FRITERM®

since 1979

High efficiency heat exchangers for coil energy recovery loop systems

Hocheffiziente Wärmeübertrager für Kreislauf-Verbund-Systeme zur Wärmerückgewinnung

High efficiency heat exchangers for coil energy recovery loop systems • Hocheffiziente Wärmeübertrager für Kreislauf-Verbund-Systeme zur Wärmerückgewinnung

Coil energy recovery loop systems

Contrary to heat pipes, plate heat exchangers (recuperators) and rotary heat exchangers (regenerators) no junction of the air flows is required at the building energy recovery system for coil energy recovery loop systems. Through the absolute separation of extract air flow and outdoor air flow the coil energy recovery loop system is the first choice for buildings with high hygienic demands. As the several heat exchangers are connected to each other by a heat transfer fluid (brine), feed-in and feed-out of thermal energy in the coil energy recovery loop system is possible. In table 1 different energy recovery systems are compared.

Kreislauf-Verbund-Systeme

Im Gegensatz zu Wärmerohren, Plattenwärmeübertragern (Rekuperatoren) und Rotationswärmeübertragern (Regeneratoren) müssen die Luftströme des Gebäudes bei KV-Systemen nicht beim jeweiligen Energierückgewinnungssystem zusammengeführt werden. Durch die absolute Trennung von Fortluftstrom und Außenluftstrom ist das KV-System bei Gebäuden mit hohen Anforderungen an die Hygiene erste Wahl. Da die Energieübertragung zwischen den verschiedenen gekoppelten Wärmeübertragern indirekt über ein Wärmeträgermedium (Sole) erfolgt, kann in diesen Umlaufstrom auch thermische Energie ein- oder ausgekoppelt werden. Einen Vergleich der einzelnen Energierückgewinnungssysteme zeigt Tabelle 1.

System	Heat pipe	Plate heat exchanger	Rotary heat exchanger	Coil energy recovery loop system
System	**Wärmerohr**	**Plattenwärme-übertrager**	**Rotationswärme-übertrager**	**Kreislauf-Verbund-System**
No junction of airflows required Keine Luftzusammenführung erforderlich	✗	✗	✗	✓
Space requirement Platzbedarf	→	↓	↑	→
Easy protection against moisture penetration of filter Einfacher Schutz vor Filterdurchfeuchtung	✗	✗	✗	✓
Danger of freezing Einfriergefahr	→	↓	↑	→
Uniformity of temperature distribution of supply air Gleichmäßigkeit der Temperatur der Zuluft	→	↓	↓	↑
Absolute separation of extract air and outdoor air Absolute Trennung von Fortluft und Außenluft	✗	✗	✗	✓
Leakage Leckage	0-3 %	0-3 %	3-20 %	0
Prev. protection against fire or smoke transmission Präv. Schutz vor Brand- und Rauchübertragung	✗	✗	✗	✓
No auxiliary power required Keine Hilfseenergie erforderlich	✓	✓	✗	✗
Moisture transfer possible Feuchteübertragung möglich	✗	✗	✓	✗
Indirect evaporative cooling possible Indirekte Verdunstungskühlung möglich	✗	✓	✗	✓
Cleanability Reinigbarkeit	↑	↓	→	↑
Temperature differential (typically) Temperaturänderungsgrad (typisch)	0,4 - 0,5	0,4 - 0,8	0,6 - 0,8	0,4 - 0,8
Air side pressure loss of total system Luftseitiger Druckverlust Gesamtsystem	→	↓	→	↑
Multifunctual use possible Mehrfachfunktionale Nutzung möglich	✗	✗	✗	✓

Table 1: Comparison of different energy recovery systems (Source: H. C. Rauser, HCR CONSULTING, Speech on DKV Tagung 2009)
Tabelle 1: Vergleich verschiedener Energierückgewinnungssysteme (Quelle: H. C. Rauser, HCR CONSULTING, Vortrag DKV Tagung 2009)

©Friterm A.Ş.

Temperature differential

The temperature differential indicates according to DIN EN 308:1997-06 the relationship between the temperature change of the outdoor air and the maximum possible temperature change between the extract air and the outdoor air:

$$\eta_t = (t_{22} - t_{21}) / t_{11} - t_{21})$$

Since the use of condensation on the extract air side is not possible most of the time, the temperature differential is defined under dry conditions [1]. In chart 1 the sensible heat recovery is illustrated in the h-x-diagram for winter operation. With condensation on the extract air side the temperature differential increases. Chart 2 illustrates a simple coil energy recovery loop system with 2 heat exchangers.

