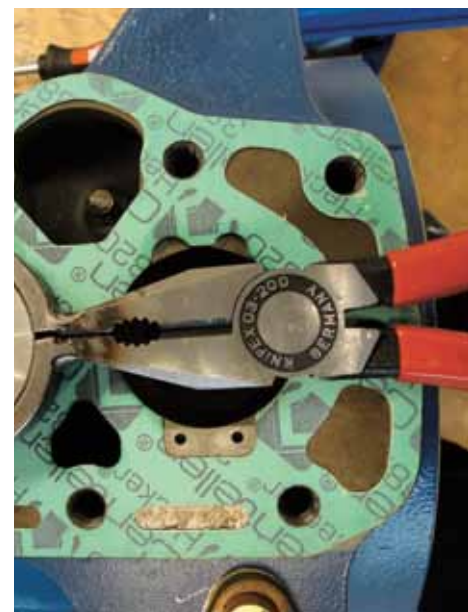
- Saugventile optisch und akustisch kontrollieren, Ventile dürfen nicht flattern! Ventile sind entweder dicht oder defekt, einen andern Zustand gibt es nicht.
- Druckventile optisch und im Licht testen
- Saugfiltersieb auf Verschmutzung prüfen
- Ölsaugsieb auf Verschmutzung prüfen
- Hauptlager optisch kontrollieren
- Beurteilung der Zylinderbuchsen und Pleuel



**CO2-Booster-Kältemaschine**



**Klemmenbrett HG22**



**Kolbenringzange**



Gruppenbild gibb-Klasse KAMZ 2010–2012

- Ölmangel → hervorgerufen durch zu geringe Ölfüllmenge, mangelhafte Leitungsführung und Ölrückführung, grosser Ölwurf durch Ölüberfüllung oder mechanischer Verschleiss.
- Feuchtigkeit im Kreislauf (200–300 ppm Feuchtigkeit im Öl) → Öl wird grau/anthrazit-farbig, Belag im Carter, an Wicklungen

und an Ventilplatten, Ölkonsistenz wie Handcreme.

- Feuchtigkeit im System mit Hitzeinwirkung → Kupferplattierung an Stahlteilen wie Kolbenbolzen, Ventilplatten und allenfalls an Stahl-Gleitringen. Bildung von Korrosion, Lochfrass und Rost.
- Hohe Verdichtungsendtemperatur → gelb-braue Verfärbung an den Ventilplatten, Ölkohle an Heissgasventilen, Kolbenboden schwärz verfärbt, braune Verfärbung am Haupt-Gleitlager.
- Flüssigkeitsanteile an den Motorwicklungen → riesige Temperaturdifferenzen zwischen Kältemittel und Wicklungen können zu Explosionen der Wicklungen führen.
- Feinporiger Ölschaum im Carter → ungenügende Schmierung, Riefen in den Hauptlagern, ausgeschlagene Pleuel- und Kolbenlager
- Lecksuchadditive im Öl → vermindern die Oberflächenspannung des Öls, Schmierung ist ungenügend
- Verdichter von Neuanlagen im Vakuum unter Spannung gesetzt → am Klemmbrett schlagen im Vakuum Funken

über! Als Isolator wirkende Gase fehlen im Vakuum.

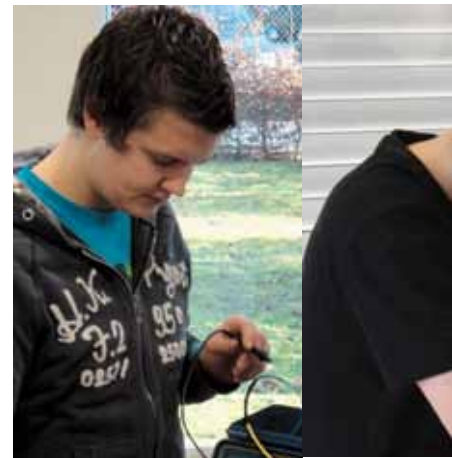
Weitere hilfreiche Hinweise zu diesem Thema sind zu finden unter: <http://www.bock.de/Fehler-Analyse.html>

### Verbundanlagenfertigung

Die Exkursion der Berufsschulklassen hatte als weiteren Höhepunkt den Besuch der Christof Fischer Kälte und Klima GmbH. Kältekomponenten so weit das Auge reicht, zu bestaunen im Logistikkeller in Fellbach. Der Ablauf einer effizienten Logistik konnte hier am Beispiel von bekannten Artikeln aus dem Alltag eines Kältemonteurs erlebt werden. Im Stammhaus in Stuttgart hat die Klasse hautnah den Aufbau von Kältesätzen und Verbundanlagen mitverfolgt. Die Besichtigung beim Aufbau von standardisierten Verbundanlagen, individuellen Verbundanlagen mit Scroll-, Hubkolben-, oder Schraubenverdichtern, Spezialanlagen für Umweltsimulationen, Drucklufttrockner für die Autoindustrie und Elektroschaltschränke, gab einen tiefen Einblick in das Tätigkeitsgebiet der Firma. Speziell beeindruckend war die saubere Verarbeitung der Edelstahlrohre in geschweisster oder in gelöteter Ausführung!

### Zeitgeschichte

Nicht nur für Autofans spannend, lohnt sich ein Besuch im Mercedes-Benz-Museum in Stuttgart. Anhand der Entwicklung des Automobils und weiterer treffend ausgewählter Objekte, wird mit viel Stil das vergangene Jahrhundert ansprechend dargestellt. Von den ersten Verbrennungsmotoren bis hin zu Fahrzeugen mit hoch-effizienten Dieselmotoren, oder alternativen Antriebskonzepten mit Elektro- oder Brennstoffzellen-Antrieb, zeigt das Museum glanzvolle Automodelle aus dem Rennsport und verschiedene originale Fahrzeuge berühmter Persönlichkeiten. ■



### Kältemonteurs der gibb-Klasse KAMZ 2010–2012

Blatter	Marcel
Canforelli	Aristide
Dell'Oca	Oliver
Dörig	Fabian
Frank	Kevin
Girardey	Alexandre
Henning	Thomas
Illi	Pascal
Kilchenmann	Beat
Koster	Stefan
Lehmann	Kurt
Meier	Stefan
Monhart	Debatik
Müller	Marc
Neff	Florian
Sieger	Raphael
Tschan	Andreas
Zenhäusern	David

Wegen Krankheit nicht an der Reise teilnehmen konnte Fabian Dörig. Als Reiseleiter und Berufsschullehrer unterstützte Claudio Müller die Klasse.

