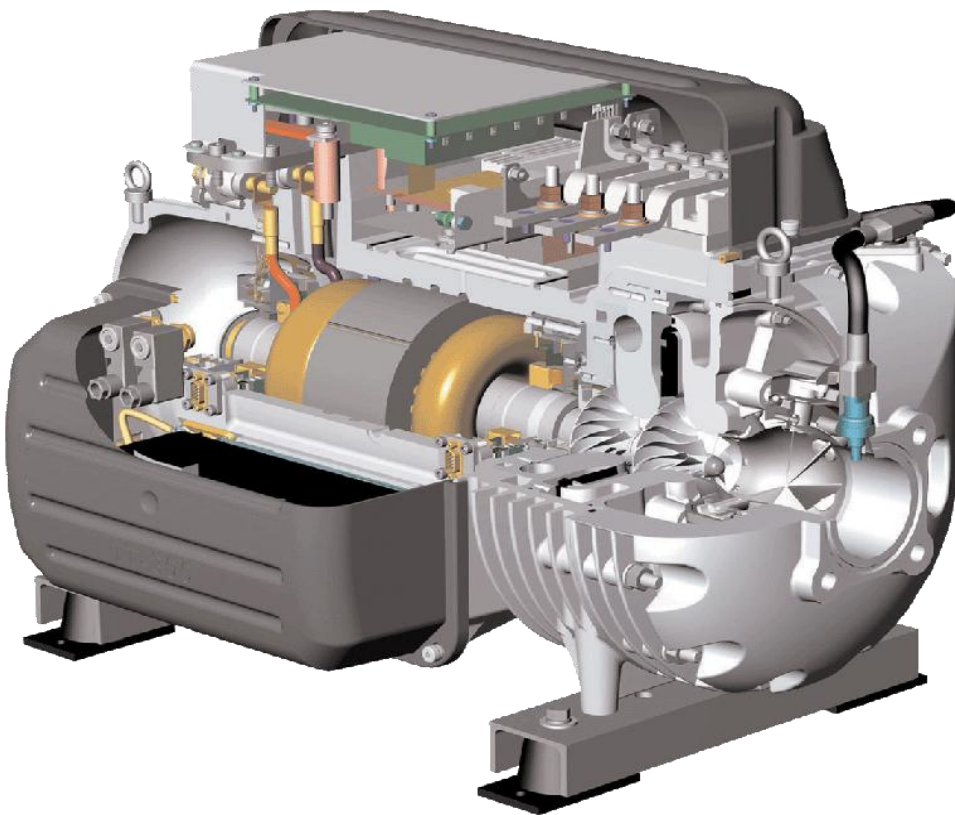


## Ölfreier Magnet-Turboverdichter Aufbau und Funktion



### Merkmale ölfreier Turboverdichter

- Vollständig integrierte Steuerelektronik
- Regelung durch integrierten Frequenzumformer (FU)
- Keine mechanischen Verschleißteile – keine Reibungsverluste
- Geringes Gewicht (136kg bei 500kW Nennkälteleistung)
- Technisch maximal möglicher COP - Niedriger Energieverbrauch
- Geringer Schallleistungspegel – geräuscharmer Betrieb
- Anlaufstrom < 5 Ampere
- Geringe Wartungskosten (kein Öltest oder Ölwechsel)
- Höhere Betriebssicherheit durch Minimierung der beweglichen Bauteile
- Umweltfreundlich, da kein Öl benötigt wird

## Ölfreier Magnet-Turboverdichter - Aufbau und Funktion:

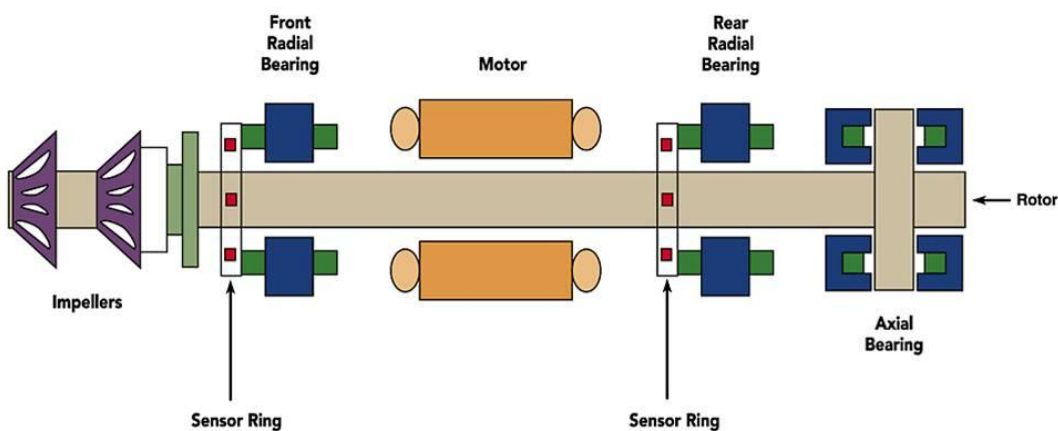
Der ölfreie, magnetgelagerte Turboverdichter Turbocor™ ist eine Revolution in der Kältetechnik.