Temperaturänderungsgrad

Der Temperaturänderungsgrad gibt gemäß DIN EN 308:1997-06 das Verhältnis der Temperaturänderung der Außenluft zur maximal möglichen Temperaturdifferenz zwischen der Abluft- und Außenlufttemperatur an:

$$\eta_t = (t_{22} - t_{21}) / t_{11} - t_{21})$$

Da in der überwiegenden Zeit der Nutzung eine Kondensation auf der Abluftseite ausgeschlossen werden kann, ist die Angabe des Temperaturänderungsgrades unter trockenen Bedingungen definiert [1]. In Bild 1 ist die trockene Wärmerückgewinnung im h-x-Diagramm für den Winterbetrieb dargestellt. Bei Kondensation auf der Abluftseite steigt der Temperaturänderungsgrad. Bild 2 zeigt ein einfaches Kreislauf-Verbund-System mit 2 Wärmeübertragern.

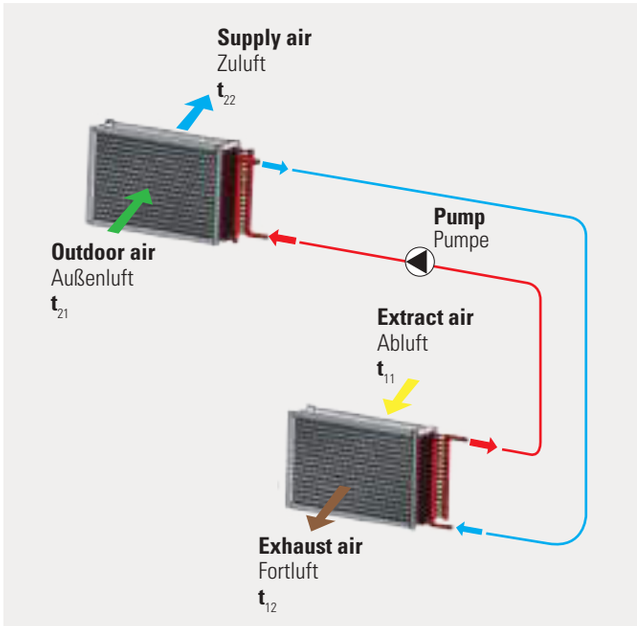

Chart 2: Simple coil energy recovery loop system
Bild 2: Einfaches Kreislauf-Verbund-System

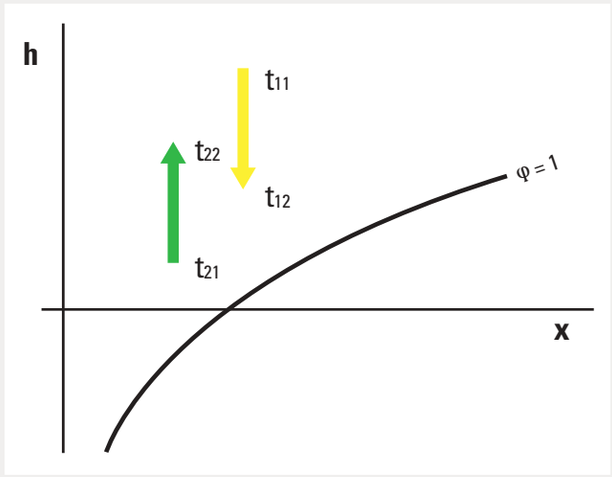

Chart 1: Sensible heat recovery
Bild 1: Trockene Wärmerückgewinnung

Reference operating condition

In order to compare different systems the temperature differential shall be indicated at the following reference conditions [2]:

- extract air mass flow/outdoor air mass flow = 1 (at air density 1,2 kg/m³)
- outdoor air temperature = 5 °C
- extract air temperature = 25 °C
- no condensation on the extract air side
- no feed-in and feed-out of thermal energy in the coil energy recovery loop system
- no proportion of re-circulated air

Referenzbetriebszustand

Zum Vergleich von verschiedenen Systemen ist der Temperaturänderungsgrad bei den folgenden Referenzbedingungen anzugeben [2]:

- Abluftmassenstrom/Außenluftmassenstrom = 1 (bei Luftdichte 1,2 kg/m³)
- Außenlufttemperatur = 5 °C
- Ablufttemperatur = 25 °C
- keine Kondensation auf der Abluftseite
- keine Ein- oder Auskopplung von thermischer Energie in den Umlaufstrom
- ohne Umluftanteil

©Friterm A.Ş.

