



# Anwendung hermetischer Danfoss Verdichter

## Inhalt

- **Kennzeichnung der Verdichter**
- **Motorsysteme**
- **Anwendungen (Applications)**
- **Motorkippmoment**
- **Anlaufeigenschaften LST / HST**
- **Voraussetzungen für eine lange Lebensdauer**
- **Motorüberlast**
- **Thermische Überlast**
- **Kältemittel**
- **Informationen über Danfoss Verdichter**

## Kennzeichnung der Verdichter

Für hermetische Kältemittelverdichter gibt es kein genormtes System für die Größenbezeichnung. Früher bezeichnete man Verdichter mit PS-Angaben, was aber keine klare Definition der kältetechnischen Eigenschaften enthielt. Bei Danfoss hat sich daher folgendes System seit den 60er Jahren durchgesetzt, das ständig erweitert wurde. Nach dem heutigen Stand werden die Verdichter, wie in der folgenden Grafik gezeigt, gekennzeichnet. Eine Erklärung der verwendeten Abkürzungen findet sich in den nachstehenden Absätzen.

Beispiel:

Basiskonstruktion (P, T, N, F, S)	T	L	E	S	4	F	K	Verwendungsbereich
L, R, C = int. Wicklungsschutz T, F = ext. Wicklungsschutz LV = variable Drehzahl								A = LBP / (MBP) R12 AT = LBP (Tropen) R12 B = LBP / MBP / HBP R12
E = energieoptimiert Y = hoch energieoptimiert								BM = LBP (240V) R22 C = LBP R502 / (R22) CL = LBP R404A/ R507 CM = LBP R22 / R502 CN = LBP R290 D = HBP R22 DL = HBP R404A/ R507 F = LBP R134a FT = LBP (Tropen) R134a G = LBP / MBP / HBP R134a GH = Wärmepumpen R134a GHH = Wärmepumpen (optimiert) R134a H = Wärmepumpen R12 HH = Wärmepumpen (optimiert) R12 K = LBP / (MBP) R600a KT = LBP (Tropen) R600a
S = semidirekte Ansaugung								LST / HST K = Kapillarrohr (LST) X = Expansionsventil (HST)
Nenn-Hubvolumen in cm <sup>3</sup>								

Der erste Buchstabe (P, T, N, F oder S) bezeichnet die Verdichterbaureihe und der zweite die Platzierung des Wicklungsschutzes. Der Nennhubraum wird durch Ziffern angegeben, die aber aus praktischen Gründen dem wirklichen Hubraum nur angenähert sind.

Zwischen Verdichterbaureihe und Nennhubraum ist Platz für die Kennung des Optimierungsgrades der Verdichter. Hier findet man die Buchstaben E (energieoptimiert), S (semidirekte Ansaugung) oder Y (hoch energieoptimiert), wobei E und S auch in Kombination auftreten können. Fehlen diese Zusatzkennungen, so handelt es sich um die Standardausführung des jeweiligen Verdichters.

Die Buchstabenkennzeichnung hinter dem Nennhubraum macht Aussagen über das zu verwendende Kältemittel und den Anwendungsbereich des Verdichters. LBP (Low Back Pressure) bezeichnet den Bereich der niedrigen, MBP (Medium Back Pressure) den Bereich der mittleren und HBP (High Back Pressure) den Bereich der hohen Verdampfungstemperaturen. Der Zusatz »T« gibt die Tropenausführung an.



Der letzte Buchstabe in der Verdichterbezeichnung macht eine Aussage über das Anlaufmoment. Ist der Verdichter universell für LST und HST konzipiert, so befindet sich dort keine Kennung. »K« gibt dabei ein niedriges Anlaufmoment (Kapillarrohr, LST = Low Starting Torque) und »X« ein hohes Anlaufmoment an (Expansionsventil, HST = High Starting Torque).

## Motorsysteme

Die Danfoss Verdichter sind mit Einphasen-Wechselstrommotoren ausgerüstet (mit Ausnahme der BD-Verdichter für 12 V und 24 V Gleichstrom und der TLV-Verdichter, die mit einem 230 V-Gleichstrommotor mit Vorschalt elektronik laufen). Die Wechselstrommotoren liegen mit folgenden Motorsystemen vor:

RSIR (Resistant Start Induction Run):	Induktionsmotor mit Widerstandsanlauf
RSCR (Resistant Start Capacitor Run):	Induktionsmotor mit Widerstandsanlauf und Betriebskondensator
CSIR (Capacitor Start Induction Run):	Induktionsmotor mit Kondensatoranlauf
CSR (Capacitor Start Run):	Induktionsmotor mit Betriebs- und Anlaufkondensator

Verdichter mit RSIR oder RSCR Motorsystem haben ein niedriges Anlaufmoment (LST) und werden in Kältemaschinen mit Kapillarrohr eingesetzt, bei denen vor jedem Anlauf ein Druckausgleich erfolgt.

RSIR-Systeme verwenden einen PTC oder ein Relais mit Bifilarwicklung (Stromrelais) in der Startausrüstung. Durch den vermehrten Einsatz von PTCs konnte die Anzahl der verschiedenen Anlassvorrichtungen wesentlich verringert werden. Allerdings erfordert der PTC eine Standzeit von ca. 5 min, um sich abzukühlen, bevor ein erneutes Anlaufen möglich ist.

Das RSCR-System, bestehend aus einem PTC und einem Betriebskondensator, findet vor allem in den energieoptimierten Verdichtern seine Anwendung.

