

Frostschutz für Wärmetauscher

Alle Jahre wieder... oder ...und in diesem Falle bilden sich dann Eiskristalle... (Wilhelm Busch)



Die Herbstfröste und der beginnende Winter bringen regelmäßig auch eingefrorene Wärmetauscher in Lüftungsanlagen.

Das braucht nicht so zu sein, wenn einiges beachtet wird. Der Wärmetauscher mit seiner großen Austauschfläche ist einmal das empfindlichste Teil und friert als erstes ein. Schuld ist natürlich immer das Lüftungsgerät, oder die von uns gelieferte Regelung...

Daß dem allerdings nicht so ist, das wird leider in den seltensten Fällen auch zugegeben.

Mancher wird jetzt denken: Frostschutz für Lüfterhitzer? Dazu ist doch der Frostschutzthermostat da!

Wozu hat das Ding sonst seinen Namen? - Natürlich.

Aber: Weshalb frieren dann trotz Frostschutzthermostat Lüfterhitzer ein ... entstehen Schäden... Zeitverluste... Ärger... „eingefrorene“ Geschäftsbeziehungen?

Mit dem Frostschutzthermostaten allein ist es also offenbar doch nicht getan!

Tatsächlich: Zum sicheren Frostschutz gehört mehr.

Vor allem: Richtige Dimensionierung des Lüfterhitzers und richtiger hydraulischer Anschluß.

Dies sind die Grundvoraussetzungen.

Sind diese erfüllt, dann ist der Frostschutzthermostat auch ein ...Frostschutzthermostat!

Grundprinzip des Frostschutzes in Lüftungs- und Klimaanlagen: Der Frostschutzthermostat (Fühler) wird normalerweise an der Luftaustrittsseite des Lüfterhitzers montiert und im allgemeinen auf +5°C eingestellt.

Beim Ansprechen des Frostschutzes werden folgende Steuerfunktionen automatisch ausgelöst:

- **Sofortiges Abschalten der Ventilatoren**
- **Schließen der Außenluftklappe**
- **Einschalten der Umwälzpumpe**
- **Öffnen des Heizventils zu 100%**
- **Signalisierung der Frostgefahr**

Dazu sind vor allem in größeren Anlagen weitere Schaltungen notwendig, z. B. solche, die verhindern sollen, daß

eine Anlage durch den Frostschutzthermostaten ausgeschaltet wird, obwohl eine eigentliche Frostgefahr für den Lüfterhitzer gar nicht besteht.

Auch das gibt es!

Beispiel: In einem Lüfterhitzer soll Außenluft von -15°C auf 30°C erwärmt werden. Die Vorlauftemperatur beträgt 90°C, die Rücklauftemperatur 20°C, also keine Frostgefahr! Trotzdem spricht der Frostschutz an?!

Grund: Im Bereich des Vorlaufs wird die Außenluft ausreichend erwärmt und kommt auf vielleicht 45...50°C. Im Rücklaufbereich mit einer Wassertemperatur von nur 20°C kommt sie aber nur auf ca. -4°C. Und auf diese -4°C spricht der Frostschutz bereits an und schaltet die Anlage ab, obgleich es überhaupt nicht notwendig ist, da die mittlere Lufttemperatur ja, wie gefordert, 30°C beträgt und die Rücklauftemperatur weit über dem Gefrierpunkt liegt.

Um in solchen Fällen zu gewährleisten, daß Frostgefahr nur dann signalisiert wird, wenn tatsächlich Frostgefahr besteht, wird im Rücklauf ein Temperaturwächter eingesetzt, der mit dem Frostschutzthermostaten in Serie geschaltet ist.

Eine weitere Möglichkeit ist der wasserseitige Frostschutz. Damit ist gewährleistet, daß das Steuersignal des Frostschutzes nur dann die Sicherheitsmaßnahmen auslöst, wenn sich die Rücklauftemperatur tatsächlich dem Gefrierpunkt nähert.

Beim Einschalten der Lüftungsanlage muß sichergestellt sein, daß der Wärmetauscher bereits Wärme hat, wenn die kalte Luft eintrifft, bzw. die Außenluftklappe öffnet.

