DIE Hydraulische Weiche in der Kältetechnik

www.dms-metall.de

Hydraulische Kälteweichen im Vergleich:

Der Wirkungsgrad wird durch Turbulenzen ...

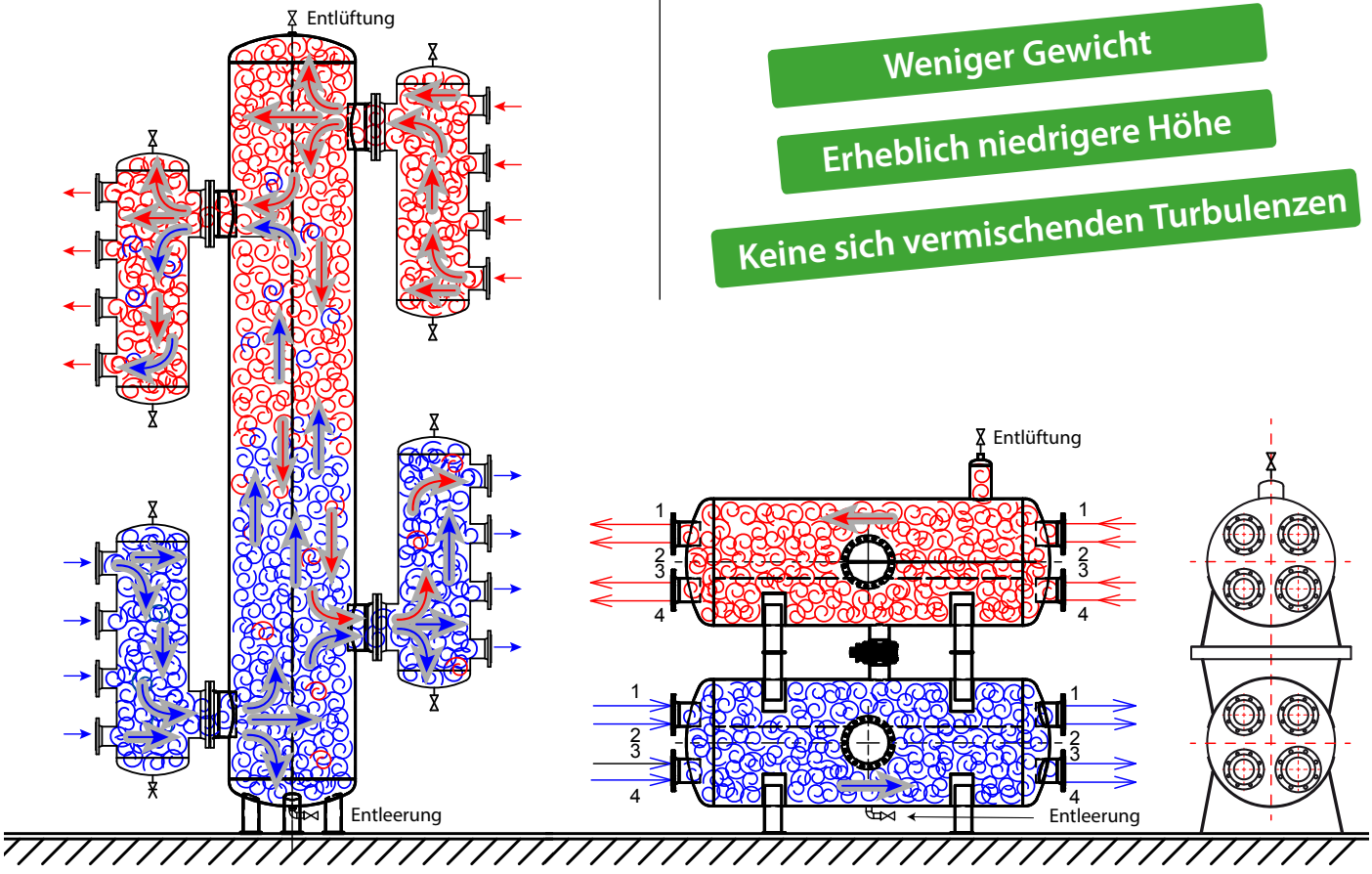
... in VDMA 24770
1-Behälter-Kälteweichen

ZERSTÖRT

... in DMS
2-Behälter-Kälteweichen

NICHT BEEINFLUSST

- Weniger Gewicht
- Erheblich niedrigere Höhe
- Keine sich vermischenden Turbulenzen

