

DRUCKGASTEMPERATURÜBERWACHUNG FÜR COPELAND™ ZH- SCROLLVERDICHTER

1 Generelle Hinweise zum Verdichterschutz für Copeland™ Scrollverdichter

Schlechtes Anlagendesign bei Wärmepumpen oder Fehlfunktionen können zu Verdichterbeschädigungen führen. Tests zur Betriebssicherheit haben nachgewiesen, dass der Betrieb ausserhalb der Anwendungsgrenzen, eine unzureichende Sauggasüberhitzung des Expansionsventils, Flüssigkeitsschläge oder Betrieb bei unzulässig hohen Druckgastemperaturen zu permanenten Verdichterschäden führen können.

Zur Erhaltung der Betriebssicherheit wird dringend empfohlen:

- Verdampfungs- und Verflüssigungsdrücke über einen elektronischen Regler zu überwachen, damit zu jeder Zeit ein Betrieb innerhalb der zulässigen Betriebsgrenzen gewährleistet wird.
- Sauggasüberhitzung überwachen. Einhaltung der minimal und maximal zulässigen Sauggasüberhitzung.
- Druckgastemperaturüberwachung und –begrenzung.

Zusätzlich sollten folgende Sicherheitseinrichtungen installiert werden:

- Niederschalter.
- Hochdruckschalter nach EN378.
- Druckgastemperaturschutz.

Diese technische Information bezieht sich im Wesentlichen auf den Druckgastemperaturschutz, weitere Hinweise zu den anderen Schutzeinrichtungen, siehe Verdichter Anwendungshinweise.

2 Ursachen für unzulässig hohe Druckgastemperaturen

Häufige Ursachen für hohe Druckgastemperaturen, welche zu einem Betrieb ausserhalb der zulässigen Anwendungsgrenzen führen können.

- Verringerte Wärmeübertragung im Wärmetauscher, beispielsweise durch:
 - Fouling;
 - reduzierter oder blockierter Wasser/Sole Massenstrom in den Verdampfer/Verflüssiger;
 - reduzierter oder blockierter Luftstrom in den Verdampfer, aufgrund von Frost, Schnee, Laub oder sonstiger Verschmutzung.
- Absinken der Verdampfungstemperatur, ausgelöst durch Frost, Eisbildung, gefrierenden Regen, oder hohe Luftfeuchtigkeit.
- Indirekte Überwachung der Betriebsbedingungen des Verdichters durch Wasser- Sole- oder Lufttemperaturen. Die Überwachung kann ungenau sein und besonders bei sich ändernden Bedingungen zu unkorrekten Ergebnissen führen.
- Flüssigkeitsschläge oder unzulässige Sauggasüberhitzung bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen.
- Unzulässig hohe Sauggastemperatur durch hohe Umgebungstemperaturen oder Leckagen des 4-Wegeventils.
- Kältemittelmangel.
- Falsch eingestellte Zeitverzögerung oder Abschaltwerte für Hoch- oder Niederdruckwächter.

Zur Vermeidung unzulässig hoher Druckgastemperaturen im Normalbetrieb sollte der zulässige Anwendungsbereich des Verdichters hinsichtlich Sauggasüberhitzung, oder Verdampfungs- und Verflüssigungstemperaturen eingehalten werden. Zur Vermeidung unerlaubter Druckgastemperaturen aufgrund von Störungen, sollte eine Druckgastemperaturüberwachung eingesetzt werden.

3 Auswirkungen von unzulässig hohen Druckgastemperaturen

Beispiele für Probleme, welche aus unerlaubten Druckgastemperaturen resultieren können:

- Aufgrund der Vermischung von Kältemittel und Öl, sind Teile des Öls bei/nach der Verdichtung hohen Druckgastemperaturen ausgesetzt. Werden maximal zulässige Druckgastemperaturen überschritten, kann das Öl "verkoken" (starke Erhitzung). Kohlereste können sich in dem Bereich der hohen Druckgastemperaturen (z.B. an Ventilen, Ölkanälen, Ölfiltren usw.) ablagern. Dabei wird das Öl beschädigt und verliert seine Schmierfähigkeit. Dies kann zu einer Beschädigung der mechanischen Teile und langfristig zu einem Verdichterschaden führen.
- Ausserdem kann die chemische Stabilität des Kältemittels beschädigt werden.
- Beschädigungen des Kältemittels und des Öls können gleichzeitig auftreten.
- Die unter 1) und 2) aufgelisteten Probleme können häufiger auch gleichzeitig auftreten, besonders weil sich die chemische Reaktionszeit pro 10K Temperaturerhöhung verdoppelt. Dies kann direkt zu chemischen Reaktionen zwischen Öl, Kältemittel und Dichtungsmaterialien führen. Daraus können verschiedene Systemkontaminationen, wie Säurebildung, resultieren.