Ein Zweiphasenfrostschutzwächter erleichtert in jedem Fall das Anfahren der Anlage.

Funktion Zweiphasenfrostschutz: Der Zweiphasen-Frostschutzwächter hält während des Ventilatorbetriebes die Heizwassertemperatur auf mindestens +10 °C, sinkt die Temperatur dennoch auf + 5 °C ab wird der Ventilator abgeschaltet und die Luftklappen geschlossen.

Im Stillstand der Lüftungsanlage öffnet der Frostwächter das Heizventil bei Bedarf und hält den Warmwasser-Lüfterhitzer auf +25°C.

Wann besteht Gefahr, daß die Wassertemperatur in einem Lufterhitzer unter 0°C absinkt und Eisbildung den Lufterhitzer zerstört?

Störungen in der Energieversorgung:

Ausfall der Stromversorgung und damit Ausfall der Brenner, Pumpen, der Luftklappenantriebe usw.

Sicherheitsmaßnahmen: Füllen der Anlage mit Frostschutzmittel

Zu niedrige Wassertemperatur für die Lufterhitzer.

Sicherheitsmaßnahmen: Frostschutzthermostat.

Störungen und Defekte in der Anlage:

Ausfall von Pumpen, Brennerstörungen u.ä.

Defekte Luftklappen (Auskühlung des Lufterhitzers bei abgestellter Anlage)

Ungleiche Abkühlung des Wassers durch ungleiche Durchströmung.

Sicherheitsmaßnahmen: Frostschutzthermostat

Durch Fehler bei der Auslegung der Anlage:

Fehlerhafte Dimensionierung der Lufterhitzer

Wahl einer ungeeigneten hydraulischen Schaltung

Sicherheitsmaßnahmen: Fehler vermeiden.

Durch Bedienungsfehler:

Ausschalten der Anlage mit dem Hauptschalter.

Ausgeschaltete Pumpen - keine Wärmeversorgung.

Sicherheitsmaßnahmen: Fehler vermeiden, Anlage nur mit den Betriebsschalter ausschalten.

Dimensionierung der Lufterhitzer

Eine exakte Auslegung ist eigentlich nur möglich bei einer Lüftungsanlage mit 1-stufigem Ventilator, ohne Minimalbegrenzung der Zulufttemperatur, denn:

In einer zweistufigen Anlage ist der Lufterhitzer **um etwa 100 % überdimensioniert**, wenn die Anlage auf Stufe 1 betrieben wird.

Fällt in einer Anlage mit Minimalbegrenzung der Zulufttemperatur sehr viel Fremdwärme an, dann verlangt der Zulufttemperatur-Minimalbegrenzer u. U. eine Zulufttemperatur von nur 18°C, obgleich die Außenlufttemperatur möglicherweise -20°C beträgt und im Normalbetrieb eine Zulufttemperatur von 50°C bedingt. Auch für diesen Betriebszustand ist der Lufterhitzer **um mehr als 90% überdimensioniert**.

Wenn nun aus Versehen diese Anlage noch mit der halben Luftmenge gefahren würde, dann wäre der Lufterhitzer **um fast 200% zu groß!**

Bei der Dimensionierung der Lufterhitzer müssen alle vorkommenden Betriebszustände berücksichtigt werden.

Häufig muß man dabei Kompromisse schließen, Kompromisse zur „sicheren“ Seite hin.

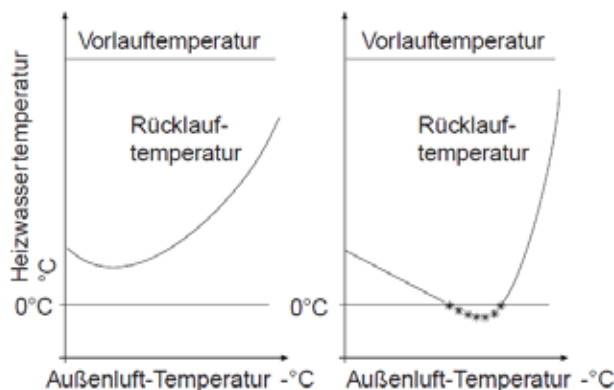
Frostschutz für Wärmetauscher

Folgen der Überdimensionierung bei Lufterhitzern in Drossel- oder Umlenkschaltung

Die zugeführte Wassermenge bestimmt die Wärmeabgabe des Lufterhitzers. Ist dieser überdimensioniert, ist die Wassermenge im Verhältnis zu seiner Größe relativ klein. Das Wasser zirkuliert dementsprechend „langsam“ durch den Lufterhitzer und kühlt sich dadurch sehr stark ab, unter Umständen auch bis unter den Gefrierpunkt!