In seinem Einsatzgebiet erreicht er die derzeit technisch maximal möglichen Leistungszahlen COP (Coefficient Of Performance), im Besonderen bei den im Jahresdurchschnitt häufiger vorkommenden Teillastbedingungen und mit sehr niedrigen Verflüssigungstemperaturen. Durch die berührungslose 3-fache Magnetlagerung arbeitet der Turboverdichter Turbocor völlig schmierölfrei. Standardmäßig wird der Impeller zur Verdichtung des Kältemittels durch einen mit flüssigem Kältemittel gekühlten Motor mit Frequenzumformer und Drehzahlen bis 48.000 U/min angetrieben. Durch die Kombination mit einer Dralldrossel im Ansaug bei Schwachlastbetrieb passt sich der ölfreie Turboverdichter Turbocor optimal an die unterschiedlichen Lastzustände an und in jedem Betriebspunkt wird der optimale COP zur Senkung Ihrer Energie- und Betriebskosten erreicht. Alle Funktionen und Betriebszustände des Verdichtungsprozesses werden über die am Turbocor Verdichter integrierte Elektronik überwacht und gesteuert.



Ölfreier Magnet-Turboverdichter

## Schematische Darstellung des ölfreien Turboverdichters Turbocor™:



Schematische Darstellung ölfreier Turboverdichter Turbocor

## Merkmale ölfreier Turboverdichter Turbocor™

Die Merkmale des innovativen ölfreien Turboverdichters Turbocor werden in folgenden Abschnitten näher beschrieben:

- Geschichtliches
- Zentrifugalverdichter
- Baugruppen ölfreier Turboverdichter Turbocor
- Magnetlagerung
- Stromausfall
- Antrieb durch Frequenzumformer
- Kältemittel R134a
- Gewicht
- Schall
- Vorteile / Zusammenfassung

## Geschichtliches

Die Entwicklung des ölfreien Turboverdichters Turbocor™ dauerte insgesamt zehn Jahre, von 1993 bis 2003. Seit 1998 wurde die Entwicklung mit Forschungsgeldern des Staates of Quebec, Kanada, gefördert. Die Entwicklungskosten betragen rund 50.000.000 US\$. Die Orte an denen in dieser Zeit am Turbocor gearbeitet wurde, lagen über den gesamten Globus verstreut. Der Weg reicht von Australien über Singapur, zurück nach Australien, über China bis nach Kanada.

Seit 2004 besteht ein Joint Venture zwischen dem Entwicklungsunternehmen des Erfinders, dem Australier Ron Conry, Turbocor Inc. und der Danfoss A/S, Dänemark. Das neu gegründete Unternehmen heißt Danfoss Turbocor Compressors, Inc..

Der bis heute weltweit einzige Fertigungsstandort des ölfreien Turboverdichters Turbocor ist seit 2007 Tallahassee, Florida (USA).

Seit seiner Markteinführung hat der Turboverdichter Turbocor zahlreiche Auszeichnungen erhalten. Darunter

- Frost & Sullivan Compressor Technology Leadership Award
- U.S. EPA Climate Protection Award
- ASHRAE/AHR Expo "Energy Innovation" Award
- Canadian Energy Efficiency Award
- J & E Hall Gold Medal



Erfinder Ron Conry

## Zentrifugalverdichter

Ein Zentrifugalverdichter ist eine Turbine. Das Funktionsprinzip ist gleich, wie beim Turbolader eines Autos.

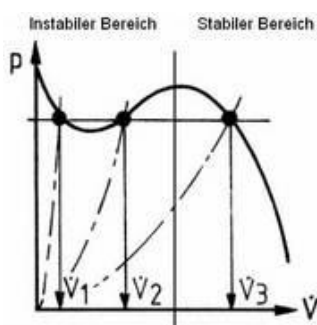
Das Gas wird axial angesaugt und radial wieder ausgestoßen. Durch die Beschleunigung im Impeller bzw. Laufrad (Foto) des Turboverdichters erfährt das Gas eine dynamische Druckerhöhung, die nach dem Verdichtungsprozess als statische Druckhöhe am Verdichteraustritt zur Verfügung steht.

Die Verdichtung erfolgt dynamisch und nicht nach dem Verdrängungsprinzip wie bei Kolben-, Rollkolben-, Scroll- oder Schraubenverdichtern.

Turboverdichter sind daher Strömungsmaschinen, nicht Arbeitsmaschinen, die nach dem Verdrängungsprinzip arbeiten.



Impeller



Kennfeld Strömungsmaschine

Aus diesen Gründen unterliegt ein Turboverdichter seinen ganz eigenen typischen Gesetzmäßigkeiten, die eher dem eines Ventilators zuzuordnen sind. So gleicht auch das Kennfeld eines Turbos stark dem eines Ventilators. Der vorgesehene Einsatzbereich eines Turbos ist daher sehr genau zu beachten.

Es gibt stabile und instabile Bereiche. Der häufige Wechsel im instabilen Bereich von links nach rechts und zurück in der folgenden Kurve bezeichnet man bei allen Strömungsmaschinen als "Pumpen" und kann zu Störungen und Defekten führen.

Durch die integrierte Elektroniksteuerung in Kombination mit einer Dralldrossel (Foto) wird verhindert, dass der Turboverdichter Turbocor in instabile Bereiche gelangt.