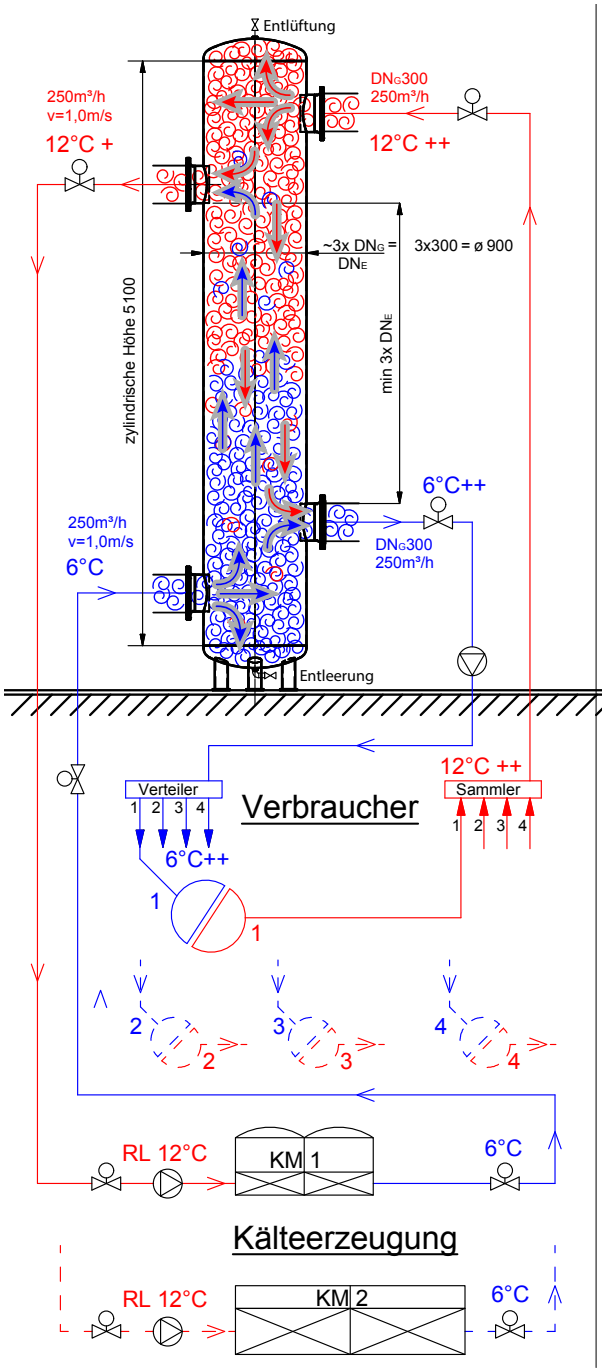


Hydraulische Kälteweichen im Vergleich:

unvermeidbare Turbulenzen ...