4 Überwachung der Druckgastemperatur

Die Überwachung der Druckgastemperatur ist ein guter Indikator zur Anzeige von Fehlern bei der Systemüberwachung. Für einen einwandfreien Anlagenbetrieb ist die korrekte Regelung der Verdampfungs- und Verflüssigungsdrücke, sowie der Sauggasüberhitzung essentiell. Dies gilt für verschiedene mögliche Betriebszustände, besonders bei hohen Lastanforderungen.

Die Verdichtermodelle ZH12K4E bis ZH45K4E, ZH06KVE bis ZH18KVE, ZH04K1P bis ZH19K1P und ZHI05K1P bis ZHI23K1P verfügen über keine interne Druckgastemperaturüberwachung. Für einen ausreichenden Verdichterschutz müssen diese Verdichtermodelle mit einem externen Druckgasüberhitzungsschutz ausgestattet werden.

Die Verdichtermodelle ZH56K4E bis ZH11M4E und ZH24KVE bis ZH48KVE sind mit einem internen Thermistor am Druckgasausgang der Scrollspiralen ausgestattet. Dieser Thermistor ist mit den anderen Thermistoren im Scrollverdichter in Reihe zusammengeschaltet. Die Thermistorkennlinie wird durch einen elektronischen Motorschutz überwacht. Dieser löst bei unzulässig hohen Druckgastemperaturen aus und stoppt den Verdichter.

Bei den drehzahlgeregelten Scrollverdichtern ZHW08K1P und ZHW16K1P befindet sich der interne Temperatursensor am Druckgasaustritt der festen Scrollspirale. Bei unzulässig hohen Druckgastemperaturen wird der Verdichter über den Inverter abgeschaltet. Auf den Wert der Druckgastemperatur kann über die Modbus-Schnittstelle zugegriffen werden.

Ein interner NTC Temperatursensor befindet sich bei den Baureihen ZHI27K1P bis ZHI40K1P am Druckgasaustritt der festen Scrollspirale. Der Sensor muss zur Druckgastemperaturüberwachung an den Systemregler angeschlossen werden. Temperatur-Widerstandskennlinie siehe **Tabelle 2**.

5 Temperatursensoren und Druckgasthermostate zur Überwachung

Zur genauen Überwachung der Druckgastemperatur wird der Einsatz eines NTC Temperatursensors oder PT100 empfohlen. Die Widerstandskennlinie sollte über den Systemregler überwacht werden. Der Abschaltwert sollte in Abhängigkeit der Modellbaureihe und maximalen Toleranz der Temperaturgenauigkeit gewählt werden.

Die maximal zulässige Druckgastemperatur beträgt beispielsweise für die Verdichtermodelle ZH18KVE 130°C (siehe **Tabelle 1**). Die Auswahl des geeigneten Abschaltwertes sollte anhand der Sensortemperaturtoleranz und der Temperaturabweichung zwischen Druckgastemperatur und der Temperatur an der Meßstelle (Wärmeverluste) durchgeführt werden. Dieser Temperaturunterschied hängt von den individuellen Systembedingungen ab. Die Angabe einer allgemeingültigen Temperaturabweichung ist nicht möglich, diese sollte durch Labortests über den kompletten Anwendungsbereich ermittelt werden. Sollte in diesem Fall eine maximale Temperaturabweichung von 10K festgestellt werden, so ist ein Abschaltwert von 120°C zu wählen.

