

Wärmepumpen mit Scroll-Verdichtern mit Unterkühlung und Dampfeinspritzung

Verbesserung des COP bei Luft-Wasser-Wärmepumpen

Reiner Bertuleit, Hameln

Als konstruktive Anforderung für Luft-Wasser-Wärmepumpen gilt: Luft-Wasser-Wärmepumpen liefern Wärme zur Beheizung von Gebäuden und die Brauchwasserbereitung. Der Wärmebedarf eines Gebäudes steigt mit sinkender Außenlufttemperatur. Die benötigte Heizwassertemperatur steigt ebenfalls mit sinkender Außenlufttemperatur.

Optimal wäre somit eine Luft-Wasser-Wärmepumpe, die eine steigende Heizleistung bei sinkenden Außenlufttemperaturen aufweist. Zum anderen sollte kein Leistungsabfall bei steigenden Heizungswas-

sertemperaturen eintreten. Auch bei niedrigen Außenlufttemperaturen sollten noch gute COP-Werte erreichbar sein.

Wärmepumpen mit konventioneller Verdichterkonstruktion (Scroll/Hubkolben) weisen nachfolgende Grundtendenzen auf, wie in Tabelle 1 dargestellt.

Da bei sinkenden Außenlufttemperaturen erhöhte Heizwassertemperaturen und Heizleistungen benötigt werden, addieren sich die konstruktiven Nachteile.

Wärmepumpen mit Scroll-Verdichtern, Economizer und Dampfeinspritzung

In die Flüssigkeitsleitung wird ein zusätzlicher Economizer eingebaut. Die Kühlung der Kältemittelflüssigkeit erfolgt durch die Entnahme eines Teilstromes nach dem

zum Autor
Dipl.-Ing.
Reiner Bertuleit,
geschäftsführender
Gesellschafter der
Bertuleit & Bö-
ckenkröger GmbH,
Hameln



Verflüssiger und Verdampfung im Economizer. Der Kältemitteldampf wird nun dem Verdichter zugeführt und im Mitteldruckbereich „eingespritzt“.

Verdichter mit Economizer und Dampfeinspritzung

Auffallend ist der untypische Verlauf der Kurvenschar bei der außenlufttemperaturabhängigen Heizleistung. Die Leistungsunterschiede in Abhängigkeit zur Heizungsvorlauftemperatur sind relativ unbedeutend. Die Kurvenschar dreht sich in einem Punkt um, so dass bei tiefen Außenlufttemperaturen eine erhöhte Heizleistung bei hohen Heizungsvorlauftemperaturen entsteht. Der außenlufttemperaturabhängige Verlauf der Leistungsaufnahme und Leistungszahl ist ohne Auffälligkeiten. Generell weist der Scroll-Verdichter mit Economizer und Dampfeinspritzung eine höhere Heizleistung auf, ca. +20%. Die zusätzliche Heizleistung ist jedoch stark abhängig vom Heizwassertemperaturniveau. Bei niedrigen Heizwassertempera-

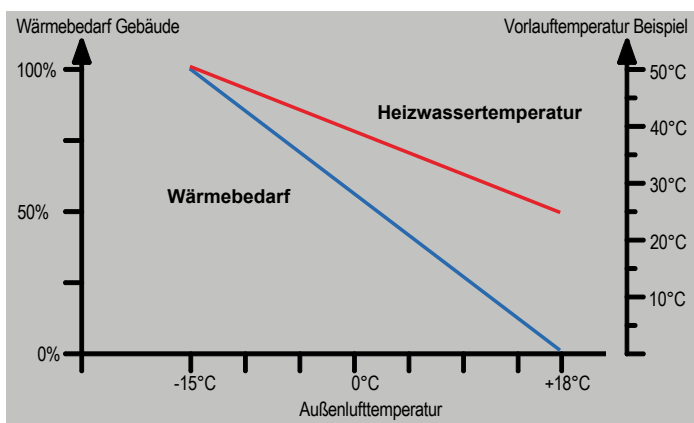


Bild 1 Außenlufttemperaturabhängige Bedingungen

	Heizleistung	Leistungs-aufnahme	COP
mit sinkender Außenlufttemperatur	sinkt	sinkt	sinkt
mit steigender Heizwassertemperatur	sinkt	steigt	sinkt

Tabelle 1 Grundtendenzen bei Wärmepumpen mit konventioneller Verdichterkonstruktion

Als Vortrag gehalten auf der Deutschen Kälte-Klima-Tagung des DKV am 24. 11. 2006 in Dresden