Verdichter mit den Motorsystemen CSIR und CSR haben ein hohes Anlaufmoment (HST) und können sowohl in Kältemaschinen mit Kapillarrohr als auch in Systemen mit Expansionsventilbetrieb (ohne Druckausgleich) eingesetzt werden. Das CSIR-System entsteht durch die Verwendung des für die Verdichtergröße spezifizierten Anlassrelais und des Anlaufkondensators. Für das CSR-System benötigt man ein Spannungsrelais, einen Anlaufkondensator und einen Betriebskondensator.

Mit Ausnahme der kleinsten Verdichter können mit RSIR-Motorsystem ausgestattete TL-, FR-, NL- und SC-Verdichter für das Kältemittel R134a auf das CSIR-Motorsystem umgerüstet werden, indem die außen angebrachte elektrische Ausrüstung gewechselt wird. Die Verdichter der Typen TF, FF und NF haben eine bifilare Wicklung, ein Relais und einen Motorschutzschalter, der außen am Verdichter angebracht ist. Daher ist ein Wechsel zwischen RSIR und CSIR hier nicht möglich. Typen der TL-, FR-, NL- und SC-Reihe haben einen im Motor eingebauten Motorschutz (Wicklungsschutz).

## Anwendungen (Applications)

Im folgenden sollen einige Anwendungen der F, FT, G und K Verdichter vorgestellt werden.

### »F«-Verdichter

Beispiele: TL4F, NL7F, SC15F

Der Buchstabe F zeigt an, daß die Verdichter für den Betrieb mit dem Kältemittel R134a bei niedrigen Verdampfungstemperaturen (LBP) vorgesehen sind.

Typische Einsatzgebiete sind Kühlschränke, Tiefkühltruhen, Kühltheken oder ähnliche Geräte.

Dies zeigt, daß das Anwendungsgebiet LBP (MBP) und der Verdampfungstemperaturbereich von ca. -35°C bis ca. -10°C ist. Einwandfreie Funktion erfordert, daß keine extremen Spannungsschwankungen (größer +/- 10%) im Verhältnis zur Nennspannung vorkommen.

Die F-Verdichter – in für Haushaltskühlmöbel vorgesehenen Größen – sind auch in Ausführungen mit besonders niedrigem Energiebedarf (E, ES, Y) lieferbar. Unterhalb 90 % der Nennspannung können die Verdichter nicht sicher starten. Folglich sind F-Verdichter die zu bevorzugende Lösung in industrialisierten Ländern mit stabiler Spannungsversorgung von 220 - 240 V 50 Hz (115 V 60 Hz) und einem besonderen Interesse an einem niedrigen Energieverbrauch.

240 V 50 Hz verstärkt gegenüber 220 V 50 Hz das Motormoment. Somit sind die F-Verdichter bei Versorgungsnetzen von 240 V stärker belastbar als bei 220 V –Netzen.

Die 220 V-F-Verdichter eignen sich dagegen nicht für den Betrieb in 60 Hz-Netzen wie z. B. 220 V 60 Hz und 230 V 60 Hz. F-Verdichter, die für eine Nennspannung von 115 V 60 Hz vorgesehen sind, können auch mit 110 V 50 Hz und 100 V 50 Hz betrieben werden, denn eine Änderung von 60 Hz auf 50 Hz wirkt sich verstärkend auf das Motormoment aus.

### »FT«-Verdichter

Beispiele: TLS3FT; NL7FT

Für Länder mit einer instabilen Netzversorgung, also mit extremen Unterspannungen, eignen sich die FT-Verdichter. Sie sind die Tropenausführungen der F-Verdichter und speziell auf die Verwendung in Regionen mit erhöhten Anforderungen (z.B. hohe Umgebungstemperatur, große Netzschwankungen) zugeschnitten. Wie auch die F-Typen sind die FT-Verdichter für Anwendungen mit niedrigen Verdampfungstemperaturen (LBP) ausgelegt.

### »G«-Verdichter

Beispiele: TLAG, FR7,5G, SC12G

Der Buchstabe G bedeutet, daß der Elektromotor stärker ausgelegt wurde als für den F-Verdichter. Folglich kann ein G-Verdichter bei höheren Verdampfungstemperaturen als die F-Verdichter verwendet werden.

Die G-Verdichter können daher als R134a-HBP-Verdichter bezeichnet werden, d.h., daß sie für Fälle geeignet sind, wo sie hohen Verdampfungstemperaturen ausgesetzt werden, z. B. in Luftentfeuchtern, Flüssigkeitskühlern und verschiedenen gewerblichen Kühlmöbeln. Wahlweise können G-Verdichter in hohen, mittleren und niedrigen Verdampfungstemperaturbereichen eingesetzt werden. Daher können sie als Universallösung angesehen werden. Diese Motorauslegung ist auch bei instabiler Stromversorgung von Vorteil. Die G-Verdichter sind so eine gute Ergänzung zur F-Ausführung.

Sie bilden die richtige LBP/MBP-Lösung für Länder mit instabiler Stromversorgung mit schwachen Netzen und extremen Unterspannungen in Relation zu den Nennspannungen.

Für Länder mit Nennspannungen von 220 V 60 Hz und 230 V 60 Hz sind die G-Ausführungen aus den TL- und FR-Baureihen bestens geeignet für R134a-LBP-Betrieb, wie z.B. in Haushaltskühl- und -Tiefkühlmöbeln.

### »CL / DL«-Verdichter

Beispiele: TL4CL, SC10CL, FR6DL, SC 15DL

CL/DL-Verdichter sind für Kältemaschinen mit R404A oder R507 konstruiert.

