

Wärmeaustauscher
Kältemittelgekühlte Flüssigkeitskühler
Prüfverfahren zur Leistungsfeststellung
(enthält Änderung A1:2002)
Deutsche Fassung EN 1118:1998 + A1:2002

DIN
EN 1118

ICS 27.060.30; 27.200

Ersatz für
DIN EN 1118:1999-02

Heat exchangers —
Refrigerant cooled liquid coolers —
Test procedure for establishing the performance
(includes amendment A1:2002);
German version EN 1118:1998 + A1:2002

Echangeurs thermiques —
Refroidisseurs de liquides —
Procédures d'essai pour la détermination de la performance
(inclut l'amendement A1:2002);
Version allemande EN 1118:1998 + A1:2002

Die Europäische Norm EN 1118:1998 hat den Status einer Deutschen Norm, einschließlich der eingearbeiteten Änderung A1:2002, die von CEN getrennt verteilt wurde.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee TC 110 „Wärmeaustauscher“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI betreut wird. Von deutscher Seite war der Arbeitsausschuss FNKä 11 „Kälte-Apparate“ beteiligt.

Die Änderung A1:2002 ist eingearbeitet worden, die betroffenen Textstellen sind durch einen vertikalen Strich am linken Rand gekennzeichnet.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1118:1999-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Einarbeitung der in der Änderung A1 enthaltenen Ergänzungen hinsichtlich der neu im Handel erhältlichen Kältemittel R 404A, R 407C und R 410A.

Frühere Ausgaben

DIN V ENV 1118: 1994-03, 1995-06
DIN EN 1118: 1999-02

Fortsetzung 40 Seiten EN

Normenausschuss Kältetechnik (FNKä) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik (NHRS) im DIN

— Leerseite —

ICS 27.060.30; 27.200

Deutsche Fassung

Wärmeaustauscher
Kältemittelgekühlte Flüssigkeitskühler
Prüfverfahren zur Leistungsfeststellung
(enthält Änderung A1: 2002)

Heat exchangers —
Refrigerant cooled liquid coolers —
Test procedures for establishing the
performance
(includes amendment A1: 2002)

Echangeurs thermiques —
Refroidisseurs de liquides —
Procédures d'essais pour la détermination de
la performance
(inclut l'amendement A1: 2002)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 27. November 1998 angenommen.

Die Änderung A1 wurde von CEN am 14. September 2002 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindlichen Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Definitionen	5
4 Kurzzeichen	8
5 Normleistung	10
6 Herstellerangaben	12
7 Prüfungen	12
8 Prüfverfahren und Prüfeinrichtung	15
9 Durchführung der Prüfung	16
10 Leistungsberechnungen	20
11 Umrechnung auf Normbedingungen	21
12 Prüfbericht	22
Anhang A (normativ) Kreislaufdiagramme	23
Anhang B (normativ) Betrieb mit Direktexpansion	25
Anhang C (normativ) Überfluteter Betrieb	27
Anhang D (normativ) Betrieb mit Schwerkraftumwälzung	30
Anhang E (normativ) Betrieb mit Pumpenumwälzung	33
Anhang F (informativ) Abbildungen	35
Anhang G (informativ) Flussdiagramme für die Umrechnung auf Normbedingungen	37
Anhang H (informativ) Durchführung zur Ölgehaltsbestimmung	39
Anhang I (informativ) Literaturhinweise	40

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 110 „Wärmeaustauscher“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm ersetzt ENV 1118:1993.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 1999, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 1999 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Dieses Dokument wurde 1993 vorab als Europäische Vornorm (ENV) herausgegeben und es wurden keine technischen Änderungen durchgeführt.

Einleitung

Diese Europäische Norm ist Teil einer Reihe Europäischer Normen über Wärmeaustauscher.

Vorwort der Änderung A1

Dieses Dokument EN 1118:1998/A1:2002 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 110 „Wärmeaustauscher“ erstellt, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2003, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2003 zurückgezogen werden.

Diese Änderung wird aufgenommen, um neu im Handel erhältliche Kältemittel, z. B. R-404a, R-407c und R-410a, zu berücksichtigen.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Europäische Norm gilt für serienmäßig produzierte Flüssigkeitskühler, die mit einem Kältemittel arbeiten.

Der Zweck ist, einheitliche Verfahren festzulegen, um folgende Punkte zu prüfen und sicherzustellen.

- Produktkennzeichnung
- Leistung
- Flüssigkeitsmassenstrom
- Druckabfall auf der Flüssigkeitsseite

Sicherheitstechnische Gesichtspunkte sind nicht Gegenstand dieser Europäischen Norm.

