



**Kälte. Wärme.
Innovationen.**

DK-Wärmerückgewinnung
für CO₂-Kälteanlagen im subkritischen sowie im
transkritischen Bereich, max. 130 bar bei max. +150°C



DK-Wärmerückgewinnung für CO₂-Kälteanlagen im subkritischen sowie im transkritischen Bereich, max. 130 bar bei max. +150°C

Subkritischer Betrieb

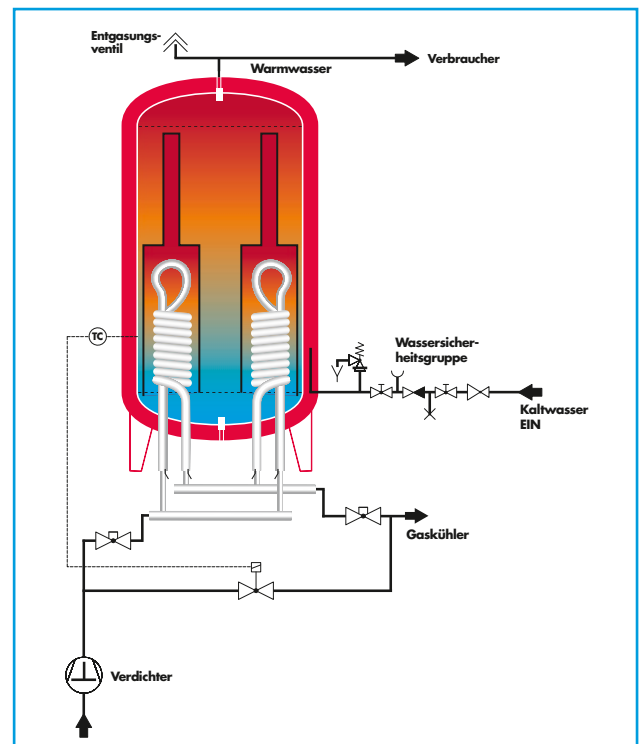
Der bevorstehende Ausstieg aus den FCKW-Kältemitteln sowie die Diskussionen über die Einschränkungen der FKW-Kältemittel – wie heute schon in den skandinavischen Ländern – bringt ein verstärktes Interesse an natürlichen Kältemitteln wie CO₂ mit sich. Die meisten bisher eingesetzten CO₂-Kälteanlagen arbeiten als sogenannte Kaskadenanlagen, wobei die Tiefkühlanlage mit CO₂ betrieben wird. Der Kondensator der TK-Anlage wird mit der Plus-Kälteanlage mit herkömmlichen Kältemitteln gekühlt. Dies bringt zweifelsohne den Vorteil, dass mit der tiefen Kondensationstemperatur von ca. ± 0°C die Druckprobleme in CO₂-Anlagen besser beherrschbar sind. Für diesen subkritischen Bereich bis 45 bar sind die Standardwärmetauscher der DK-WÄRMERÜCKGEWINNUNG zugelassen.

Transkritischer Betrieb

Wenn die gesamte Kälteanlage mit CO₂ betrieben wird, kann die Anlage im transkritischen Betrieb fahren. (Der kritische Punkt liegt bei 304,15 K = +31°C). Hierdurch stellen sich Temperaturen ein, die für die Wärmerückgewinnung besonders interessant sind, aber es ergibt sich auch die Problematik des stark erhöhten Drucks von mehr als 100 bar. Die Aufgabenstellung besteht darin, eine Wärmerückgewinnung zu konstruieren, bei der ein guter Wärmeübergang und die erforderliche Druckfestigkeit gegeben ist.

Bei der DK-WÄRMERÜCKGEWINNUNG hat man auf das bewährte System mit internen

doppelwandigen Sicherheitswärmetauschern zurückgegriffen. Hierbei wurde das kältemittelführende Innenrohr (15,5 mm) des Wärmetauschers Typ 22/16 so weit verstärkt, dass es für einen Druck von 130 bar bei +150°C zugelassen ist. Der Anschlussdurchmesser des dickwandigen Rohres 15,5 mm ist jedoch nicht ausreichend für den Anschluss transkritischer Kälteanlagen im Supermarktbereich, so dass mehrere Wärmetauscher dieses Typs parallelgeschaltet werden müssen.