... in VDMA 24770
1-Behälter-Kälteweichen

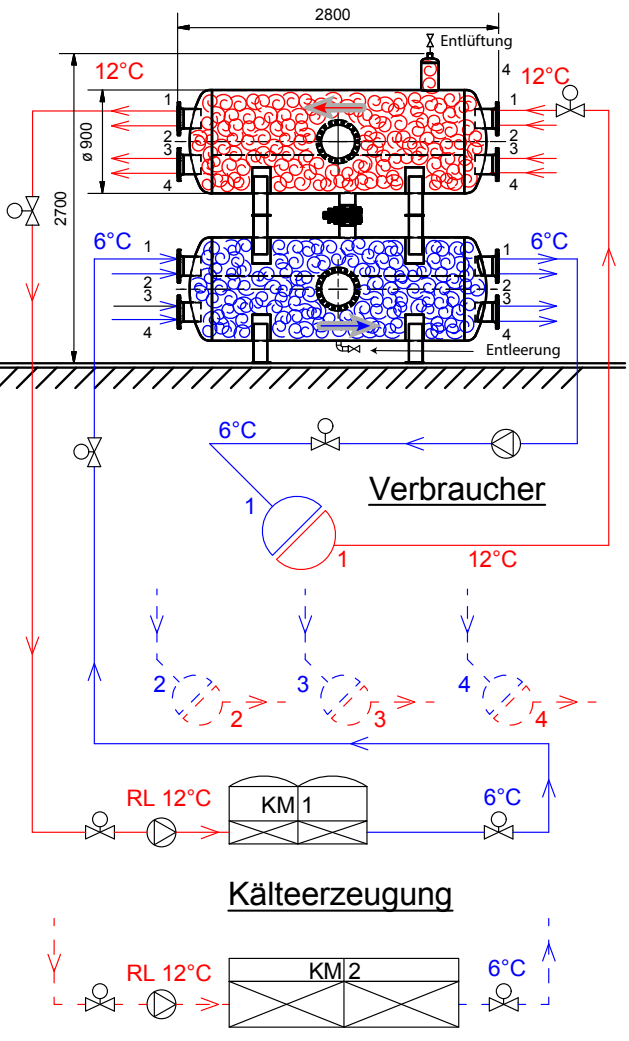
zerstören den Wirkungsgrad



... in DMS
2-Behälter-Kälteweichen

stören den Wirkungsgrad nicht

Der Größenvergleich bei gleicher Leistung von 1745kW ≙ 250m³/h



DMS Metall- und Schweisstechnik GmbH
Im Hegen 14a · D-22113 Oststeinbek
Tel.: +49 (0)40-71 39 09-0
Fax: +49 (0)40-71 39 09-87
info@dms-metall.de · www.dms-metall.de

www.dms-metall.de

Berechnung des Volumens in einer hydraulischen Kälteweiche

Das Puffervolumen in einer Kälteanlage wird ausschließlich für die Überbrückung der Einschaltdauer „ED“ der Grundlastkältemaschine benötigt, um ein Takten zu minimieren und damit Verschleiß zu verhindern. Es kann direkt in der hydraulischen Weiche integriert, oder in einem separaten Behälter realisiert werden.

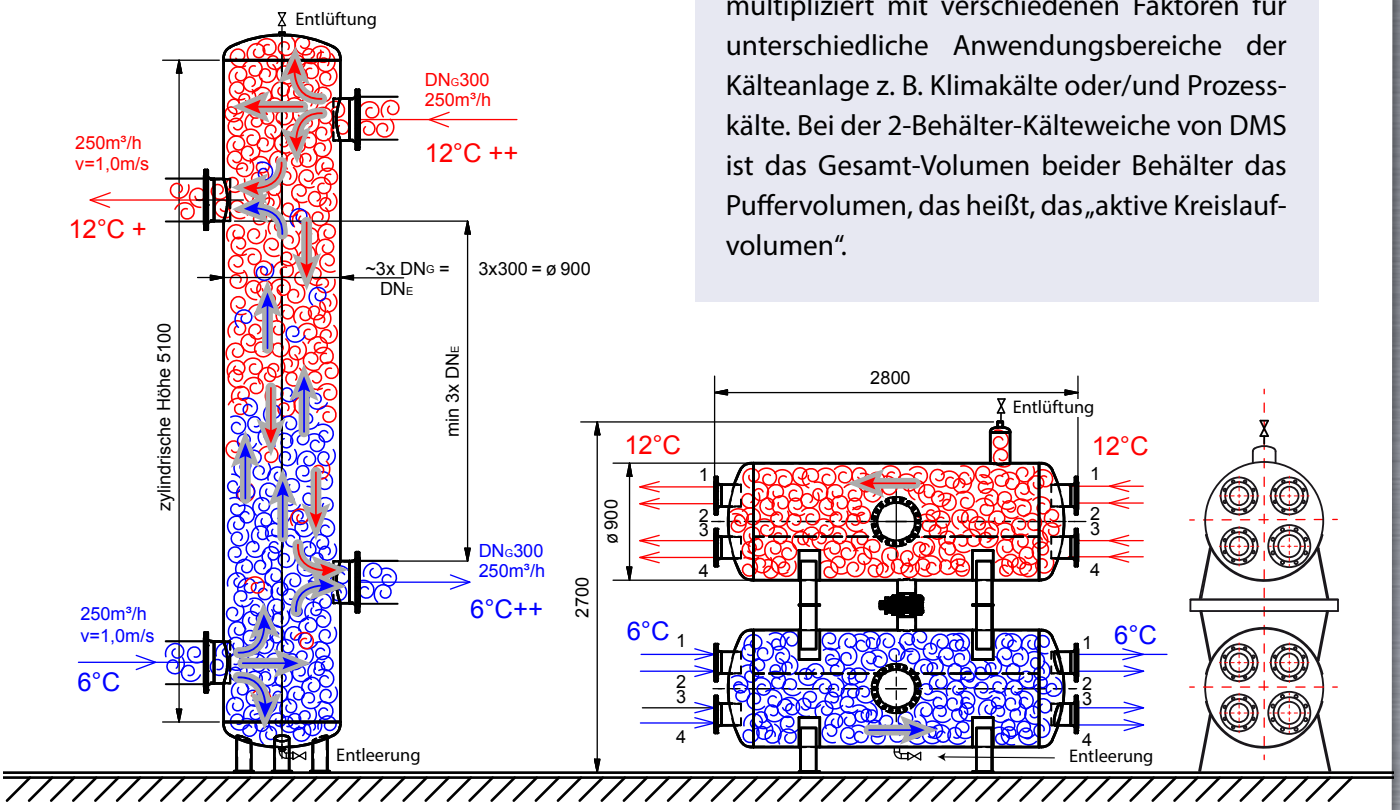
Da es sich bei dem nötigen Puffervolumen um mehrere Hundert, aber auch um einige Tausend Liter handeln kann, ist es z. B. in einer hydraulischen Weiche nach VDMA 24770, für die die Verhältnisse der Volumenströme zu den Abmessungen vorgegeben sind, häufig nicht möglich, das Volumen in der 1-Behälter-Kälteweiche unterzubringen, weil die Transportmaße wie Durchmesser und Bauhöhe der Weiche die Standardraum- und Türöffnungsmaße überschreiten. Es muss also ein zusätzlicher **Pufferbehälter** installiert werden.