At lower air velocities in the heat exchangers higher temperature differentials are reached. In addition the overall efficiency of the coil energy recovery loop systems increases due to the lower air side pressure losses. In chart 3 the temperature differential at reference operating condition is exemplarily shown in relation to the number of tubes in air direction at different frontal air velocities of a heat exchanger with the tube geometry F3833-12.

Bei kleineren Luftgeschwindigkeiten in den Wärmeübertragern werden höhere Temperaturänderungsgrade erreicht. Außerdem erhöht sich die Effizienz des Kreislauf-Verbund-Systems durch die kleineren luftseitigen Druckverluste. In Bild 3 ist beispielhaft der Temperaturänderungsgrad gemäß Referenzbetriebszustand in Abhängigkeit von der Anzahl der Rohrreihen in Luftrichtung bei verschiedenen Luftgeschwindigkeiten im freien Anströmquerschnitt des Wärmeübertragers mit der Rohrgeometrie F3833-12 dargestellt.

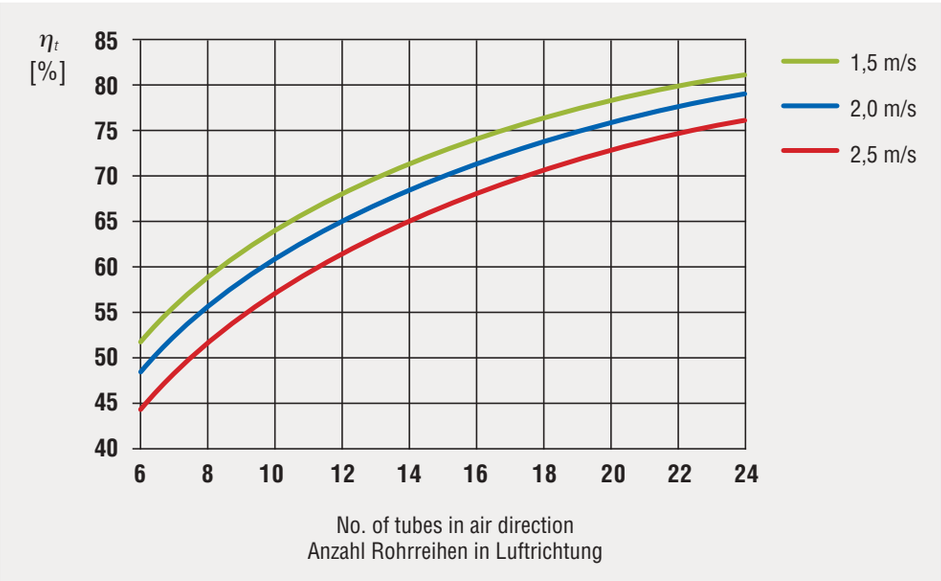

Chart 3: Temperature differential versus no. of tubes in air direction at different air velocities

Bild 3: Temperaturänderungsgrad in Abhängigkeit von der Anzahl der Rohrreihen in Luftrichtung bei verschiedenen Luftgeschwindigkeiten

Heat exchanger design

The heat exchangers are made of corrosion resistant material and are cleanable. The special design with fins which are technically flat and produced out of one piece in air direction is complying with the requirements of

- DIN EN 13053:2012-02, 6.4
- DIN 1946-4:2008-12, 6.5.8.1+2
- VDI 3803-1:2010-02, 5.2.3
- VDI 6022-1:2011-07, 4.3.16
- AHU-Guideline 01:2014-08, 5.6 [3]

The minimum fin pitch is 2,0 mm, for air coolers with dehumidification 2,5 mm and for air heaters used to dry the air before the first filter stage 4,0 mm. The maximum heat exchanger depth at a fin pitch of 2,0 mm is 300 mm for staggered tube geometry and 450 mm for in-line tube geometry. At higher fin pitch the depth increases linearly.