Verdichter mit der Endbezeichnung CL eignen sich für den Einsatz in gewerblichen Kühl- und Gefrieranlagen oder vergleichbaren Anlagen mit niedrigen Verdampfungstemperaturen (LBP).

Verdichter mit der Endbezeichnung DL wurden für hohe Verdampfungstemperaturen (HBP) entwickelt. Sie werden in Kühlanlagen wie Flüssigkeitskühlern, Verkaufsautomaten, Wärmepumpen, gewerblichen Kühltheken, Luftentfeuchtern und ähnlichen Geräten eingesetzt.

Die Verdichter werden durch Ventilatorbelüftung (mindestens 3,0 m/s) gekühlt.

### »K«-Verdichter

Beispiele: FR15K, NL10K, TLS4K

Alle Verdichter für R600a (Isobutan) werden mit dem Buchstaben K am Ende der Kennzeichnung benannt. Diese Verdichter sind für niedrige Verdampfungstemperaturen (LBP) konzipiert, zum Einsatz in Kühlschränken, Gefriertruhen und vergleichbaren Geräten. Ähnlich wie die F-Verdichter sind die K-Verdichter mit einem Motor ausgestattet, der für die Anwendung in Ländern mit stabilem Stromnetz entwickelt wurde.

Einige der kleineren TLS-K, TLES-K, TLY-K und PLE-K Verdichter sind auch für mittlere Verdampfungstemperaturen (MBP) freigegeben.

R600a (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) ist als entflammbares Kältemittel der Klasse A3 nach ANSI/ASHRAE 34 klassifiziert. Deshalb müssen besondere Sicherheitsvorschriften eingehalten werden. Für Anwendungen im Bereich der Haushaltskühlgeräte wurde das spezielle Testverfahren (TS95006) als Ergänzung der europäischen Norm EN 60335-2-24 akzeptiert. Es beschreibt die Prüfanforderungen bei Verwendung von Kohlenwasserstoffen in Geräten. Danfoss Verdichter mit Isobutan (R600a) dürfen ausschließlich in Anlagen eingesetzt werden, die für R600a nach TS95006 oder späteren Regelungen ausgelegt sind. Das heißt, daß die Verdichter nicht in Anlagen betrieben werden dürfen, die nicht ursprünglich für R600a entwickelt und gutgeheißen wurden.

## Motorkippmoment

Die Motorbezeichnungen beziehen sich auf die abgegebene Leistung bei einer Belastung, die dem halben Kippmoment entspricht. Der Begriff »Kippmoment« ist ein Ausdruck für die höchste Anforderung, die der Motor bewältigen kann, ohne daß der Motor stehenbleibt. Wenn sich ein Verdichter in der Praxis bewähren soll, gilt als Voraussetzung, daß das Kippmoment des Motors so hoch liegt, daß Extremfälle bewältigt werden können.

In wie weit der Verdichter belastbar ist, kann man mit Hilfe sogenannter »Kippkennlinien« bildlich darstellen und somit die Grenzen der Betriebszustände, die er bewältigen kann, anschaulich aufzeigen. Diese Kennlinien werden ermittelt, indem man den Ansaugdruck (Verdampfungstemperatur) konstant hält und dann den Verdichter gegen einen steigenden Gegendruck arbeiten läßt, bei konstant gehaltener Spannung. Wenn die Belastung zu hoch wird, sinkt die Drehzahl, der Stromverbrauch steigt erheblich an und schließlich bleibt der Verdichter stehen.

Die Abbildung zeigt die Grenzbelastungswerte für die Verdichter TL-»F« und TL-»G« bei verschiedenen Unterspannungen und gleicher Motortemperatur. In das Diagramm sind außerdem die Werte für TL-»G« bei 60 Hz eingezeichnet.

Ebenfalls im Schaubild abgebildet, ist ein typisches Beispiel der Belastungsschwankungen, denen ein Verdichter im Kältemittelkreislauf mit Kapillarrohrdrosselung vom Anlauf bis zum stationären Betrieb ausgesetzt ist. Den vom Ausgangszustand und von der Systemzusammensetzung bestimmten Druckverlauf nennt man »Systemcharakteristik«. Im vorliegenden Beispiel ist der Ausgangszustand dadurch bestimmt, daß im Kältemittelsystem ein Druck- und Temperaturausgleich bei 43°C erfolgt ist.