Eine „Anpassung“ der Maße an die örtlichen Gegebenheiten würde die Funktion der VDMA-Weiche völlig zerstören.

Diese Probleme gibt es bei der 2-Behälter-Kälteweiche von DMS nicht – die Volumenströme werden in separaten Behältern geführt. Die Turbulenzen stören nicht.

Die beiden einzelnen Behälter mit dem errechneten „aktiven Kreislaufvolumen“ werden der Leistung entsprechend ausgelegt und nach den örtlichen Gegebenheiten in Durchmesser und Baulänge über-, neben- oder hintereinander in Abstimmung mit dem Ingenieur-Büro geplant (siehe Seite 5).

Das Puffervolumen errechnet sich nach **Carrier** aus der Leistung (kW) der Grundlast multipliziert mit verschiedenen Faktoren für unterschiedliche Anwendungsbereiche der Kälteanlage z. B. Klimakälte oder/und Prozesskälte. Bei der 2-Behälter-Kälteweiche von DMS ist das Gesamt-Volumen beider Behälter das Puffervolumen, das heißt, das „aktive Kreislaufvolumen“.



DMS Metall- und Schweisstechnik GmbH
Im Hegen 14a · D-22113 Oststeinbek
Tel.: +49 (0)40-71 39 09-0
Fax: +49 (0)40-71 39 09-87
info@dms-metall.de · www.dms-metall.de

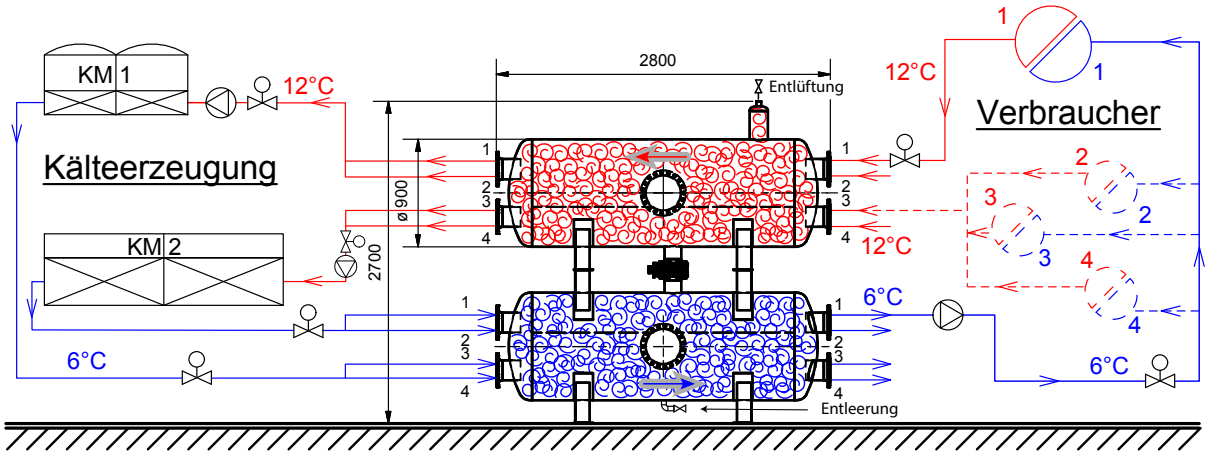
DMS 2-Behälter-Kälteweiche HKW 900/900-2Ü