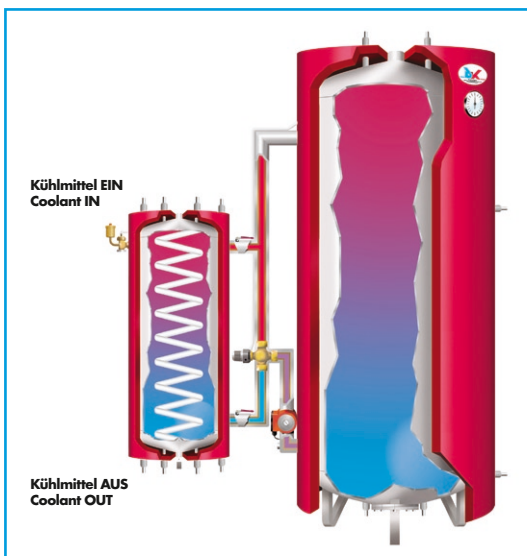
Wärmetauscher-Anordnung in DK-Behältern

Anzahl der WT Typ 22 / 16	Freier Querschnitt im Bezug auf Anzahl WT	Innendurchmesser / Zusammenschaltung	Freier Querschnitt / Zusammenschaltung
2	207 mm ²	16,0 mm	200 mm ²
3	311 mm ²	21,7 mm	369 mm ²
4	415 mm ²	24,0 mm	452 mm ²
5	519 mm ²	28,5 mm	637 mm ²
6	622 mm ²	28,5 mm	637 mm ²



**Kälte. Wärme.
Innovationen.**

Neu ist das Angebot der DK-WÄRMERÜCKGEWINNUNG für CO₂ mit externen Wärmetauschern.



Diese externe Wärmetauscheranordnung kann direkt auf oder in Nähe der Verbundanlage installiert werden zur Speisung eines entfernt aufgestellten Wasserspeichers. Somit besteht die Möglichkeit der Temperaturbegrenzung sowie einer gleichbleibend hohen Wassertemperatur in dem Pufferspeicher im Teillastbetrieb.

Außerdem kann mit dem externen DK-WÄRMETAUSCHER, die in Supermärkten oft übliche Praxis der Gewerbetrennung Kälte/Sanitär realisiert werden, wobei der Wärmetauscher als Bauteil der Kälteanlage und der Wasserspeicher mit Pumpe und 3-Wege-Ventil als Bauteil der Sanitäreanlage anzusehen ist.

Wärmetauscheranordnung für DK-Wärmerückgewinnung für CO₂ Kälteanlagen mit externen Wärmetauschern

Anzahl der WT Typ 22 / 16	Gesamt-oberfläche der WT	Freier Querschnitt bzgl. Anzahl der WT	Innendurchmesser / Zusammenschaltung	Freier Querschnitt / Zusammenschaltung
3	6 m ²	311 mm ²	21,7 mm	369 mm ²
5	10 m ²	519 mm ²	28,5 mm	637 mm ²
6	12 m ²	622 mm ²	28,5 mm	637 mm ²

Beispiel Leistungsberechnung DK-WÄRMERÜCKGEWINNUNG für CO₂ Nutzung der Überhitzungswärme Q_ü für Trinkwassererwärmung:

- Enthitzung des Kältemittels von +100°C auf +50°C
- Aufheizung des Wassers von +25°C auf +60°C

Delta „t“ m.log.: 31,9 K

- k-Wert doppelwandiger Wärmetauscher im Speicher eingebaut oder extern als Enthitzer: 90 W/m² K

Beispiel: 3 WT Typ 22/16 à 2,0 m² im Speicher montiert oder ext. WT 3 x 219/3 x 22/16 = 6,0 m²

$$Q = 6 \text{ (m}^2\text{)} \times 90 \text{ (W/m}^2\text{ K)} \times 31,9 \text{ (K)} = 17.226 \text{ W}$$

Die hiermit erreichbare Warmwassermenge ist gleich:

$$\frac{17.226 \text{ (W)} \times 0,85 \text{ (Wirkungsgrad)} \times 3.600 \text{ (s/h)}}{4,19 \text{ (kJ/kg K)} \times 1.000 \text{ (kg/m}^3\text{)} \times 50 \text{ (K Aufheizung von +10°C auf +60°C)}} = \text{ca. } 250 \text{ l/h}$$



**Kälte. Wärme.
Innovationen.**

Installationshinweise

Durch die hohen Heißgastemperaturen von über +100°C kann es bei nicht ausreichendem Speicherinhalt und geringer Wasserabnahme zur Wasserdampfbildung im Trinkwasserspeicher kommen. Dies muss vermieden werden, da der Trinkwasserspeicher nicht als Dampfbehälter ausgelegt ist.

Die einfachste Lösung ist eine Umschaltung des CO₂-Kältemittelstroms direkt zum Kondensator bei ausreichender Temperatur im Trinkwasserspeicher.

Zusätzlich wird auf den Trinkwasserspeichern oder den externen Wärmetauschern der DK-Wärmerückgewinnung für CO₂-Betrieb ein Entgasungsventil aufgebaut, welches Wasserdampf ablässt, aber bei Flüssigkeit geschlossen bleibt.

Bauseits ist eine entsprechende Abflussleitung für Wasserdampf bzw. Kondensat zu schaffen. Die beste Möglichkeit, diese Zwangsmaßnahme zu verhindern, ist die optimale Auslegung der Wärmerückgewinnung.