Druckgasthermostate haben aufgrund ihres Aufbaus üblicherweise höhere Temperaturtoleranzen. Die von Emerson Climate Technologies angebotenen Druckgasthermostate verfügen über eine nominelle Temperaturtoleranz von $\pm 4.4K$. Zur Einhaltung der Sicherheit sollte für den ungünstigsten Fall die volle Temperaturtoleranz eingerechnet werden, was sogar in manchen Situationen zum Auslösen des Druckgasthermostats noch innerhalb der zulässigen Anwendungsgrenzen führen kann.

6 Installation der Druckgastemperaturüberwachung

Der Druckgasthermostat sollte, etwa 120 mm entfernt vom Druckanschluss, extern auf der Druckleitung montiert werden. Der zu den jeweiligen Verdichtermodellen zugehörige Druckgasthermostat ist auf den notwendigen Rohrdurchmesser der Druckleitung (z.B. für 12,8 mm) angepasst. Zur Vermeidung eines fehlerhaften Einflusses durch Umgebungstemperaturen sollte der Thermostat isoliert werden, wie in den **Abbildungen 1 und 2** gezeigt. Hinweise zum elektrischen Anschluss des Druckgasthermostaten siehe Anwendungshinweise.

Sorgfältig durchgeführte Systemtests gewährleisten sicheren Verdichterschutz und verhindern unnötiges Abschalten bei korrekten Betriebsbedingungen.

Sole/Wasser Wärmepumpen werden typischerweise nicht an den extremen Rändern des zulässigen Anwendungsbereichs betrieben. Der Einsatz von Druckgasthermostaten zur Überwachung ist in diesem Fall eine gute Option.

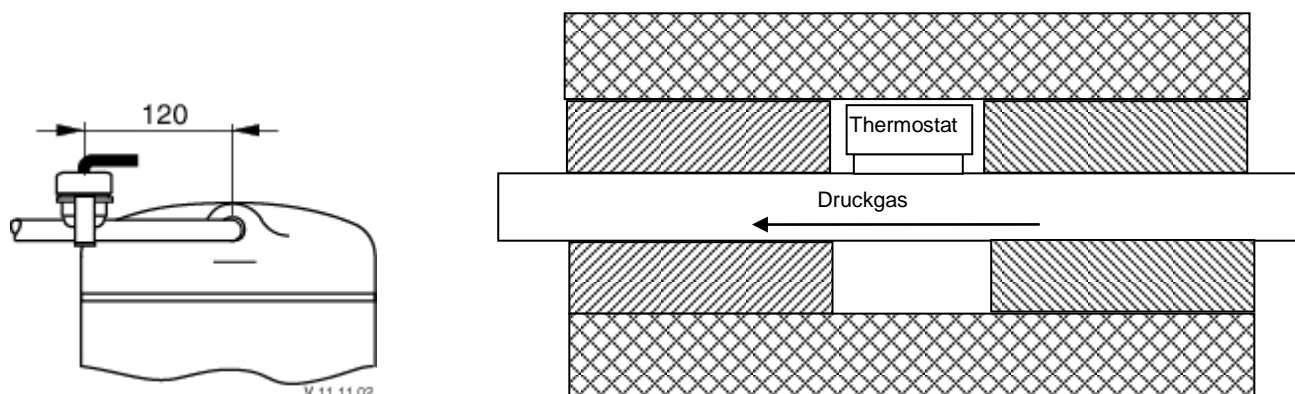


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Isolation zur Vermeidung eines fehlerhaften Einflusses der Umgebungstemperatur