Vorteile gegenüber einer stehenden 1-Behälter-Kälteweiche sind:

- transportfreundliche Behälter hinsichtlich Abmessungen und Gewicht
- Anordnung der beiden Behälter: über-, neben-oder hintereinander siehe Seite 5
- unvermeidbare Turbulenzen in beiden Behältern beeinflussen den bestimmungsgemäßen Betrieb mit z. B. konstant 6 °C nicht nachteilig!

DMS 2-Behälter-Kälteweiche

Gesamt-/Nennleistung: 1745 kW ≙ 250 m³/h



Wann sind Strömungen in Behältern turbulent oder laminar?

2 Beispiele mit der DMS 2-Behälter-Kälteweiche HKW 500/500-2Ü und HKW 900/900-2Ü

Behälter i Ø	Durchfluss Prozent	m³/h	v [m/s]	Reynolds-Zahl	Strömungsform
490	100%	70	0,1	50354	turbulent
	50%	35	0,05	25177	turbulent
	4,6%	**3,2**	**0,0**	**2302**	**laminar**
884	100%	250	0,1	99700	turbulent
	2,3%	**5,75**	**< 0,01**	**2293**	**laminar**
		6,0	< 0,01	2392	turbulent

Turbulenzen treten plötzlich und voll entfaltet auf, sobald die Re-Zahl den kritischen Wert von Recrit 2300 überschreitet.

Strömungen in Rohrsystemen der Kältetechnik sind ausnahmslos turbulent.

Grundsätzlich gilt für den Betrieb jeder „Hydraulischen Weiche", ob in der Heiz- oder Kältetechnik: Der Primär-Volumenstrom muss gleich oder größer dem Sekundär-Volumenstrom sein, um einen bestimmungsgemäßen Betrieb sicher zu stellen.

www.dms-metall.de

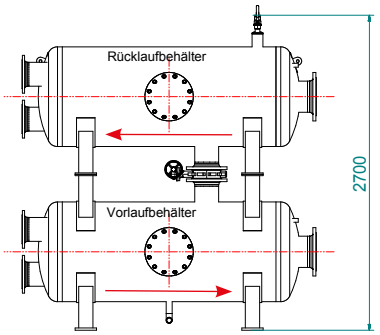
DMS Metall- und Schweisstechnik GmbH
Im Hegen 14a · D-22113 Oststeinbek
Tel.: +49 (0)40-71 39 09-0
Fax: +49 (0)40-71 39 09-87
info@dms-metall.de · www.dms-metall.de

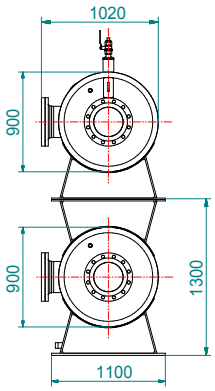
Möglichkeiten zur Aufstellung der DMS 2-Behälter-Kälteweichen

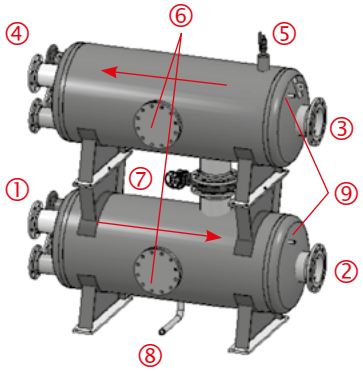
Vor- und Rücklaufbehälter können je nach Platzverhältnissen unterschiedlich angeordnet werden.
Leistungsbeispiel: 250 m³/h