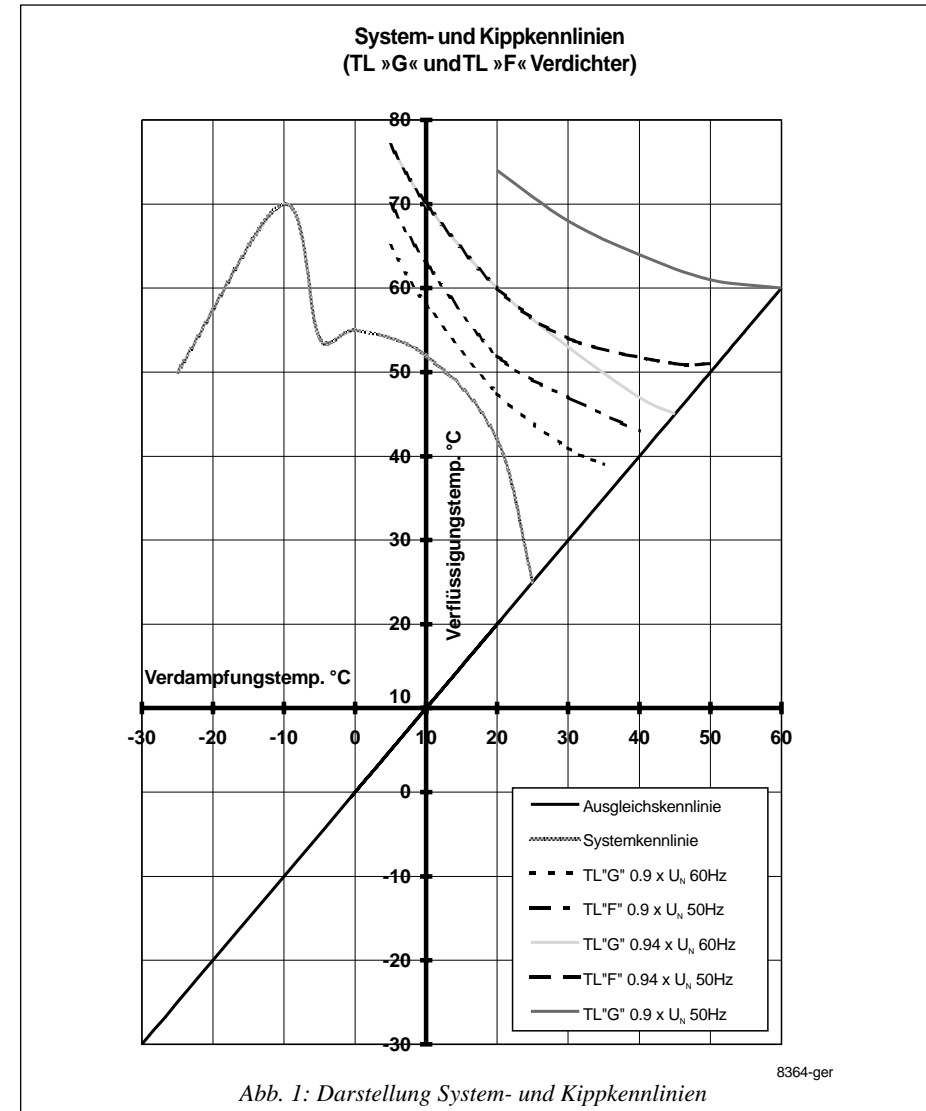
Wenn ein Verdichter den gezeigten Belastungsverlauf bewältigen soll, dann ist Voraussetzung, daß sich die Kippkennlinie bei einer spezifizierten Spannung nicht mit der Systemkennlinie schneidet.

Man erkennt aus der Abbildung, daß die Kippkennlinie eines TL-»G« bei 60 Hz ungefähr den gleichen Verlauf hat, wie die eines TL-»F« bei 50 Hz. Bei gezeigtem Beispiel muß man also einen G-Verdichter vorsehen, wenn für 230 V ausgelegte Kältemöbel an ein Versorgungsnetz von 220 bzw. 230 V 60 Hz angeschlossen werden sollen. Weiterhin läßt sich erkennen, daß mit dem stärkeren Motor eines G-Verdichters bessere Unterspannungseigenschaften bei unveränderter Frequenz erzielt werden als mit einem entsprechenden F-Verdichter. Folglich stellen G-Modelle in Gegenden mit ausgesprochenen Unterspannungen eine vorzügliche Lösung dar, während F-Modelle ihre Anwendung in Haushaltskälte- und Gefriersystemen finden, die für Länder mit stabiler Stromversorgung gedacht sind.

In Betriebsfällen mit hoher Verdampfungstemperatur (HBP) ist ein größeres Motormoment als bei niedrigen Verdampfungstemperaturen (LBP) erforderlich. G-Verdichter sind für diesen Bereich geeignet und können somit als R134a-Universalverdichter bezeichnet werden.

Energieoptimierte Verdichter sind durch ein Minimum an mechanischen und elektrischen Verlusten gekennzeichnet, wogegen ihr volumetrischer Wirkungsgrad hoch ist. Im Hinblick auf einen hohen Motorwirkungsgrad müssen bei der Auslegung der Verdichter wohldefinierte Anwendungsbedingungen, u.a. eine begrenzte Unterspannung und eine angemessene Systemkennlinie berücksichtigt werden. Soweit es letztere betrifft, ist eine sorgfältige Auslegung der Systembauteile (Verflüssigeroberfläche, Verflüssigervolumen und Kapillarrohr) die Voraussetzung.

Unter diesen Gesichtspunkten bilden die F-Verdichter immer eine energetisch günstigere Lösung im Vergleich zu den G-Typen. Sie sind für Haushaltskühlung vorgesehen. Die Voraussetzungen für einen einwandfreien Betrieb sind allerdings eine stabile Versorgungsspannung (min. 90 % der Nennspannung) und eine angemessene Systemdimensionierung.



## Anlaufeigenschaften LST / HST

Das Kippmoment begrenzt die Belastungsmöglichkeiten während des Betriebs und des Anlaufs. Für den Anlauf des Motors ist jedoch auch ein ausreichendes Anlaufmoment erforderlich.