1.2 Die Norm behandelt folgende Bauarten serienmäßig produzierter, kältemittelgekühlter Flüssigkeitskühler:

- a) Rohrbündel-Flüssigkeitskühler mit:
 - 1) dem Kältemittel im Mantel und
 - 2) dem Kältemittel im (in den) Rohr(en)
- b) Flüssigkeitskühler coaxialer Bauart mit:
 - 1) dem Kältemittel im Ringraum;
 - 2) dem Kältemittel im (in den) Rohr(en)
- c) Platten-Flüssigkeitskühler

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN 45001, *Allgemeine Kriterien zum Betreiben von Prüflaboratorien*.

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1

Flüssigkeitskühler (kältemittelgekühlt)

selbstständig funktionierendes Bauteil eines Kühlsystems, das Wärme von einer zu kühlenden Flüssigkeit auf ein verdampfendes Kältemittel überträgt. Im Anhang A ist der Flüssigkeitskühler durch die Systemgrenzen für Berechnungen begrenzt

3.2

Rohrbündel-Flüssigkeitskühler

Flüssigkeitskühler, der aus einem Mantel mit einer im Inneren des Mantels befindlichen Anordnung von Rohren besteht

3.3

Koaxial-Flüssigkeitskühler

Flüssigkeitskühler, der aus einem äußeren Rohr mit einem oder mehreren parallel zueinander angeordneten inneren Rohren besteht. Die beiden Flüssigkeiten können zueinander entweder im Gleich- oder im Gegenstrom fließen

3.4

Platten-Flüssigkeitskühler

Flüssigkeitskühler, der aus parallelen, die beiden Flüssigkeiten voneinander trennenden Platten besteht

3.5 Arbeitsfluide

3.5.1

Kältemittel (Primär)

Arbeitsfluid in einem kälteerzeugenden System, das durch Verdampfen bei niedriger Temperatur Wärme aufnimmt und durch Kondensation bei höherer Temperatur Wärme abgibt

3.5.2

Flüssigkeit

in einem kälteerzeugenden System umgewälztes Arbeitsfluid, das während der Aufnahme und Abgabe von Wärme flüssig bleibt

3.6 Leistung

3.6.1

Leistung (Flüssigkeitsseite)

die Kühlwirkung auf die Flüssigkeit, die durch den Flüssigkeitskühler hindurchströmt. Sie ist definiert als das Produkt aus dem Massenstrom der Flüssigkeit und der Differenz zwischen den spezifischen Enthalpien am Eintrittsstutzen und am Austrittsstutzen des Flüssigkeitskühlers

3.6.2

Leistung (Kältemittelseite)

der vom Kältemittel zwischen dem Eintrittsstutzen und dem Austrittsstutzen des Systems abgeführte Wärmestrom. Er ist definiert als das Produkt aus dem Massenstrom des Kältemittels und der Differenz zwischen den spezifischen Enthalpien am Eintrittsstutzen und am Austrittsstutzen des Flüssigkeitskühlers

3.7 Temperaturen

ANMERKUNG Alle Temperaturen sind über die Prüfdauer gemittelte Werte.

3.7.1

Flüssigkeitseintrittstemperatur

die unter Berücksichtigung der örtlichen Flüssigkeitsgeschwindigkeiten gemittelte Temperatur der Flüssigkeit am Eintrittsstutzen des Flüssigkeitskühlersystems (siehe Systemgrenzen in Anhang A)

3.7.2

Flüssigkeitsaustrittstemperatur

die unter Berücksichtigung der örtlichen Flüssigkeitsgeschwindigkeiten gemittelte Temperatur der Flüssigkeit am Austrittsstutzen des Flüssigkeitskühlersystems (siehe Systemgrenzen in Anhang A)

3.7.3

Umgebungstemperatur

Temperatur der den Flüssigkeitskühler umgebenden Luft

3.7.4

Verdampfungstemperatur

Taupunkttemperatur des Kältemittels, die dem Verdampfungsdruck entspricht

3.7.5

Dampfaustrittstemperatur

- a) bei direkter Expansion, Überflutung und Schwerkraftumwälzung: Die direkt gemessene Temperatur des Kältemitteldampfes am Austrittsstutzen des Flüssigkeitskühlersystems (siehe Systemgrenzen in Anhang A)
- b) bei Pumpenumwälzung: Die direkt gemessene Temperatur des Kältemitteldampfes am Austrittsstutzen des Abscheiders (siehe Anhang A)