Abb.1 Rücklauftemp. Lufterhitzer in Drossel(Umlenk-)schaltung

Lufterhitzer: Normal dimensioniert 100 % überdimensioniert



Bei kleiner Heizlast arbeitet das Ventil zudem im ungünstigsten Bereich seiner Kennlinie, so daß der Regler zu pendeln beginnt.

Abhilfe:

Teilweises Abdecken des Lufterhitzers am Vorlaufeintritt. Die notwendige Luftmenge darf dadurch natürlich nicht unterschritten werden.

Herabsetzung der Netztemperatur.

Auf keinen Fall: Drosseln der Wassermenge (sie ist ja ohnehin schon zu klein!).

Folgen der Überdimensionierung bei Lufterhitzern in Beimisch- oder Einspritzschaltung.

Die Gefahr des Einfrierens ist hier geringer, da der Lufterhitzerkreis stets von der vollen Wassermenge durchflossen wird. Bei Gegenstrombetrieb kann es aber auch bei diesen Schaltungen zu Frostschäden kommen.

Durch die Überdimensionierung wird das Δt zwischen Vor- und Rücklauf sehr viel kleiner, besonders dann, wenn auch die Pumpe überdimensioniert wurde. Dadurch neigt die Regelung leicht zum Pendeln.

Abhilfe:

Teilweises Abdecken des Lufterhitzers am Vorlaufeintritt. Die notwendige Luftmenge darf dadurch natürlich nicht unterschritten werden.

Drosseln des Lufterhitzerkreises auf richtiges Δt . Die Drossel nicht in den Bypass, sondern im Vor- oder Rücklauf einbauen. Bei Einspritzschaltungen die Schaltung nach dem Drosseln im Lufterhitzerkreis erneut abgleichen.

Gleichstrom- oder Gegenstrom-Betrieb?

Das Gleichstrom-Prinzip

Beim Gleichstrombetrieb strömen Heizwasser und Luft - thermisch gesehen - in der gleichen Richtung, d. h. der Vorlauf ist auf der Kaltluftseite, der Rücklauf auf der Warmluftseite angeschlossen.

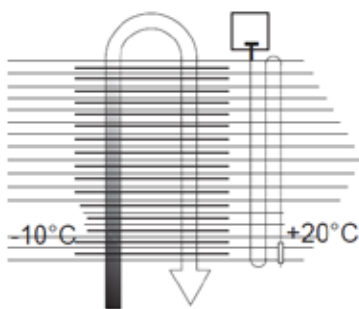


Abb. 2 Gleichstrom-Schaltung.

Die Rücklauftemperatur kann bei dieser Schaltung niemals niedriger sein als die Warmlufttemperatur, die der Fühler des Frostschutzthermostaten mißt. Ist der Fühler richtig plaziert (also unter Beachtung einer evtl. ungleichmäßigen Wasser-

aufteilung im Bereich des Rücklaufes), so wird der Thermostat den Luftherhitzer bei allen Betriebszuständen mit Sicherheit vor dem Einfrieren schützen.

Bei einem normal dimensionierten Wärmeaustauscher spricht er im allgemeinen nur dann an, wenn die Wasserzirkulation ausfällt.

Bei Gleichstrom-Betrieb sicherer Frostschutz!

Das Gegenstrom-Prinzip

Bei der Gegenstrom-Schaltung fließt das Heizwasser thermisch gesehen **entgegengesetzt zum Luftstrom**: der Vorlauf tritt auf der Warmluftseite in den Luftherhitzer ein und verläßt ihn auf der Kaltluftseite.