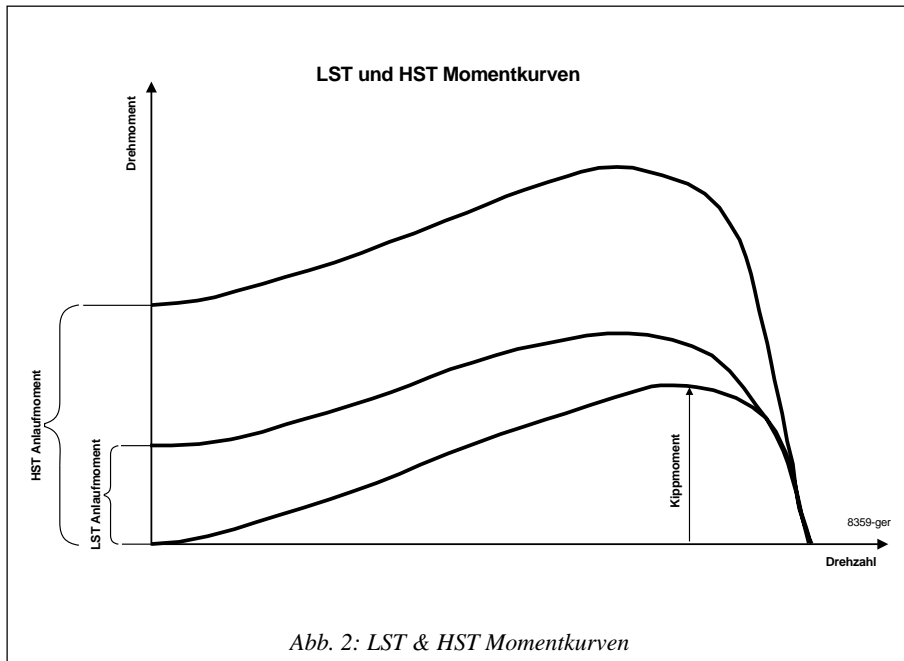


Abb. 2: LST & HST Momentkurven

Die Grafik zeigt die Drehmomentkurven für einen LST und einen HST Motor. LST und HST sind Kürzel für Low Starting Torque (niedriges Anlaufmoment) bzw. High Starting Torque (hohes Anlaufmoment). Auf der Ordinate sind die Momente und auf der Abszisse die Drehzahlen angetragen. Dabei sind für LST-Motoren niedrige Startmomente und für HST-Motoren hohe Startmomente charakteristisch. Verdichtermotoren mit hohem Startmoment sind stets mit einem Anlaufkondensator ausgerüstet.

Einphasen-Verdichtermotoren werden angelassen, indem man einen aus einer Startwicklung und einer Anlassvorrichtung bestehenden Hilfskreislauf einschaltet. Die Anlassvorrichtung kann aus einem Stromrelais (bzw. Spannungsrelais) oder aus einem Halbleiter, einem sogenannten PTC (Positive Temperature Coefficient, Kaltleiter), bestehen.

## LST Verdichter

LST Verdichter können nur in Kältesystemen verwendet werden, in denen vor jedem Anlauf ein Ausgleich zwischen dem Verdampfungsdruck und dem Verflüssigungsdruck erfolgt. Voraussetzung hierfür ist das Einspritzen durch das Kapillarrohr. Charakteristisch für das Danfoss LST Elektrosystem ist, daß es als Hilfsbauteil neben dem eingebauten Motorschutz (Wicklungsschutz) einen PTC vom Typ 103N.... enthält. Der PTC ist ein Halbleiter mit positiven Temperaturkoeffizienten, d. h., daß er in kaltem Zustand einen hohen Stromdurchgang zuläßt. Wenn sich der PTC bei einem Stromdurchgang erwärmt, wächst sein Widerstand so sehr, daß gerade noch so viel Strom Durchlaß findet, daß der PTC warm gehalten wird.