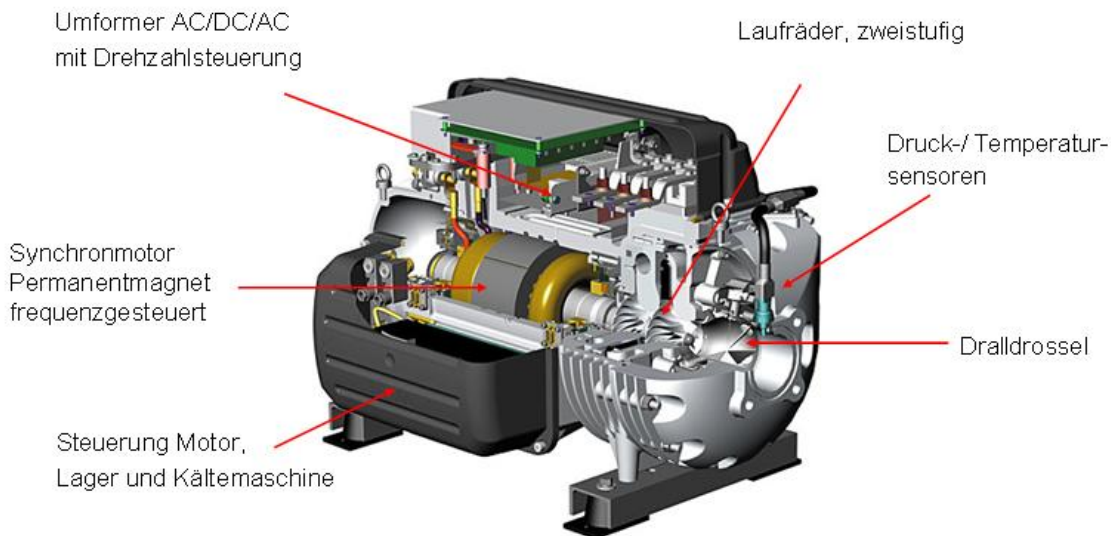
Besonders zu beachten ist in diesem Zusammenhang, dass die Auswahl der Komponenten in der Anlage exakt auf den Arbeitsbereich abgestimmt ist. Jeder einzelne Lastbereich ist zu überprüfen und abzustimmen, um einen störungsfreien Betrieb zu sichern.



Dralldrossel im Turboverdichter

## Baugruppen ölfreier Turboverdichter Turbocor™

### En vollständig integriertes System:



Baugruppen des ölfreien Turboverdichters Turbocor™ (Schnittdarstellung)

## Magnetlagerung

Das Prinzip der Magnetlagerung ist vielen bekannt durch den Transrapid in der Zugtechnologie, wobei der Transrapid die Gleise nicht berührt, sondern auf einem Magnetfeld schwebt bzw. gleitet. Beim Turboverdichter Turbocor dreht sich die Rotorwelle völlig berührungslos in einem Magnetfeld. Diese Technologie hat folgende Vorteile:

- Völlig ohne hohe mechanische Reibungsverluste
- Verhinderung ölbedingter Wärmeübertragungsverluste an den Wärmetauscherflächen
- Kosteneinsparung durch Wegfall der Ölmanagementsysteme (Steuerungen und Komponenten)
- Umweltschutz und Kosteneinsparung durch Entfall der ÖlentSORGUNG
- Keine Oberflächenabnutzung durch Reibung - dadurch erhöhte Lebensdauer
- Generell höhere Haltbarkeit als hydrostatische oder Luftlager
- Durch das magnetische Lagersystem wird die Rotorwelle in ihrer Position gehalten. Durch 10 getrennt gesteuerte elektro-magnetische Polster, die ständig ihre Feldstärke verändern, wird die Welle in zentraler Ausrichtung belassen. 6.000.000 Messungen pro Minute bei rund 48.000 U/min sorgen dafür, dass die Welle zentriert im Orbit bleibt. Für den Fall einer dramatischen Störung sind Sicherungslager montiert, um Schäden zu verhindern.

## Stromausfall

Der Verdichter ist im Fall eines Stromausfalls geschützt. Innerhalb von 0,5 Millisekunden wird der Motor zum Generator, der dann Strom zu den verschiedenen Steuerungen und Lageraktuatoren leitet. Die dafür eingebauten Anlaufkondensatoren haben genug Energie, um das Lagersystem während der Umschaltphase vom Motor- auf den Generatormodus komplett zu versorgen. Wenn der Turbocor Verdichter komplett stoppt, verlässt der Rotor seinen Schwebезustand und wird von Auffanglagern aufgenommen. Diese Lager dienen sowohl als Sicherungssystem als auch als Wiege für den Rotor während der Stillstandszeit.

## Antrieb durch Frequenzumformer

Die Verdichterdrehzahl des Turbocor wird automatisch so geregelt und angepasst, dass entsprechend der Last- und Betriebsbedingungen die optimalen Energie-Effizienz-Bedingungen gegeben sind.

Je geringer die Verdichterdrehzahl, desto höher ist die Energie-Effizienz. Die Antriebsleistung ändert sich mit der dritten Potenz der Drehzahl. ( $P_{el} \sim n^3$ ) Die Verdichterdrehzahl des Turbocor Turboverdichters variiert in Abhängigkeit der Betriebsbedingungen zwischen 18.000 und 48.000 U/min.