Wärmeübertrager Design

Die Wärmeübertrager sind aus korrosionsbeständigem Material gefertigt und reinigbar. Das spezielle Design mit Lamellen, die technisch glatt sind und in Luftrichtung aus einem Stück gefertigt werden, erfüllt die Anforderungen der

- DIN EN 13053:2012-02, 6.4
- DIN 1946-4:2008-12, 6.5.8.1+2
- VDI 3803-1:2010-02, 5.2.3
- VDI 6022-1:2011-07, 4.3.16
- RLT-Richtlinie 01:2014-08, 5.6 [3]

Die minimale Lamellenteilung ist 2,0 mm, bei Luftkühlern mit Entfeuchtung 2,5 mm und bei Lufterhitzern, die zur Trocknung vor der ersten Filterstufe eingesetzt werden, 4,0 mm. Die maximale Bautiefe der Wärmeübertrager bei einer Lamellenteilung von 2,0 mm ist 300 mm bei versetzter Rohrgeometrie und 450 mm bei fluchtender Rohrgeometrie. Bei größerer Lamellenteilung wird die Bautiefe linear vergrößert.

©Friterm A.Ş.

Friterm produces different tube geometries for coil energy recovery loop systems to perfectly match the market requirements. In table 2 the different tube geometries are compared.

Friterm fertigt verschiedene Rohrgeometrieen für Kreislauf-Verbund-Systeme, um für alle Marktanforderungen eine perfekte Lösung anbieten zu können. Einen Vergleich der verschiedenen Rohrgeometrieen zeigt Tabelle 2.

Tube geometry **Rohrgeometrie**	**M4035-15**	**M4035-12**	**F3833-12**	**M3535-12**
Tube arrangement staggered Versetzte Rohranordnung	✔	✔	✔	
Tube arrangement in-line Fluchtende Rohranordnung				✔
Tube pitch in height (transversal to air direction) S1 [mm] Rohrabstand in der Höhe (quer zur Luftrichtung) S1 [mm]	40,00	40,00	38,10	35,00
Tube pitch in depth (in air direction) S2 [mm] Rohrabstand in der Tiefe (in Luftrichtung) S2 [mm]	34,64	34,64	33,00	35,00
Tube diameter [mm] Rohrdurchmesser [mm]	15	12	12	12
Maximum no. of tubes in air direction in a single fin Maximale Rohrreihenzahl in Luftrichtung in einer Lamelle	12	12	18	18
Air side pressure loss Luftseitiger Druckverlust	↗	↘	→	↓
Capacity Leistung	↑	↗	↗	→
Coefficient of performance ε Leistungszahl ε	→	↗	→	↑

Table 2: Comparison of different tube geometries
Tabelle 2: Vergleich verschiedener Rohrgeometrieen

For energy recovery loop systems with high temperature differentials a special circuitry for multiple cross-counterflow is a must. Chart 4 illustrates such a heat exchanger with 4 circuits and 2 internal ventings and drainings.

Für Kreislauf-Verbund-Systeme mit hohem Temperaturänderungsgrad ist eine spezielle Verschaltung für mehrfachen Kreuzgegenstrom ein Muss. Bild 4 zeigt einen solchen Wärmeübertrager mit 4 Kreisen und 2 internen Entlüftungen und Entleerungen.

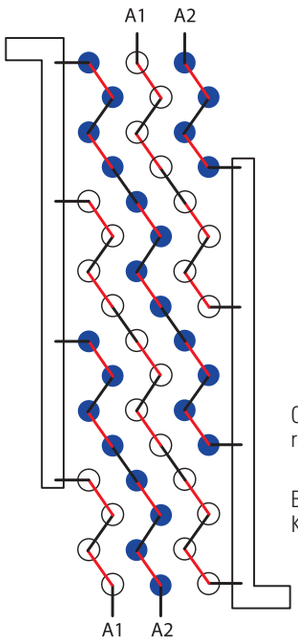

Chart 4: Special circuitry for high efficiency heat exchangers for energy recovery loop systems

Bild 4: Spezielle Verschaltung von hocheffizienten Wärmeübertragern für Kreislauf-Verbund-Systeme zur Wärmerückgewinnung

©Friterm A.Ş.