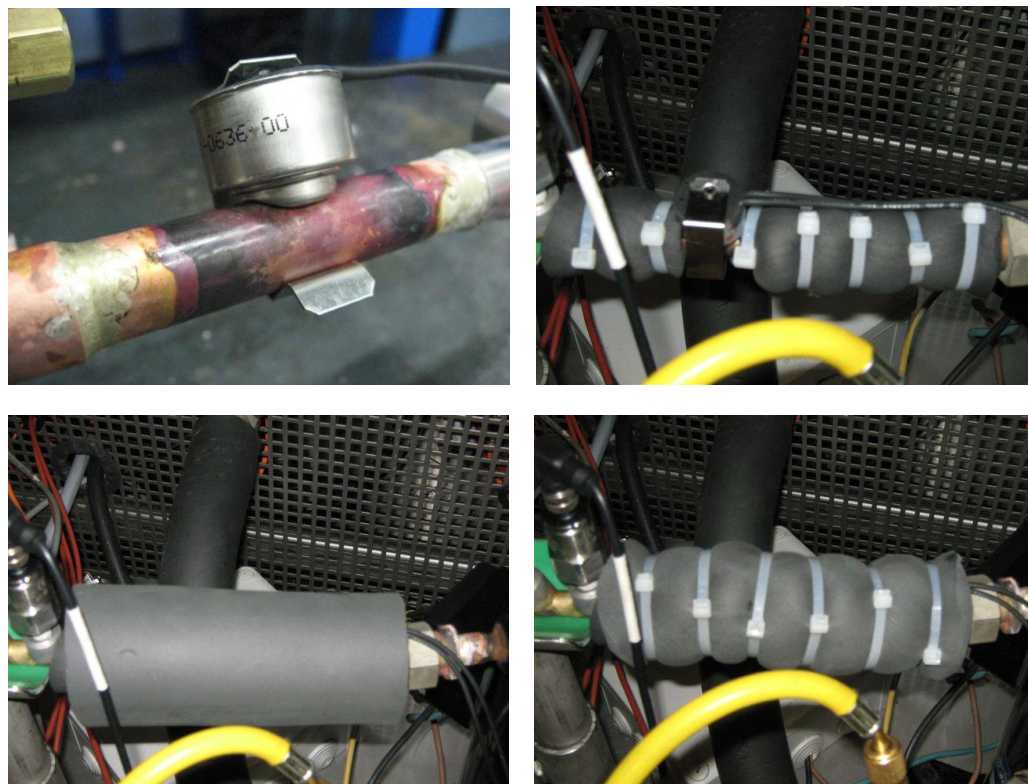


Abbildung 2: Montagebeispiele zur Installation des Thermostats mit Isolierung

Verdichter	Kältemittel	Max Druckgastemp. in °C am Sensor	Schutzart	Sollwert Abschaltung
ZH12K4E bis ZH45K4E	R407C/R134a	140°C	Externer Temperatursensor oder Thermostat notwendig	Systemtest zur Festlegung des Abschaltwertes notwendig
ZH06KVE bis ZH18KVE	R407C	130°C	Externer Temperatursensor oder Thermostat notwendig	Systemtest zur Festlegung des Abschaltwertes notwendig
ZH56K4E bis ZH11M4E	R407C/R134a	140°C	Interner Sensor + externer Motorschutz	Im Motorschutz fest eingestellter Abschaltwert, keine Änderungsmöglichkeit
ZH24KVE bis ZH48KVE	R407C	140°C	Interner Sensor + externer Motorschutz	Im Motorschutz fest eingestellter Abschaltwert, keine Änderungsmöglichkeit
ZH04K1P bis ZH19K1P	R410A	140°C	Externer Temperatursensor oder Thermostat notwendig	Systemtest zur Festlegung des Abschaltwertes notwendig
ZHI05K1P bis ZHI23K1P	R410A	135°C	Externer Temperatursensor oder Thermostat notwendig	Systemtest zur Festlegung des Abschaltwertes notwendig
ZHI27K1P bis ZHI40K1P	R410A	135°C	Im Verdichterkopf vorinstallierter Sensor + Anschluss an Systemregler notwendig	135°C
ZHW08K1P und ZHW16K1P	R410A	140°C	Interner Sensor + Überwachung durch Inverter	140°C

Tabelle 1: Maximale Druckgastemperaturen für ZH- Scrollverdichter

Temperatur °C	Widerstand kΩ	Temperatur °C	Widerstand kΩ	Temperatur °C	Widerstand kΩ
-40	2889,60	40	45,81	120	3,35
-30	1522,20	50	30,99	130	2,58
-20	834,72	60	21,40	140	2,02
-10	475,74	70	15,07	150	1,59
0	280,82	80	10,79	160	1,25
10	171,17	90	7,87	170	1,01
20	107,44	100	5,85	180	0,83
25	86,00	110	4,45	190	0,68
30	69,28	120	3,35		

Tabelle 2: Temperaturcharakteristik NTC Temperatursensor für ZHI27K1P bis ZHI40K1P