Durch den Einsatz eines Frequenzumformers hat der Verdichter beim Start nur einen Anlaufstrom  $< 5A$

## Kältemittel R134a

R134a wurde als Kältemittel für den ölfreien Turboverdichter Turbocor TM ausgewählt wegen:

- seiner hohen Effizienz,
- seiner Umweltfreundlichkeit,
- seiner hohen Akzeptanz am Markt,
- seiner hohen Verfügbarkeit,
- seiner thermodynamischen Eigenschaft (kein Gleit)
- seiner Reinheit
- seiner Einsatzmöglichkeit bei überfluteter Verdampfung (max. COP)

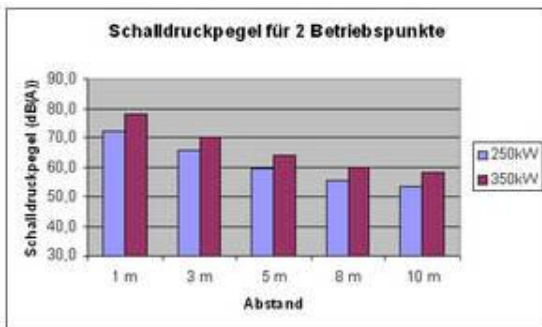
## Gewicht

Das Gewicht des einsatzbereiten ölfreien Turboverdichters Turbocor TM beträgt bei einer Nennleistung von 300 kW nur 130 kg. Ein vergleichbarer herkömmlicher Kompaktschraubenverdichter wiegt dagegen über 800 kg. Die Gewichtsbelastung von Kälteanlagen reduziert sich dadurch erheblich. Besonders bei Dachaufstellung hat der Einsatz von Kälteanlagen mit Turbocor Turboverdichtern viele Vorteile. Bei einem eventuell erforderlichen Verdichterwechsel ist ein Kraneinsatz nicht zwingend erforderlich, der Verdichter kann mit zwei Personen ausgewechselt werden.

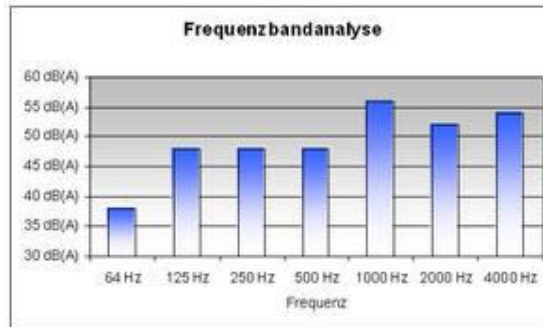
## Schall

Ein besonderer Vorteil der Magnetturboverdichtertechnologie liegt in der Schallabstrahlung des Verdichters. Durch die kontinuierliche Verdichtung entsteht kein Pulsationsgeräusch, sondern das Ohr nimmt ein monotones Summen als Strömungsgeräusch wahr. Auch hier werden zur Begrenzung von Schallemissionen oft hohe Kosten erforderlich, um eine Anlage schalltechnisch so auszustatten, dass bei angrenzenden Wohn- und Bürogebäuden die zulässigen Werte eingehalten werden. Für zwei Last- bzw. Betriebspunkte des Turbocor-Verdichters sind im Diagramm die A-bewerteten Schalldruckpegel für verschiedene Entfernungen angegeben.

## Schalldruckpegel und Frequenzband des ölfreien Turboverdichters TT300

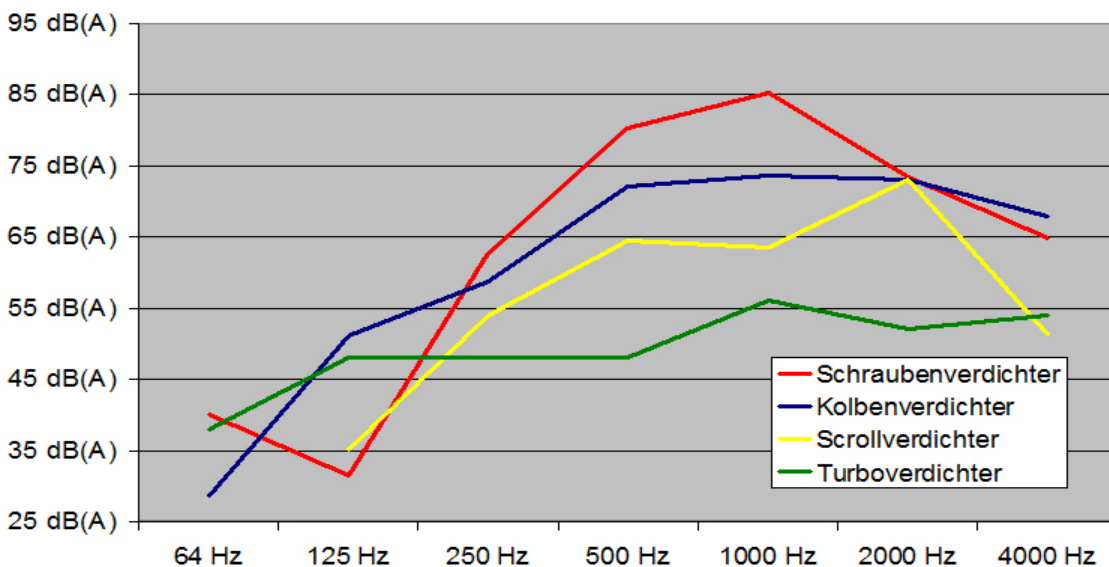


Messung nach ISO 9614-1 (1993)