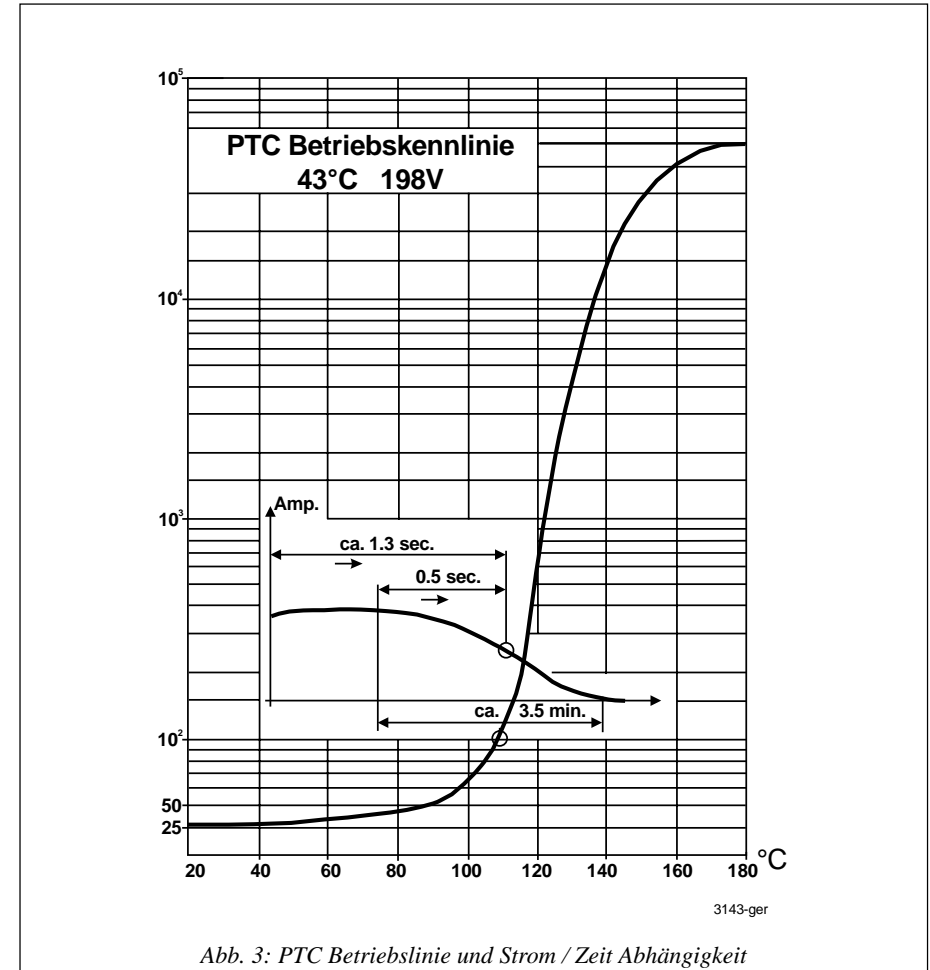


Abb. 3: PTC Betriebslinie und Strom / Zeit Abhängigkeit

In dem in der Abbildung dargestellten Vorgang ist der Widerstand in Ohm (W) auf der Y-Achse und die Temperatur in Grad Celsius (°C) auf der X-Achse angegeben. Die eingezeichnete Kurve zeigt die Abhängigkeit zwischen Widerstand und Temperatur während der Erwärmung (Anlauf) und der Abkühlung (Ausschaltung). Charakteristisch für den PTC ist, daß er nur eine begrenzte Einschaltdauer der Startwicklung zuläßt. Bei einem ausbleibenden Anlauf kann die Startwicklung nicht überlastet werden. Im Gegensatz hierzu kann ein Stromrelais wiederholte Ein- und Ausschaltungen in sehr kurzen Zeitabständen vornehmen, die zu einer kritischen Belastung der Relaiskontakte und der Startwicklung führen können. Allerdings erfordert der PTC vor einem Wiederanlauf eine Abkühlzeit. In der Abbildung ist deswegen zur Erläuterung des Arbeitsprinzips des PTC ein Strom / Zeit Diagramm eingezeichnet. Je länger der PTC Anlasser abkühlen kann, desto besser ist er für den nachfolgenden Anlauf vorbereitet, weil dabei dann auch die Startwicklung länger mitwirken kann.

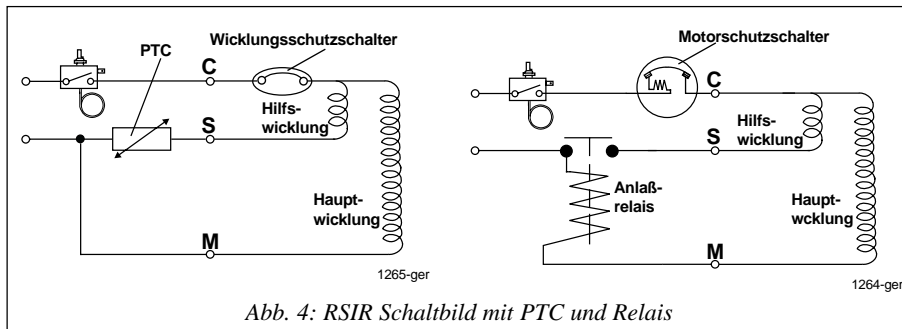
**Voraussetzungen für den Einsatz des PTC-Systems:**

- Durch den Thermostaten müssen Standzeiten gewährleistet sein, die einen Druckausgleich im Kältesystem durch das Kapillarrohr zulassen.
- Die Standzeit für Verdichter muß je nach Verdichtergröße zwischen 3 und 5 Minuten betragen (z. B. TL min. 3 Minuten; SC min. 5 Minuten)

**Das PTC System bietet eine Reihe von Vorteilen:**

- Sicherer Schutz der Startwicklung
- Die PTC Funktion ist unabhängig von Über- und Unterspannungen
- Keine Rundfunk- und Fernsehstörungen
- Keine Abnutzung
- Eine PTC Anlassvorrichtung für viele verschiedene Verdichtergrößen

Das E-Schaltbild des LST Motorsystem RSIR ist in der nachstehenden Abbildung einmal mit Relais und einmal mit PTC dargestellt.



Die Absicherung des Motors erfolgt in der Regel durch den internen Wicklungsschutzschalter. Die bereits erwähnten TF, NF und FF Typen haben einen externen Motorschutzschalter.

Bei vielen Verdichter kann allein durch Auswechseln der Anlassvorrichtung von LST- auf HST-Betrieb umgestellt werden.

**HST Verdichter**

Wenn ein Verdichter gegen Differenzdruck anlaufen soll, muß der Motor ein hohes Anlaufmoment haben. Man spricht dann von einer Anlaufausrüstung HST.

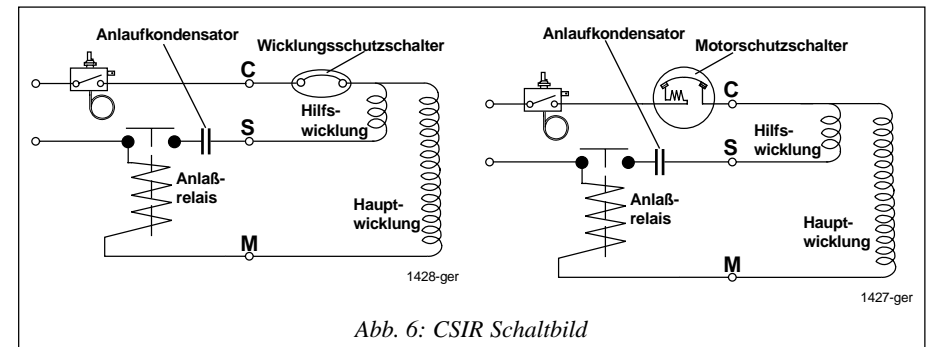
Mit Expansionsventil ausgerüstete Kälteanlagen müssen stets mit HST Verdichter versehen sein, weil der Verdichter durchweg gegen einen Differenzdruck anlaufen muß.