3.7.6

Unterkühlungstemperatur

Temperatur des flüssigen Kältemittels am Eintritt des Drosselorgans (kein Teil des Flüssigkeitskühlers)

3.7.7

Siedepunkttemperatur

Temperatur, die dem Absolutdruck des Kältemittels am Austrittsstutzen des Verflüssigers entspricht

3.8 Temperaturdifferenzen

3.8.1

Eintrittstemperaturdifferenz

Differenz zwischen der Flüssigkeitseintrittstemperatur und der Verdampfungstemperatur

3.8.2

Überhitzung

Differenz zwischen der Dampfaustrittstemperatur und der Verdampfungstemperatur

3.8.3

Unterkühlung

Differenz zwischen der dem Absolutdruck des Kältemittels am Eintrittsstutzen der Expansionsvorrichtung entsprechenden Siedepunkttemperatur und der Unterkühlungstemperatur des Kältemittels

3.8.4

Flüssigkeitstemperaturdifferenz

Differenz zwischen der Flüssigkeitseintritts- und Flüssigkeitsaustrittstemperatur

3.8.5**hoher Temperaturgleit**

Kältemittel, bei dem die Differenz zwischen der Verflüssigungstemperatur und der Siedepunkttemperatur bei einer Verflüssigungstemperatur von 40 °C mehr als 3 K beträgt

3.9 Flüssigkeitsdruck

ANMERKUNG Alle Drücke sind über die Prüfdauer gemittelte Werte.

3.9.1**Flüssigkeitseintrittsdruck**

statischer Druck der Flüssigkeit am Eintrittsstutzen des Flüssigkeitskühlers

3.9.2**Flüssigkeitsaustrittsdruck**

statischer Druck der Flüssigkeit am Austrittsstutzen des Flüssigkeitskühlers

3.10 Betriebsweisen**3.10.1****Direktexpansion**

ein Verdampfungsvorgang, bei dem das primäre Kältemittel über ein Drosselorgan als Flüssigkeit/Dampf-Gemisch in den Flüssigkeitskühler eintritt und ihn im überhitzten Zustand verlässt (siehe Systemgrenzen in Anhang A)

3.10.2**Überflutung**

ein Verdampfungsvorgang, bei dem der Kältemittelstrom durch Konstanthalten des Kältemittelstandes im Flüssigkeitskühler geregelt wird (siehe Systemgrenzen in Anhang A)

3.10.3**Schwerkraftumwälzung**

ein Verdampfungsvorgang, bei dem das Kältemittel den Flüssigkeitskühler im teilweise verdampften Zustand verlässt. Das Kältemittel wird durch Schwerkraft und den Dichteunterschied am Eintritt und Austritt des Flüssigkeitskühlers umgewälzt. Der Vorgang läuft in einem System ab, das aus einem Flüssigkeitskühler, einem Niederdruckabscheider und den Anschlussrohren besteht. Der Kältemittelstrom wird geregelt, indem der Flüssigkeitsstand des Kältemittels im Abscheider konstant gehalten wird (siehe Systemgrenzen in Anhang A)

3.10.4**Pumpenumwälzung**

ein Verdampfungsvorgang, bei dem das Kältemittel den Flüssigkeitskühler in teilweise verdampften Zustand verlässt. Der Vorgang läuft in einem System ab, das nur aus einem Flüssigkeitskühler besteht und mit einer Flüssigkeitspumpe und einem Abscheider betrieben wird, der Teil einer Kältemaschine ist. Das Kältemittel wird zwischen dem Abscheider und dem Flüssigkeitskühler von einer mechanisch wirkenden Pumpe gefördert (siehe Systemgrenzen in Anhang A)

3.11 Kältemittelenthalpien**3.11.1****spezifische Kältemittelintrittsenthalpie**

die spezifische Enthalpie des Kältemittels am Eintrittsstutzen des Flüssigkeitskühlersystems. Sie ist definiert als spezifische Enthalpie des gesättigten, flüssigen Kältemittels am Eintritt in das Drosselorgan entsprechend der Temperatur des unterkühlten Kältemittels

Das gilt auch für die Flüssigkeitszuführung durch Pumpenumwälzung, weil in diesem Fall die Kältemittelintrittsenthalpie nicht durch Temperatur- und Druckmessung bestimmt werden kann (siehe Anhang A)

3.11.2

spezifische Enthalpie des Kältemittels am Austritt

spezifische Enthalpie des Kältemittels am Austrittsstutzen des Flüssigkeitskühlersystems. Sie ist definiert als spezifische Enthalpie des Kältemittels entsprechend dem Verdampfungsdruck und der Dampfaustrittstemperatur