Frequenzband

## Frequenzbandanalyse verschiedener Verdichter



## Vorteile / Zusammenfassung

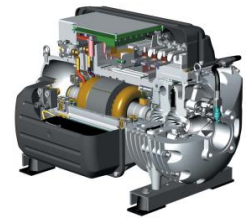
Die wesentlichen Vorteile des ölfreien Turboverdichters Turbocor TM sind nachstehend aufgeführt:

- Niedriger Energieverbrauch
- Geringe Schallleistung
- < 5 Ampere Anlaufstrom
- Geringe Wartungskosten, da kein Öltest oder Ölwechsel
- Höhere Betriebssicherheit durch Minimierung der beweglichen Bauteile
- Umweltfreundlich, da kein Öl benötigt wird
- keine Ölverlagerung oder Verschmutzung durch Öl in dem Wärmeübertrager
- keine bautechnischen Umweltschutzmaßnahmen bei Ölaustritt im Leckagefall
- Leichtgewicht, mit zwei Mann von Hand zu tragen
- Unkritisch beim Einsatz in Splitmaschinen, da keine Ölverlagerung erfolgen kann
- Verbundschaltung von mehreren Kompressoren ohne größere Probleme möglich
- größtmögliche Nutzung der Wärmeübertragerflächen bei Verbundschaltung im Teillastbereich
- Austausch ohne Kran möglich
- Geringes Gesamtgewicht bei Einbringung und Aufstellung
- Rüttel- und Erdbebenfest
- Einsatz auch bei nicht-waagrechten Unterlagen, z.B. auf Schiffen

## Anwendungen mit ölfreiem magnetgelagertem Turboverdichter

In seinem Anwendungsbereich erreicht der Turbocor die derzeit maximal möglichen Leistungszahlen COP (Coefficient Of Performance), also das Verhältnis von Kälteleistung zur elektrischen Leistungsaufnahme.

Der Einsatzbereich beginnt ab 150 bis 200kW und reicht, bei entsprechendem Förder volumen und Förderhöhe, bis etwa 700 kW je Verdichter. Der energiesparende ölfreie Turboverdichter Turbocor ist derzeit in vier Baugrößen als TT 300, TT350, TT 400 und TT500 (Nennkälteleistungen: 300, 350, 400 und 500 kW) verfügbar. Das Gewicht des größten Verdichters TT500 beträgt nur 136kg. Alle Baugrößen haben die gleichen Abmessungen. Weitere Baugrößen sind in Planung.



ölfreier Magnet-Turboverdichter



4 Baugrößen mit Nennleistungen von 300kW bis 700kW

## Einsatzbereich

Der ölfreie Turboverdichter Turbocor hat einen sehr weiten Einsatzbereich.

Abhängig von den Einsatzbedingungen sind Verdampfungstemperaturen von etwa 0°C bis zu 25°C möglich. Je nach Druckverhältnis sind Verflüssigungstemperaturen von 14°C bis etwa 63°C erzielbar. Da ein Strömungsverdichter - anders als bei herkömmlichen Verdrängungsverdichtern - nicht proportional arbeitet, ist es zwingend erforderlich, den Arbeitsbereich mit allen Bauteilen abzustimmen. Diese Abstimmung - gepaart mit dem erforderlichen "Gewusst wie" - ist notwendig, um die energiesparenden Turboverdichter Turbocor mit der gewünschten Betriebssicherheit einzusetzen.

### Der "Turbocor" findet Verwendung zur Erzeugung von Kaltwasser (Flüssigkeitskühler) für:

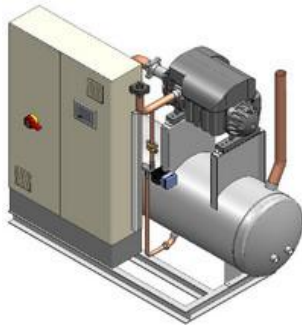
- climatechnische Anwendungen, also für Gebäudeklimatisierung mit Kaltwasseraustrittstemperaturen zwischen +5°C und +12°C.
- für industrielle Prozesse und Verfahren bei Kaltwassertemperaturen zwischen +4°C und 30°C
- alle Anwendungen mit Flüssigkeiten und Gemischen im Bereich von +4°C bis +30°C

### Fast ideal geeignet ist der Turboverdichter Turbocor, aufgrund seiner Ölfreiheit, natürlich für:

- Split-Bauweise zum Anschluss an getrennte externe Verflüssiger und Verdampfer
- Direktverdampfungsanlagen im Klimabereich und
- Direktverdampfungsanlagen in industriellen Prozessen und Verfahren

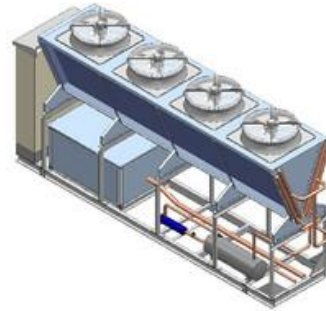
## Smardt-OPK Baureihen mit ölfreiem Turboverdichter