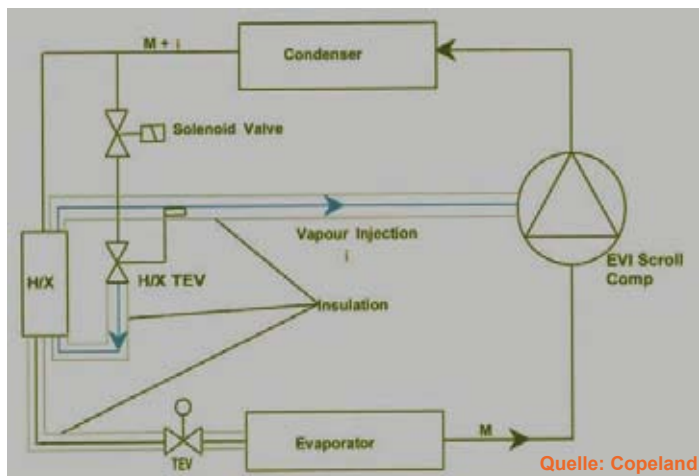


Bild 2 Anlagenschema Scroll-Verdichter mit Dampfeinspritzung. Durch die hier dargestellte Schaltung wird der Kältemitteldampf des Economizers dem Verdichter zugeführt

turen wird der Effekt der Mehrleistung geringer.

Die elektrische Leistungsaufnahme ist bei Verdichtern mit Economizern und Dampfeinspritzung höher als bei konventionellen Scroll-Verdichtern.

Im Bereich der Leistungszahl weisen diese Konstruktionen leichte Vorteile im Bereich niedriger Außenlufttemperaturen und hoher Heizungsvorlauftemperaturen aus.

Im dargestellten Beispiel werden Verdichter mit einem Hubvolumen von 17 m³/h verglichen. Der Wärmebedarf des Gebäudes beträgt 24 kW bei einer Außenlufttemperatur von -12 °C, und die Heizungsvorlauftemperatur wurde mit 55 °C im Bivalenzbereich angesetzt.

Die Darstellung zeigt, dass die Bivalenttemperatur bei gleichem Hubvolumen der Verdichter von 0 auf -3 °C sinkt. Bei monoenergetischem Betrieb kann die Jahresheizarbeit der Wärmepumpe von 91% auf 96% gesteigert werden. Die Verbesserung des COP im Jahresmittel beträgt ca. 2%.

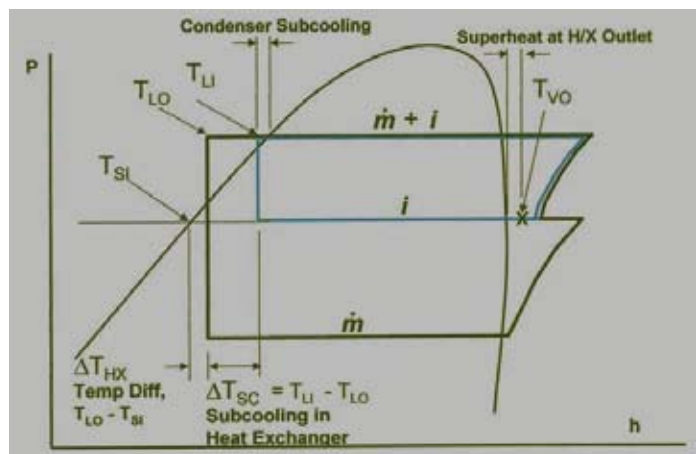
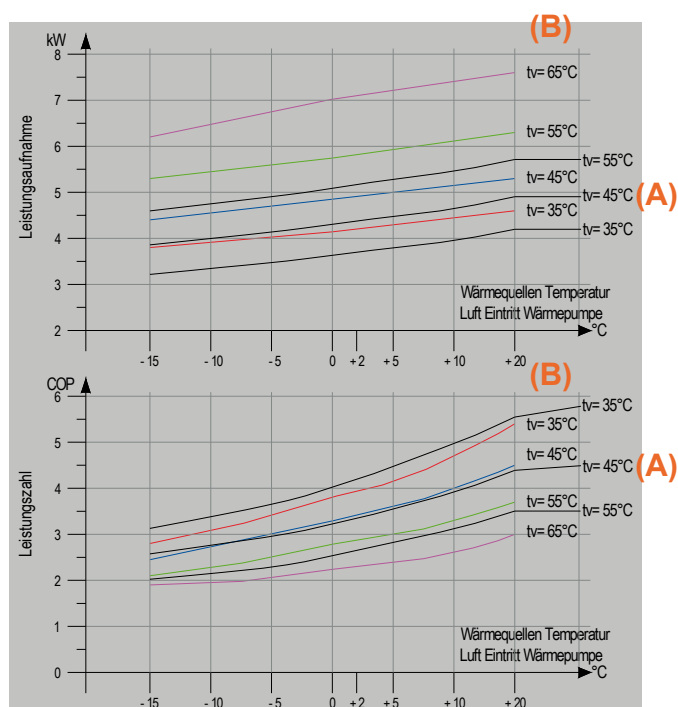
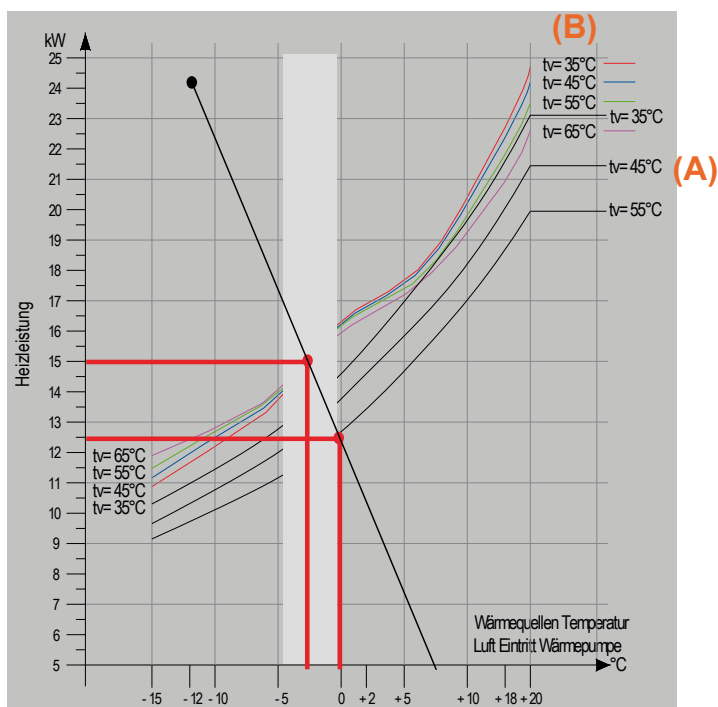