In einigen Kältemaschinen mit Kapillarrohrbetrieb ergeben sich Standzeiten von so kurzer Dauer, daß ein voller Druckausgleich zwischen der Druck- und Saugseite bis zum nächsten Anlauf nicht zu erwarten ist. In solchen Kältemaschinen sind ebenfalls Verdichter mit HST-Anlaufeigenschaften vorzusehen.

Auf Grund des stets in einem HST-Anlaufsystem vorhandenen Anlaufkondensators ist die Startstromaufnahme eines HST Verdichters niedriger als die eines entsprechenden LST Verdichters, ein Umstand, den man gelegentlich bei schwachen Versorgungsnetzen ausnutzt, weil dabei im Anlaufmoment der Spannungsabfall reduziert werden kann. Das HST-Anlaufsystem ist auch für Kältemittelkreisläufe einsetzbar, bei denen ein Druckausgleich erfolgt und sonst eine LST-Startausrüstung vorgesehen ist.

Sämtliche FR Verdichter, ein Großteil der TL-, NL- sowie auch viele SC-Typen haben Motoren, die wahlweise mit einer LST oder HST Anlaßvorrichtung ausgerüstet werden können. Dadurch ergeben sich gegenüber herkömmlichen Konzepten, die den Einbau eines LST oder HST Motors in den Verdichter vorschreiben, Vorteile für Lagerhaltung und Kundendienst.

Alle nicht mit LST / HST Universalmotor ausgerüsteten SC Verdichter werden nur mit HST Startsystem geliefert. Das elektrische Schaltbild für das HST Motorsystem CSIR ist in der unten stehenden Grafik zu sehen.





## Voraussetzungen für eine lange Lebensdauer

Im Hinblick auf einen störungsfreien Betrieb und eine lange Lebensdauer für einen hermetischen Verdichter müssen verschiedene Voraussetzungen erfüllt sein:

1. Ausreichendes Anlaufmoment des Verdichtermotors, um beim Anlassen die im Kühlsystem herrschenden Druckverhältnisse bewältigen zu können.
2. Ausreichendes Kippmoment, um die auftretenden Belastungsverhältnisse beim Anlauf und während des Betriebs zu bewältigen.
3. Durch die Betriebsbedingungen für das Kühlsystem dürfen im Verdichter keine Temperaturen entstehen, die auf dessen Bauteile zerstörend wirken können. Deswegen sollten Verflüssigungs- und Verdichtertemperatur so niedrig wie möglich gehalten werden.
4. Exakte Bemessung des betreffenden Kältesystems und eine sorgfältige Beurteilung der Betriebsbedingungen des Verdichters bei voraussichtlicher Grenzbelastung
5. Ausreichende Reinheit und niedrige Restfeuchte im Kreislauf.

## Motorüberlast

Der Anlauf des Verdichters wird vom Anlauf- und / oder Kippmoment des Motors beeinflusst. Wenn das Anlauf- und / oder Kippmoment nicht ausreicht, kann der Verdichter entweder überhaupt nicht anlaufen oder der Anlauf wird durch den Motorschutzschalter, der in Tätigkeit tritt, erschwert und verzögert sich. Mehrfache Anlaufversuche setzen den Motor einer übermäßigen Belastung aus, früher oder später kommt es dann zum Ausfall. Fehler dieser Art werden vor allem durch die richtige Verdichter / Elektromotorkombination vermieden. Danfoss bietet für fast alle Anwendungen die richtige Lösung. Es kommt darauf an, für schwierige Anwendungsfälle den richtigen Verdichter zu wählen.

## Thermische Überlast

Betriebsverhältnisse, die eine thermische Zersetzung der im Verdichter benutzten Materialien bewirken, müssen vermieden werden, um dem Verdichter eine lange Lebensdauer zu sichern. Die in diesem Zusammenhang relevanten Materialien sind die Isolation des Motors, das Kältemittel und das Öl. Die Motorisolation besteht aus dem Isolierlack für die Kupferdrähte, der Nutzenisolation des Statorpakets, Bandagen und Zuleitungen.

Um 1960 wurden bei Danfoss bereits für alle Verdichter vollsynthetische Isolationen eingeführt. Bis heute erfolgte eine ständige Verbesserung der Lacke für die Drahtisolation und das Isolationsystem. Die Folge dieser Maßnahme ist eine immer größere Sicherheit gegen Motorüberlastung.

R12 und R502 erwiesen sich wie alle anderen FCKW als umweltschädigend und wurden verboten. Diese Kältemittel wurden zusammen mit Mineralölen verwendet. Dabei konnte es bei hohen Betriebstemperaturen häufig zu der sogenannten Spauschus-Reaktion von Öl und Kältemittel kommen, die letztlich zu einer Verkokung der Ventile führte, vor allem bei zu hoher Restfeuchte.

Die heute verwendeten Kältemittel R134a, R404A oder R507 stellen erhöhte Ansprüche an die Öle. Sie werden nur in Verbindung mit Polyolesterölen von besonderer Qualität eingesetzt.