Das gilt auch für die Flüssigkeitspumpenumwälzung, da in diesem Fall die Kältemittelaustrittsenthalpie nicht durch Temperatur- und Druckmessung bestimmt werden kann und diese Definition nur für Leistungsberechnungen gültig ist (siehe Anhang A)

3.11.3

spezifische Verdampfungsenthalpie

sie ist definiert bei der Verdampfungstemperatur ohne Berücksichtigung des Druckabfalls im Flüssigkeitskühlersystem

3.12

Kältemittelumwälzfaktor

das Verhältnis zwischen dem tatsächlichen Massenstrom durch den Flüssigkeitskühler und dem Massenstrom, der für die gesamte Verdampfung des Kältemittels notwendig ist. Er wird nach folgender Gleichung bestimmt:

$$\text{Kältemittelumwälzfaktor } rr = \Delta h_o / \Delta h_e$$

(siehe auch F.2.)

3.13

Verschmutzungswiderstand

Wärmeübergangswiderstand einer Schicht unerwünschter Ablagerungen auf der Wärmeaustauscheroberfläche, die seine Wärmeübergangsleistung vermindert

ANMERKUNG Der Verschmutzungswiderstand einer reinen Oberfläche ist Null. Rein bedeutet in diesem Zusammenhang, dass alle Produktionsrückstände durch das herstellungsgemäße Reinigungsverfahren von der Wärmeübertragungsfläche beseitigt worden sind.

3.14

Prüfreihe

besteht aus einer Anzahl Einzelprüfungen bei konstantem Massenstrom der Flüssigkeit und unterschiedlichen Bedingungen auf der Kältemittelseite des Flüssigkeitskühlers

ANMERKUNG Eine Doppelprüfreihe besteht aus zwei Prüfreiheiten.

3.15

Ölgehalt

Massenanteil des Öls im Kältemittel, bezogen auf das reine Kältemittel

4 Kurzzeichen

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Kurzzeichen:

4.1 Buchstaben

c_{pL}	spezifische Wärmekapazität der Flüssigkeit	kJ/kg/K
h_{L1}	spezifische Enthalpie der Flüssigkeit am Eintrittsstutzen	kJ/kg
h_{L2}	spezifische Enthalpie der Flüssigkeit am Austrittsstutzen	kJ/kg
h_{R1}	spezifische Kältemittelintrittsenthalpie	kJ/kg

h_{R2}	spezifische Kältemittelaustrittsenthalpie	kJ/kg
h_{R3}	spezifische Enthalpie des Kältemittels am Austrittsstutzen des Flüssigkeitskühlers für Pumpenumwälzung	kJ/kg
p_{atm}	Luftdruck	Pa
p_e	Sättigungsdruck entsprechend der Verdampfungstemperatur	bar
p_{e1}	Kältemitteldruck am Abscheideraustrittsstutzen für Pumpenumwälzung	bar
p_{L1}	Flüssigkeitsdruck am Eintrittsstutzen	bar
p_{L2}	Flüssigkeitsdruck am Austrittsstutzen	bar
p_{R1}	Kältemitteldruck am Eintritt des Drosselgerätes	bar
P_L	Leistung (Flüssigkeitsseite)	kW
P_R	Leistung (Kältemittelseite)	kW
q_L	Flüssigkeitsstrom	—
q_R	Kältemittelstrom	—
q_{mRPu}	Massenstrom des Kältemittels durch die Pumpe	kg/s
RL	Flüssigkeitsstand des Kältemittels	mm
rd	relative Abweichung	—
rr	Umwälzfaktor	—
κ_L	Flüssigkeitsdichte	kg/m ³
t_{amb}	Umgebungslufttemperatur	°C
t_{MR}	Kältemitteltemperatur am Durchflussmessgerät	°C
t_e	Verdampfungstemperatur	°C
t_{L1}	Flüssigkeitseintrittstemperatur	°C
t_{L2}	Flüssigkeitsaustrittstemperatur	°C
$t_{(pR1)}$	Sättigungstemperatur entsprechend p_{R1}	°C
t_{R1}	Temperatur des unterkühlten Kältemittels	°C
t_{R2}	Dampfaustrittstemperatur am Flüssigkeitskühler- oder Abscheideraustrittsstutzen	°C
t_{R3}	tatsächliche Temperatur am Austrittsstutzen des Flüssigkeitskühlersystems (Pumpenumwälzung)	°C
Δt_{sup}	Überhitzung = $t_{R2} - t_e$	K
Δt_1	Eintrittstemperaturdifferenz = $t_{L1} - t_e$	K
Δt_{sub}	Unterkühlung = $t_{(pR1)} - t_{R1}$	K
Δt_L	Flüssigkeitstemperaturdifferenz = $t_{L1} - t_{L2}$	K
Δh_o	spezifische Verdampfungsenthalpie	kJ/kg
Δh_e	Änderung der spezifischen Enthalpie des Kältemittels im Flüssigkeitskühlersystem	kJ/kg
Δp_L	Druckabfall auf der Flüssigkeitsseite = $p_{L1} - p_{L2}$	Pa
Z	Prüfdauer	s