Bild 3 Anlagendiagramm Scroll-Verdichter mit Dampfeinspritzung (Quelle: Copeland)

Zusammenfassung

Scroll-Verdichter mit Economizer und Dampfeinspritzung bieten Vorteile gegenüber konventionellen Verdichtern im Einsatzbereich monoenergetischer Luft-Wasser-Wärmepumpen durch:



Bilder 4a und 4b Kennlinienvergleich von Luft-Wasser-Wärmepumpen (Scroll (A) / Verdichter mit Economizer und Dampfeinspritzung (B) / Hubvolumen 17 m³/h)

Tabelle 2 Energiekostenanalyse mono-energetische Luft-Wasser-Wärmepumpe

	Scroll	Scroll + Economizer mit Dampfeinspritzung
Wärmebedarf Gebäude (- 12° C)	24 kW	24 kW
Personen	4	4
Jahresheizarbeit kWh/a	52.194	52.194
Abdeckung Jahresheizarbeit durch Wärmepumpe	91 %	96 %
Stromverbrauch Wärmepumpe	11.199	11.814
Stromverbrauch Zusatzheizung	4.209	1.871
Stromverbrauch Gesamt	15.408	13.685
Energiekostensparnis € zu Öl 0,63 €/l, Strom 10 Cent/kWh + 40 € Ablesegebühr	1.707	1.880

- höhere Heizleistung
- besseren COP bei niedrigen Außenlufttemperaturen und hohen Heizwassertemperaturen
- höhere Heizwassertemperaturen realisierbar
- steigende Heizleistung bei steigender Heizwassertemperatur und tiefen Außenlufttemperaturen
- die positiven Effekte verstärken sich bei sinkenden Verdampfungstemperaturen (Außentemperaturen)

Diese Verdichter/Anlagenkonzeption eignet sich besonders für den Einsatz in monoenergetischen Luft-Wasser-Wärmepumpen. Sie wird einen positiven Beitrag zur Steigerung des Marktanteiles von Luft-Wasser-Wärmepumpen leisten.

Höhere Heizwassertemperaturen steigern das Marktpotenzial im Altbaubereich.

Hinweise

- Alle Daten basieren auf den Wärmepumpenauslegungskriterien der ART-THERM Wärmepumpen. Die energetischen Fakten sind natürlich von der Auslegung des Gesamtsystems abhängig und können bei anderen Auslegungskriterien zu anderen Werten führen.
- Untersucht wird die Verdichterbaureihe Copeland ZH mit dem Kältemittel R407C.
- ART-THERM setzt Scroll-Verdichter mit Economizer und Dampfeinspritzung serienmäßig in Luft-Wasser-Wärmepumpen eigener Fertigung (seit 1979) ein.