Aufgrund dieser neuen Güte der Öle und dem Einsatz der oben erwähnten Kältemittel besteht die Gefahr einer Verkokung der Ventile heute praktisch nicht mehr.

Die Begrenzung der Verflüssigungstemperatur und der Wicklungstemperatur dient heute in erster Linie dazu, den Motor zu schützen und somit die Lebensdauer zu erhöhen. Bei der Benutzung von Danfoss Verdichtern für Haushaltskühlung und gewerbliche Kühlung mit den jeweiligen Kältemittel empfehlen wir die Befolgung der nachstehenden Regeln.

### Wicklungstemperatur

Die Wicklungstemperatur darf im Dauerbetrieb 125°C nicht übersteigen.

Für kurze Dauer, z. B. während der Inbetriebnahme des Verdichters oder kurzfristigen Belastungsspitzen sollten 135°C nicht überschritten werden.

Bei der Gewerbekälte mit R134a gelten die gleichen Grenzwerte wie für die Haushaltskühlung. Es wird allerdings Ventilatorbelüftung für den Verdichter empfohlen.

### Verflüssigungstemperatur

Bei der Verwendung von R600a oder R134a ist im Dauerbetrieb eine Verflüssigungstemperatur von max. 60°C zulässig. Während kurzzeitiger Belastungsspitzen sollten 70°C nicht überschritten werden.

In der Gewerbekälte mit R404A und R507 liegt die Grenzverflüssigungstemperatur bei 48°C für den Dauerbetrieb und bei 58°C für Lastspitzen.

Alle CL und DL Verdichter sind ventilatorbelüftet.

## Kältemittel

Entsprechend dem Montreal-Protokoll wurden die FCKW (Fluor - Chlor - Kohlenwasserstoff) abgeschafft, was auch Kältemittel wie R12 oder R502 einschließt. In absehbarer Zeit sollen in Europa auch H-FCKW-Kältemittel (teilhalogenierte Fluor -Chlor - Kohlenwasserstoffe) nicht mehr verwendet werden. Um die Fristen zur Abschaffung von FCKW-Kältemitteln einhalten zu können, wurden verschiedene Ersatzkältemittel hergestellt.

Alle neuen Kälteanlagen müssen mit den noch verbleibenden Kältemitteln FKW (vollständig halogenierte Fluor - Kohlenwasserstoffe), H-FKW (teilhalogenierte Fluor - Kohlenwasserstoffe), KW (Kohlenwasserstoffe) oder anorganischen Kältemitteln betrieben werden

Mit dem FKW-Kältemittel R134a wurde ein langfristiger Ersatz für das ozonschädliche R12 gefunden. R134a hat annähernd die gleichen thermodynamischen Eigenschaften wie R12, wodurch ein Umrüsten bestehender Anlagen vereinfacht wird. Danfoss hat ein breites Angebot an Verdichtern, die für R134a-Kältemaschinen konzipiert sind.





Die brennbaren KW-Kältemittel (wie z. B. R600a Isobutan) werden in Deutschland schon in großem Umfang in Haushaltsgeräten eingesetzt. Ob sich die Verbreitung der KW fortsetzen wird, bleibt abzuwarten. In den USA ist mit einer ähnlichen Entwicklung nicht zu rechnen.

In der Gewerbekälte wurde bis vor kurzem das FCKW-Kältemittel R502 eingesetzt. Für R502 gibt es einige FKW-Gemische, die langfristig als Ersatz dienen können. Darunter sind auch die Gemische R404A und R507. Für das HFCKW-Kältemittel R22 in gewerblichen Anwendungen bieten sich ebenfalls R404A und R507 an. CL und DL Verdichter sind für den Einsatz in Kältemaschinen mit R404A und R507 entwickelt worden.

## Informationen über Danfoss Verdichter

Informationen über Danfoss Verdichter und Verflüssigungsätze können der umfangreichen Spezialliteratur und den technischen Datenblättern entnommen werden.

Außerdem gibt es ein Verdichterauswahlprogramm auf CD-ROM mit dessen Hilfe schnell der richtige Verdichter für vorher definierte Rahmenbedingungen gefunden werden kann.

Weitere Informationen über Danfoss finden Sie im Internet unter [www.danfoss.com/compressors](http://www.danfoss.com/compressors).

Die in Katalogen, Prospekten und anderen schriftlichen Unterlagen, wie z.B. Zeichnungen und Vorschlägen enthaltenen Angaben und technischen Daten sind vom Käufer vor Übernahme und Anwendung zu prüfen. Der Käufer kann aus diesen Unterlagen und zusätzlichen Diensten keinerlei Ansprüche gegenüber Danfoss oder Danfoss-Mitarbeitern ableiten, es sei denn, dass diese vorsätzlich oder grob fahrlässig gehandelt haben. Danfoss behält sich das Recht vor, ohne vorherige Bekanntmachung im Rahmen des Angemessenen und Zumutbaren Änderungen an ihren Produkten – auch an bereits in Auftrag genommenen – vorzunehmen. Alle in dieser Publikation enthaltenen Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Firmen, Danfoss und das Danfoss-Logo sind Warenzeichen der Danfoss A/S. Alle Rechte vorbehalten.



### DanfossGmbH

Kältetechnik  
Postfach 10 04 53, 63004 Offenbach  
Carl-Legien-Straße 8, 63073 Offenbach  
Telefon: (069) 4 78 68 - 522  
Telefax: (069) 4 78 68 - 529  
E-Mail: [info@danfoss-sc.de](mailto:info@danfoss-sc.de)  
[www.danfoss.de/kaelte](http://www.danfoss.de/kaelte)