Software

Friterms' coil design software for air heater and air cooler using water successfully passed the repetition test of the Eurovent Certita Certification programme for Cooling and Heating Coils (COIL) in 2014.

Further tests of heat exchangers in a coil energy recovery loop systems are currently being conducted in order to develop a special software for heat exchangers in coil energy recovery loop systems. A screenshot of the current internal software version is shown in chart 5.

Software

Friterms Software für Lufterhitzer und Luftkühler mit Wasser hat 2014 den Wiederholungstest des Eurovent Certita Certification Programmes für Lufterhitzer und Luftkühler (Coils) bestanden.

Weitere Tests von Wärmeübertragern in einem Kreislauf-Verbund-System werden momentan durchgeführt, um eine spezielle Software für Wärmeübertrager in KV-Systemen zu entwickeln. Bild 5 zeigt einen Screenshot der aktuellen internen Software.

Chart 5: Internal Friterm software for coil energy recovery loop systems
Bild 5: Interne Friterm Software für Kreislauf-Verbund-Systeme

Test laboratory

In Friterms' inhouse ambient balanced calorimetric room heat exchangers can be tested according to EN 327:2014-11, EN 328:2014-11, EN 1048:2014-11 and ASHRAE 33-2000 in the temperature range -34 °C up to +45 °C.

In chart 6 a test setup for an air cooler test acc. to ASHRAE standard 33-2000 is shown.

Testlabor

Friterm kann im eigenen Kalorimeter Wärmeübertrager nach EN 327:2014-11, EN 328:2014-11, EN 1048:2014-11 und ASHRAE 33-2000 im Temperaturbereich von -34 °C bis +45 °C testen.

Bild 6 zeigt den Versuchsaufbau eines Luftkühlertests nach ASHRAE Standard 33-2000.

Chart 6: Test setup for heat exchanger tests acc. to ASHRAE standard 33-2000

Bild 6: Versuchsaufbau für Wärmeübertrager Tests nach ASHRAE Standard 33-2000

Excerpt from references

Auszug von Referenzen

Project Projekt	Outdoor air volume flow rate Außenluftvolumenstrom	Temperature differential Temperaturänderungsgrad	Year of installation Jahr der Installation
	m^3/h		
Tierärztliche Hochschule Hannover, Germany	124.650	0,67/0,72	2013
Robert Bosch Krankenhaus Stuttgart, Germany	85.000	0,74	2013
SLK Klinikum Heilbronn, Germany	330.000	0,70	2014

Literature/Literatur

[1] VDI 3803-5:2013-04, 5.1
[2] VDI 3803-5:2013-04, 5.1.6
[3] German AHU Manufacturer Association, Herstellerverband Raumlufttechnische Geräte e. V.

©Friterm A.Ş.

Innovative products for a sustainable environment

Innovative Produkte für eine nachhaltige Umwelt

Choose Friterm **class A** products in your applications

Wählen Sie **Klasse A** Produkte von Friterm

NH_3 Unit Air Cooler
NH_3 Luftkühler

High efficiency heat exchanger for coil energy recovery loop systems

Hocheffizienter Wärmeübertrager für Kreislauf-Verbund-Systeme

V Type Dry Cooler
Rückkühler V-Form

Horizontal Type Air Cooled Condenser
Luftgekühlter Verflüssiger horizontale Bauart

EUROVENT CERTIFIED PERFORMANCE COIL
www.eurovent-certification.com

CERTIFIED GEOMETRIES	ID No
M2522-3/8"	14.06.001
F3228-12mm	14.04.002
F3833-12mm	14.04.003
F3833-15mm	14.04.004
M4035-12mm	14.04.005
M4035-15mm	14.04.006

FRITERM®
since 1979

Hauptsitz / Produktion:
34957 Tuzla Istanbul, Türkei
Tel: +90 216 394 12 82 **Fax:** +90 216 394 12 87
info@friterm.com I www.friterm.com
Internationales Verkaufsbüro:
74321 Bietigheim-Bissingen, Deutschland
Tel: +49 7142 930896 friterm@hcr-consulting.com

twitter.com/friterm facebook.com/friterm linkedin.com/company/friterm

HRC Rev 0 / 18.02.2015 I © Copyright Friterm A.Ş. All Rights Reserved.