4.2 Tiefgestellte Indizes

m	Masse
v	Volumen
M	Durchflussmessgerät
Ziffern	Auf den Flussdiagrammen im Anhang A festgelegte Positionen

4.3 Hochgestellte Indizes

(st)	Norm
(a, b)	kennzeichnet eine Prüfreihe
(v, w, x)	kennzeichnet eine Einzelprüfung innerhalb einer Prüfreihe mit — unterschiedlichen Überhitzungsniveaus (Direktexpansion); oder — unterschiedlichen Kältemittelständen (Überflutung, Flüssigkeitszuführung durch Gravitation); oder — unterschiedlichen Umwälzfaktoren (Pumpenumwälzung).

5 Normleistung

5.1 Grundlagen der Normleistungsangaben

Die Leistung eines Flüssigkeitskühlers hängt ab von:

- a) der Verdampfungstemperatur;
- b) der Temperaturdifferenz zwischen Flüssigkeit und Kältemittel;
- c) dem Massenstrom des Kältemittels und der Flüssigkeit;
- d) der Art des Betriebs, z. B. vom Kältemittelstand oder vom Überhitzungszustand des Kältemittels am Austrittsstutzen;
- e) dem Ölgehalt;
- f) weiteren Bedingungen, z. B. der Temperatur des unterkühlten Kältemittels, dem Umwälzfaktor;
- g) der Art des Kältemittels und der Flüssigkeit;
- h) dem Verschmutzungszustand.

Die Leistung des Flüssigkeitskühlers muss deshalb für festgelegte Betriebsbedingungen angegeben werden.

5.2 Bedingungen für die Normleistung

5.2.1 Allgemeines

Die Normleistungsbedingung muss auf Prüfungen beruhen, die an einem sauberen Flüssigkeitskühler unter den Bedingungen nach 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4 und 5.2.5 durchgeführt wurden.

5.2.2 Flüssigkeit

Die Art der Flüssigkeit ist Wasser.

Die Flüssigkeit muss so beschaffen sein, dass sie während der Leistungsprüfung zu keinen messbaren Verschmutzungen führt.

5.2.3 Für den Betrieb mit Direktexpansion

- a) t_e = + 2 °C
- b) t_{L1} = + 12 °C
- c.1) Δt_L = 5 K
- c.2) q_{mL} wie vom Hersteller festgelegt, aber $(\Delta t_L / \Delta t_1) \leq 0,60$
- d) Ölgehalt ≤ 1 % (Masseprozent)
- e) t_{R1} + 30 °C
- f) Δt_{sup} = 6,5 K

5.2.4 Für den Betrieb mit Überflutung und mit Schwerkraftumwälzung

- a) t_e = + 2 °C
- b) t_{L1} = + 10 °C
- c.1) Δt_L = 5 K
- c.2) q_{mL} wie vom Hersteller festgelegt, aber $(\Delta t_L / \Delta t_1) \leq 0,60$
- d) Ölgehalt wie vom Hersteller festgelegt
- e) t_{R1} + 30 °C
- f) RL wie vom Hersteller festgelegt
- f.1) im Flüssigkeitskühler bei Überflutung
- f.2) im Niederdruckabscheider bei Pumpenumwälzung
- g) die statische Druckhöhe auf der Kältemittelseite darf bei Schwerkraftumwälzung nicht kleiner sein als 1 m.

5.2.5 Für den Betrieb mit Pumpenumwälzung

- a) t_e = + 2 °C
- b) t_{L1} = + 10 °C
- c.1) Δt_L = 5 K
- c.2) q_{mL} wie vom Hersteller festgelegt, aber $(\Delta t_L / \Delta t_1) \leq 0,60$
- d) t_{R1} + 30 °C
- e) Ölgehalt wie vom Hersteller festgelegt
- f) rr wie vom Hersteller festgelegt, jedoch nicht niedriger als 1,3.