Verdichtereinheit für Direktverdampfung  
mit Anschluss an externen Verflüssiger



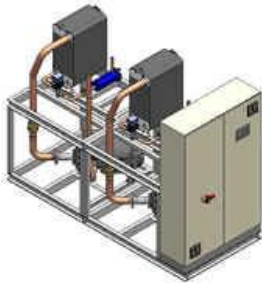
Baureihe Z00S mit Turboacor

Verflüssigereinheit zum Anschluss  
an externen Verdampfer  
(Direktverdampfung)

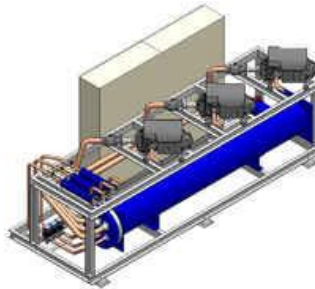


Baureihe Z30S mit Turboacor

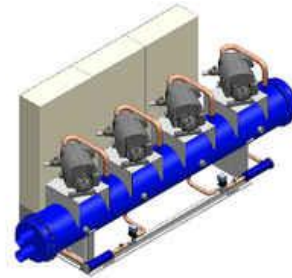
## Split-Flüssigkeitskühler zum Anschluss an extern aufgestellte Verflüssiger



Baureihe Z01S  
Plattenverdampfer

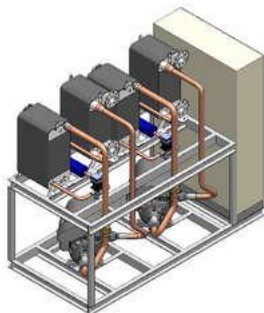


Baureihe Z02S  
trockener  
Rohrbündelverdampfer



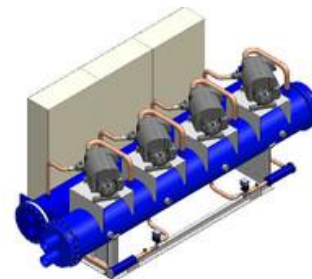
Baureihe Z06S  
überfluteter  
Rohrbündelverdampfer

Flüssigkeitskühler, wassergekühlt mit  
Plattenverdampfer und Plattenverflüssiger



Baureihe Z11S mit Turboacor

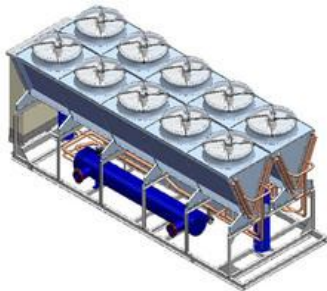
Flüssigkeitskühler, wassergekühlt mit  
Rohrbündelverdampfer (trocken oder  
überflutet) und Rohrbündelverflüssiger



Baureihe Z22S / Z26S mit Turboacor

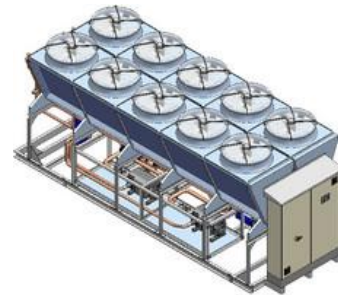


Flüssigkeitskühler, luftgekühlt als Kompakteinheit für Außenaufstellung mit Rohrbündelverdampfer



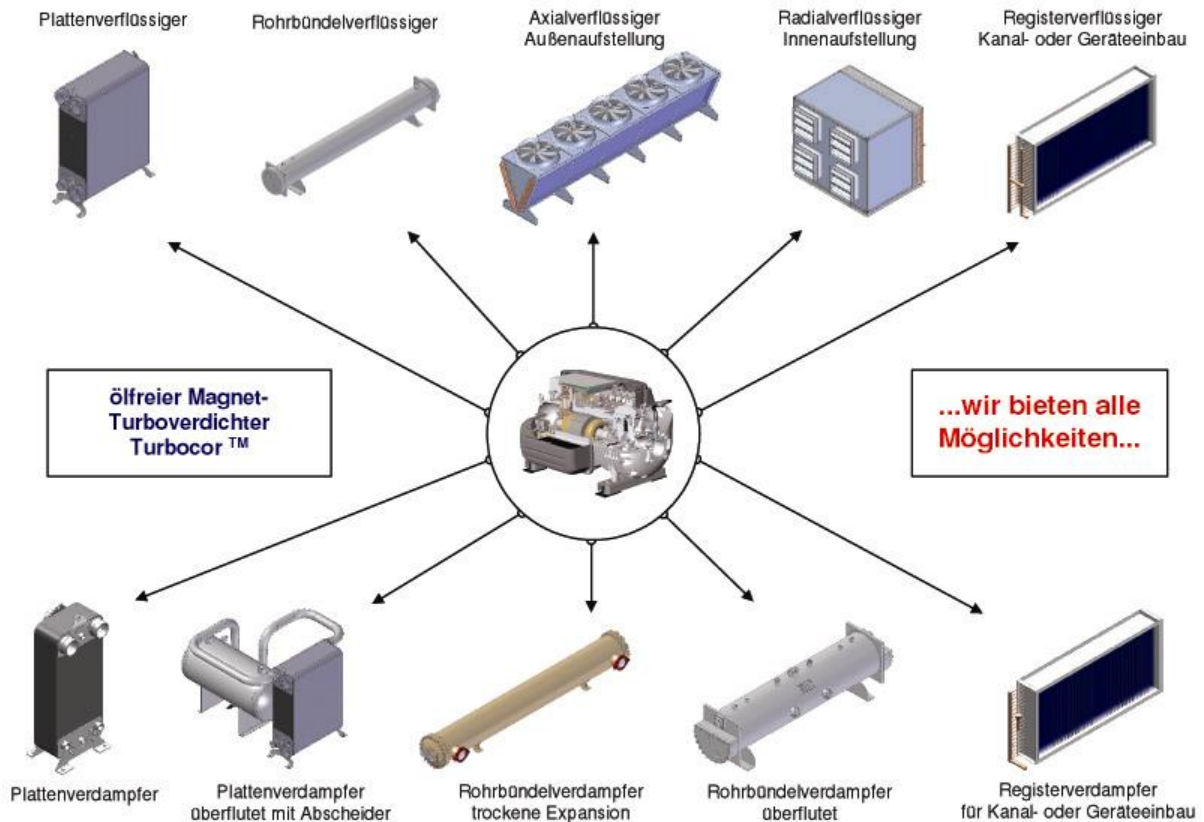
Baureihe Z32S mit Turbocor  
Trockener Verdampfer