vielfach bewährt

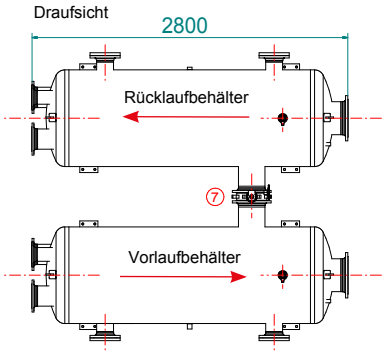
1) Anordnung übereinander

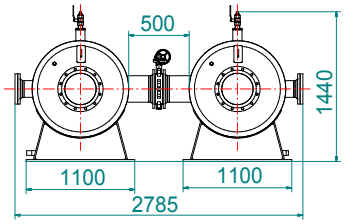


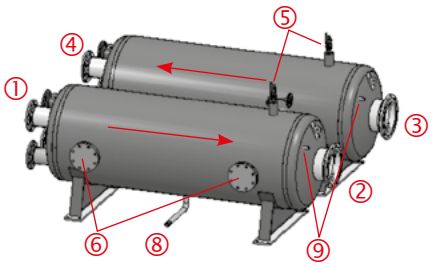




2) Anordnung nebeneinander

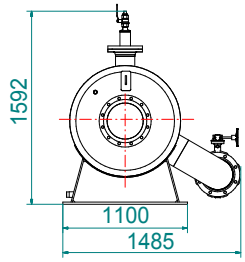


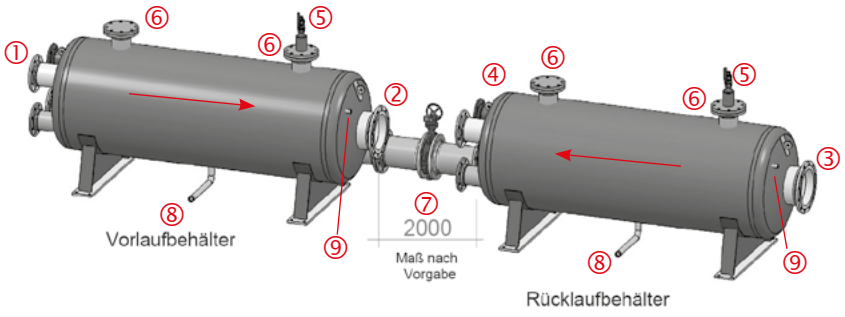




⑦ nicht sichtbar

3) Anordnung hintereinander oder in größerer Entfernung zueinander (ca. 20m), z. B. auch in zwei aneinander grenzenden Räumen





① 2 x Flansch DN 150 PN6 1 x Flansch DN 100 PN6 1 x Flansch DN 80 PN6	② 1 x Flansch DN 250 PN6	③ 1 x Flansch DN 250 PN6	④ 2 x Flansch DN 150 PN6 1 x Flansch DN 100 PN6 1 x Flansch DN 80 PN6	⑤ Entlüftung Kugelhanhn 1“
⑥ Revisionsöffnung Flansch DN 125 kann 45° nach oben zeigen	⑦ Ausgleichsleitung mit ARI Absperrklappe und Schneckenrad-getriebe DN 150	⑧ Entleerung, Abschlam-mung mit Innengewinde nach DIN 2999; Rp 1½“	⑨ Fühlermuffe, Innengewin-de nach DIN 2999; Rp ½“	gefertigt nach DGRL 2014 / 68 / EU

www.dms-metall.de

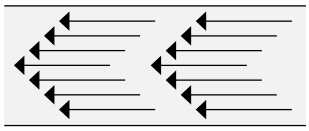
DMS Metall- und Schweisstechnik GmbH
Im Hegen 14a · D - 22113 Oststeinbek
Tel.: +49 (0)40 - 71 39 09 - 0
Fax: +49 (0)40 - 71 39 09 - 87
info@dms-metall.de · www.dms-metall.de

Berechnung der Reynolds-Zahl, um die Turbulenzen in der DMS 2-Behälter-Kälteweiche beurteilen zu können

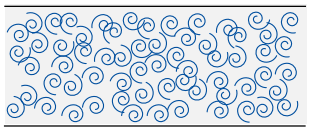
Strömung in runden geraden Rohren

$$Re = \frac{p \cdot v \cdot d}{n\ (m/s)} = \frac{v \cdot d}{V}$$

p = Dichte kg/m³
v = Strömungsgeschwindigkeit [m/s]
d = Innen Ø [m]
n = dynamische Viskosität [kg/ms]
V = kinematsche Viskosität [m²/s]



laminare Strömung
Re-Zahl ≤ 2300



turbulente Strömung
Re-Zahl > 2300

Recrit(critisch) = 2300 gilt für runde, gerade Rohre
Re < Recrit laminare Strömung
Re > Recrit turbulente Strömung

Mit dem Internet-Programm **„Druckverlust Online-Rechner Wasser“** (www.druckverlust.de/Online-Rechner) und den Werten:

- Rohrinnendurchmesser: [mm]
- Rohrlänge: [m]
- Volumenstrom [m³/h]

werden u. a. die Strömungsgeschwindigkeit, die Dichte, der Druckverlust und die aus diesen Werten resultierende Reynolds-Zahl berechnet.