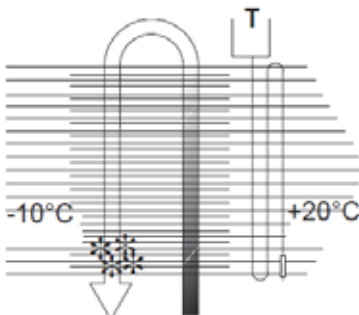


Abb. 3 Gegenstrom-Schaltung.

Bei einer Außenluftanlage ist also der schon weitgehend ausgekühlte Rücklauf den unter Umständen erheblichen Minus-Temperaturen der Außenluft ausgesetzt:

Diese kritischen Temperaturverhältnisse kann der

auf der Warmluftseite plazierte Frostschutzthermostat aber zwangsläufig nicht erfassen. So besteht hier - trotz der Sicherheitsvorkehrungen - eine akute Frostgefahr für den Luftherhitzer, vor allem bei:

1. bei zu kleiner Durchflußmenge (Drossel- oder Umlenkschaltung),
2. bei überdimensioniertem Luftherhitzer,
3. bei kleiner Heizlast und Außenlufttemperaturen unter 0°C,
4. bei ungleicher Durchflußmenge in den parallel liegenden hydraulischen Kreisen des Luftherhitzers.

Frostschutz für Wärmetauscher

Vorwärmer in Drossel- oder Umlenkschaltung (variierende Wassermenge im Luftherhitzerkreis) dürfen **AUF KEINEN FALL** im Gegenstrom Prinzip angeschlossen werden!

Bei konstanter Wassermenge, also Beimisch- oder Einspritzschaltung, liegen die Verhältnisse aufgrund der konstanten Wasserumwälzung günstiger. Die unter Punkt 2 bis 4 genannten Betriebsverhältnisse können aber auch hier zum Einfrieren des Luftherhitzers führen.

Deshalb: Bei Gegenstrom-Schaltung die Frage des sicheren Frostschutzes bei allen Lastzuständen eingehend überprüfen!

Im Zweifelsfalle das Gleichstrom-Prinzip anwenden!

Ein Fall aus der Praxis:

- Luftherhitzer zu groß dimensioniert
- Gegenstrombetrieb
- Beimischregelung
- Außenlufttemperatur -9°C

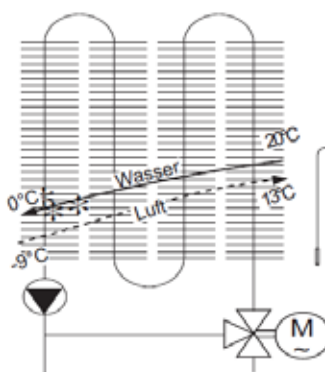


Abb. 4 Temperaturverhältnisse bei einem zu groß dimensionierten Luftherhitzer in Gegenstromschaltung.

Der auf der Warmluftseite platzierte Frostschutzthermostat konnte die Temperaturverhältnisse am Wasserrücklauf nicht erfassen; der Luftherhitzer ist eingefroren.

Weshalb verwendet man für Luftherhitzer überhaupt das Gegenstrom-Prinzip?

Für höchstmögliche Leistungsabgabe werden Wärmetauscher im Gegenstrom angeschlossen. Weil man dabei mit einem um wenige % kleineren und damit etwas billigerem Luftherhitzer auskommt.

Leider sind es wirklich nur wenige Prozent, wie das nachstehende Diagramm zeigt:

In den weitaus meisten Fällen werden die Warmwassererhitzer in Verbindung mit der Warmwasser-Zentralheizung betrieben; es steht also ein Heizmedium von beispielsweise 90°C zur Verfügung.

Auch in anderen Fällen wird man bestrebt sein, die Wassertemperatur möglichst hoch zu wählen, um eine hohe Flächenleistung zu erzielen. In den weitaus meisten Fällen werden die Warmwassererhitzer in Verbindung mit der Warmwasser-Zentralheizung betrieben; es steht also ein Heizmedium von beispielsweise 80°C zur Verfügung.

Auch in anderen Fällen wird man bestrebt sein, die Wassertemperatur möglichst hoch zu wählen, um eine hohe Flächenleistung zu erzielen.