Flüssigkeitskühler, luftgekühlt als Kompakteinheit für Außenaufstellung mit Rohrbündelverdampfer



Baureihe Z36S mit Turbocor  
Überfluteter Verdampfer

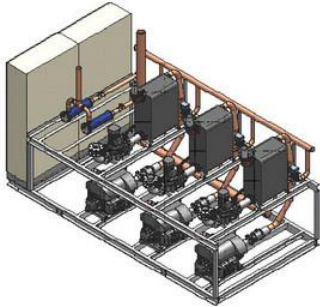
## Wärmetauscher für den Einsatz mit ölfreien Turboverdichtern



Der ölfreie Turboverdichter kann mit verschiedenen Verdampfern und Verflüssigern kombiniert werden

## Sonderanwendungen mit ölfreien Turboverdichtern

### Flüssigkeitskühler für Prozesskühlung mit externen luftgekühlten Verflüssigern

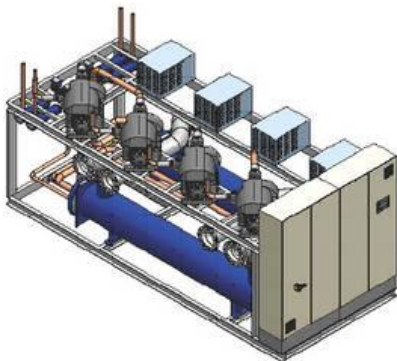


3 Turboverdichter – 3 Verdampfer

#### Besonderheiten:

- 3 separate Verdampfer für hohe Anlagensicherheit
- 3 separate Umwälzpumpen für die Verdampfer

### Split - Flüssigkeitskühler / Kaltwassersatz für Prozesskühlung

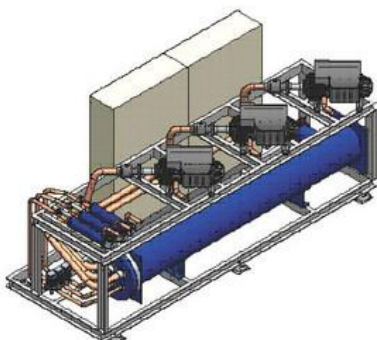


4 ölfreie Turboverdichter

#### Besonderheiten:

- 4 ölfreie Turboverdichter
- 2 separate Verdampfer
- 4 Kältemittelkreisläufe

### Flüssigkeitskühler für Industriekälteanlage mit externen Verflüssigern



3 ölfreie Turboverdichter

#### Besonderheiten:

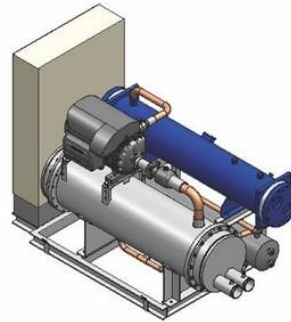
- 3 separate Kältemittelkreisläufe
- 1 Verdampfer mit 3 separaten Kältemittelkreisläufen

## Sonderanwendungen mit ölfreien Turboverdichtern

Flüssigkeitskühler, wassergekühlt - optional Umschaltung auf luftgekühlten Verflüssiger

### Besonderheiten:

- wassergekühlter Verflüssiger und / oder
- externer luftgekühlter Verflüssiger
- 