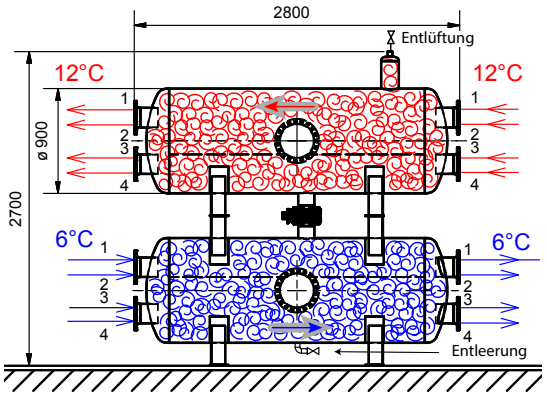
DMS 2-Behälter-Kälteweiche HKW 900/900-2Ü

Nennleistung 250 m³/h

zu den Kältemaschinen

Medium: Wasser

von den Kältemaschinen



von den Verbrauchern

zu den Verbrauchern

Strömungsgeschwindigkeit im Behälter.
i Ø 884 mm
„v“ = 0,11 m/s, **Re-Zahl 99700** turbulent

Strömungsgeschwindigkeit in den Flanschen/Rohrleitungen
2 Flansche/Rohrleitungen DN200; „v“ = 0,11 m/s
Re-Zahl 220300, stark turbulent

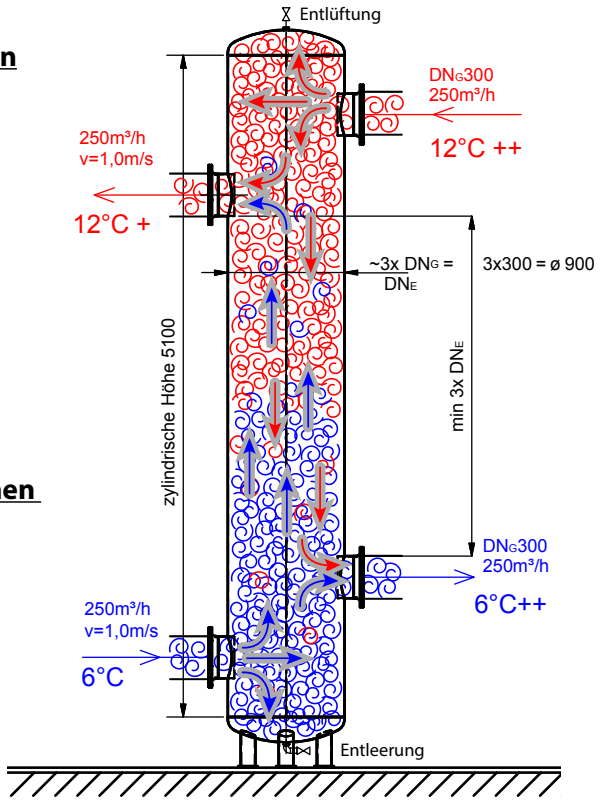
Turbulenzen wirken sich nicht nachteilig auf die Solltemperatur von z. B. 6°C aus.

www.dms-metall.de
DMS Metall- und Schweisstechnik GmbH
Im Hegen 14a · D-22113 Oststeinbek
Tel.: +49 (0)40-71 39 09-0
Fax: +49 (0)40-71 39 09-87
info@dms-metall.de · www.dms-metall.de

VDMA-Kälteweiche
beispielhaft mit Daten und Werten

Nennleistung 250 m³/h

zu den Kältemaschinen



von den Kältemaschinen

Rückl. von den Verbrauchern
Temperatur steigend

Stark turbulente Strömung:
Re-Zahl: ca. 294000

Re-Zahl im Behälter nicht zu ermitteln!

starke Turbulenzen führen zu Durchmischungen!

zu den Verbrauchern
Solltemperatur nicht zu halten, steigt an.