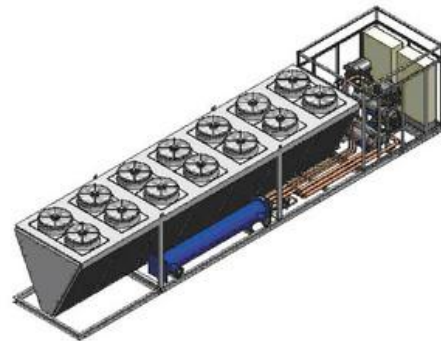


1 ölfreie Turboverdichter

## Flüssigkeitskühler für Außenaufstellung in extrem schallgedämmter Ausführung

### Besonderheiten:

- Schalldruckpegel tags 41dB(A) in 10m
- Schalldruckpegel nachts 37dB(A) in 10m

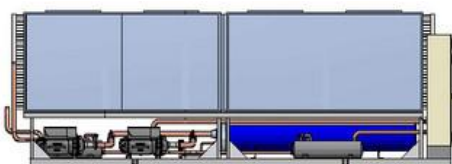


2 ölfreie Turboverdichter

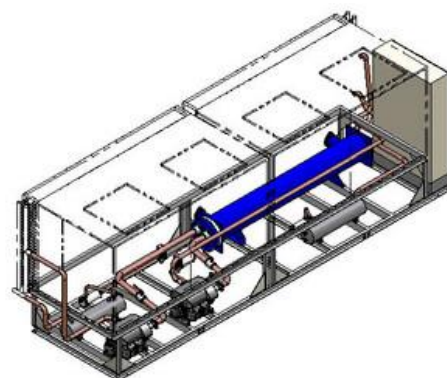
## Flüssigkeitskühler für Innenaufstellung mit Radialverflüssiger

### Besonderheiten:

- Innenaufstellung
- Verflüssiger mit Radialventilatoren
- Anschluss an Luftkanäle
- 2 separate Kältemittelkreisläufe



Radiallüfter für Kanalanschluss



2 ölfreie Turboverdichter

## Unsere besonderen Stärken und Kompetenzen:

### Leistungsprofil

Seit 1985 sind wir in der Kälte- und Klimatechnik tätig. Das in diesen Jahren angesammelte Fachwissen in der Kältetechnik sowie den angrenzenden Bereichen wie Hydraulik-, Heizungs- und Lufttechnik steht zur Lösung Ihrer kühl- und energietechnischen Probleme zur Verfügung. Die seit Jahren eingesetzte Regelung mit SPS-Zentralsteuerung und Busanbindung über Modem erlaubt eine vorbeugende Fernwartung zur Erzielung einer hohen Anlagenverfügbarkeit bei kürzester Reaktionszeit auf Anforderung.

Durch die umfangreichen Liefermöglichkeiten aus eigener Fertigung können wir Ihnen Aufgabenlösungen unter Beachtung der erforderlichen Betriebssicherheit, niedrigen Betriebskosten und geringstem Invest bei hoher Qualität liefern. Dabei decken wir alle Bereiche, von OEM-Standardanlagen über kundenorientierten Sonderlösungen bis hin zu Komplettsystemen durch unsere Möglichkeiten und Anlagenkonzepte ab.

Für Ihre individuellen Anforderungen und Probleme haben wir die Spezialisten und die Lösung

### Unsere Möglichkeiten bei eigener Fertigung

- Kälte- und Kühlanlagen für verfahrenstechnische Prozesse und Produktion in der gesamten Industrie
- Flüssigkeitskühler mit Scroll-, Schrauben- und Turboverdichtern bis über 4.000 kW Kälteleistung
- Industriekühler bis über 800 kW Kälteleistung für unterschiedlichste Anwendung
- Flüssigkeitsrückkühlung mit Trocken-, Adiabatik- und Hybridkühlern bis über 4.000 kW Leistung
- Tieftemperatur-Solekühlung mit Scroll-, Kolben- und Schraubenverdichter, auch mehrstufig,
- Economiser-Zwischenkühler und Kaskadenbetrieb
- Sondergeräte und Kühler nach Richtlinien 9/94 EG und ATEX 100a Vorgaben und Anforderungen in EEx-geschützter Bauweise und entsprechende Komponenten und Sondermaterialien
- Kältezentralen für Kälte / Klimaanlage und Eisspeichersysteme für Kühlbedarf bis über 5.000 kW
- Flüssigkeitsverteilssysteme, vorgefertigt auf Grundrahmen, mit integrierten Tankbehältern, Pumpen aller Art, Wärmetauschern, Regelventilstationen, Nachspeisung, Filtration, Überwachung, komplett vormontiert, verkabelt, mit Schaltschrank und kompletter Steuerung / Regelung und Datentransfer
- Sondergeräte nach Kundenspezifikation - auch in Serie im OEM-Bereich - zur Problemlösung

### Unser Service

Seit der „ersten Stunde“ betrachten wir den Bereich „Service“ als eine zwingend erforderliche Voraussetzung zum Geschäftserfolg im Sinne unserer bisherigen und zukünftigen Kunden.

Um diesen Anspruch auch in Zukunft gestalten zu können, ist es uns eine Verpflichtung, als anerkannter Ausbildungsbetrieb junge Menschen auszubilden und an das Berufsleben heran zu führen.

Ständige interne und externe Weiterbildung in allen Bereichen sichert für die gesamte Belegschaft das erforderliche Fachwissen zur Bewältigung anstehender Aufgaben heute und in Zukunft.

Selbstverständlich erfüllen wir alle Anforderungen gemäß EN-Normen und Vorschriften, CE-Konformität, WHG-Vorschriften zum §19 des Wasserhaushaltsschutzgesetzes und sind Mitglied bei IHK, Industrieverband ITGA, der Handwerkskammer und den Fachverbänden BIV und VDKF.

### Unsere Partner

Smardt ist in verschiedenen Ländern präsent. Die Zahl unserer Handelspartner und Vertretungen wächst stetig. Bitte sprechen Sie uns darauf an!