Stark turbulente Strömungen in den Zuleitungen und der 1-Behälter-Kälteweiche

Es ist nicht möglich z. B. in einem einzelnen stehenden Behälter von 900 mm Durchmesser und einer zylindrischen Höhe von 5100 mm, nach VDMA-Bauart, jeweils oben (Rücklauf) und unten (Vorlauf) bei Nennlast von 250 m³/h, oder bei Teillast, Wasser radial mit v≦1,0 m/s eintreten und austreten zu lassen, ohne dass es zu Durchmischungen der beiden Volumen-Ströme im Behälter kommt und damit zu unregelmäßigen Solltemperaturen zumal an den Stutzeneinbindungen DN 300 durch Richtungsänderungen und gegenläufige Strömungen chaotische Turbulenzen entstehen.

Ein bestimmungsgemäßer Betrieb ist nicht möglich.

Im gleichen Verhältnis wie man den Volumenstrom reduziert, ausgehend von 100%, reduziert man die Reynolds-Zahl und die Fließgeschwindigkeit „v".

100%	250 m³/h	DN300	„v"= 1,0 m/s	Re-Zahl 293730 – turbulent
50%	125 m³/h	DN300	„v"= 0,5 m/s	Re-Zahl 146865 – turbulent
10%	25 m³/h	DN300	„v"= 0,1 m/s	Re-Zahl 29373 – turbulent
0,78%	**1,95 m³/h**	**DN300**	**„v"= 0,01 m/s**	**Re-Zahl 2303 – laminar**

www.dms-metall.de
DMS Metall- und Schweisstechnik GmbH
Im Hegen 14a · D-22113 Oststeinbek
Tel.: +49 (0)40-71 39 09-0
Fax: +49 (0)40-71 39 09-87
info@dms-metall.de · www.dms-metall.de

Beurteilung der Hydraulischen Kälteweiche nach VDMA 24770 der TU Chemnitz

Versuchsreihen der TU Chemnitz, Veröffentlichung 2017 mit einer stehenden Einrohrweiche nach VDMA 24770 in einem Fernkältenetz, ergaben mehrere Mischungseffekte, die die Strömung und die Solltemperatur beeinflussen. Dies sind:

1. Schwankendes Verhalten der Volumenströme
2. Ausbilden einer kalten Zone unten und einer warmen Zone oben
3. Eintretende Strömungen verteilen sich
4. Wasser in der Weiche beeinflusst eintretende Strömungen
5. Ströme prallen von der Behälterwand ab
6. Verwirbelungen in der Weiche (rotierende Strömungen, Pendelbewegungen)
7. Vermischung von einströmendem Wasser und Wasser in der Weiche und somit die Verhinderung der Bildung eines direkten Stromes zwischen gegenüberliegenden Anschlüssen.
8. Einfluss des Rohrweges vor dem Anschluss auf das Verhalten in der Weiche (Quelle: Unitec)

Die Weiche wurde „mit Hilfe von Einbauten (sogenannten Schikanen) optimiert“, wie z. B. flache Bleche, Halbrohre, geschlitzte Rohre etc. in bestimmter Einbauart.

Berechnungsausgabe des Druckverlust online-Rechners (www.druckverlust.de/Online-Rechner)

Fördermedium:	Wasser 20 °C / flüssig	Strömungsform:	turbulent
Volumenstrom:	250 m³/h	Rohrrauhigkeit:	0 mm
Dichte:	998,206 kg/m³	Rohrreibungszahl:	0,01
Dynamische Viskosität:	1001,61 10-6 kg/ms	Zeta-Wert:	0,1
Rohrleitungselement:	Kreisrohr	Zeta-Wert abzw.Rohr:	-
Elementabmessungen:	Rohrdurchmesser D: 300 mm Rohrlänge L: 2 m	Druckv. abzw.Rohr:	-
		Druckverlust:	0,47 mbar 0 bar
Strömungsgeschwindigkeit:	0,98 m/s		
Reynolds-Zahl:	293730		
Strömungsgeschw.2:	-		
Reynolds-Zahl 2:	-		

Beispiel:
Berechnung der Strömungsgeschwindigkeit, Strömungsform, Reynolds-Zahl, Druckverlust in den Zu- und Ableitungen zur 1-Behälterweiche nach VDMA 24770.

DMS Metall- und Schweisstechnik GmbH
Im Hegen 14a · D-22113 Oststeinbek
Tel.: +49 (0)40-71 39 09-0
Fax: +49 (0)40-71 39 09-87
info@dms-metall.de · www.dms-metall.de