Frostschutz für Wärmetauscher

Für die Werte

- Heizwasser 90 ... 70 °C
- Luft -20 ... +20 °C - bei Vollast

zeigen die Diagramme, daß bei der Gegenstrom-Schaltung ca. 4 % mehr Leistung erwartet werden kann, sowohl bei der Drosselschaltung wie bei der Beimisch- oder Einspritzschaltung:

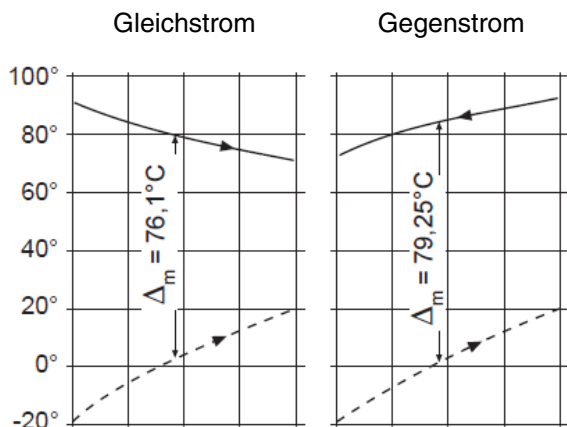
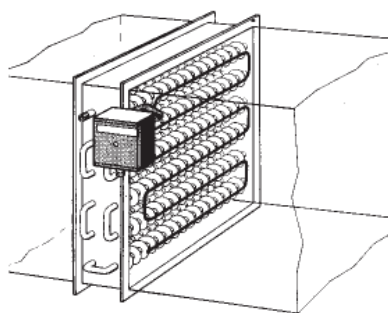


Abb. 5 Vergleich der Wärmeleistung von Luftherzern in Gleichstrom und in Gegenstromschaltung. Die Gegenstromschaltung bringt nur etwa 4% mehr Leistung.

Die Gegenstromschaltung bringt geringe Mehrleistung, die Gleichstromschaltung gibt mehr Sicherheit!

Die richtige Platzierung des Frostschutzfühlers:

a) Luftseitiger Fühler:



Die Fühlerrute bzw. Kapillare soll unmittelbar an der Luftaustrittseite des Wärmetauschers und zwar nach Möglichkeit über den gesamten Querschnitt angeordnet werden.

Die Befestigung erfolgt an den Austauscherlamellen oder an einem separaten Fühlerrahmen.

b) Wasserseitiger Frostschutzfühler:

Tauchfühler sind unmittelbar am Rücklaufaustritt einzuschrauben bzw. Anlegefühler werden auf der blanken Rohroberfläche am Rücklaufsammler montiert.

Es muß sichergestellt sein, daß der Frostschutzfühler weder durch die Umgebungstemperatur, noch durch eine Fehlzirkulation im Heizungssystem beeinflußt wird.

Unabhängig von der gewählten Fühlerart, soll in jedem Fall ein Temperaturregler mit Zweiphasenfrostschutzfunktion eingesetzt werden.

Genügen die geschilderten Maßnahmen bereits für einen sicheren Frostschutz?

Nur dann, wenn die Anlage auch richtig bedient wird: Die Lüftungsanlage darf nie mit dem Hauptschalter ausgeschaltet werden.

Dieser ist ausschließlich für den Reparaturfall vorgesehen. Wird der Hauptschalter ausgeschaltet sind alle Sicherheits- und Überwachungsfunktionen aufgehoben, da die gesamte Anlage ohne Strom ist. Es bleiben die Luftklappen offen. Auch wenn der Frostschutzfühler Frostgefahr erkennen würde, kann weder die Außenluftklappe geschlossen, noch die Heizungspumpe eingeschaltet werden.

In diesem Falle reichen schon kurze Nachtfröste, die allgemein gar nicht registriert werden, um den Wärmetauscher einfrieren zu lassen, wenn die Wärmeversorgung kurzzeitig oder auch länger fehlt.

Es nützt allerdings wiederum nichts, wenn in der Übergangszeit noch nicht geheizt wird und auf Anforderung des Frostschutzfühlers keine Wärme am Wärmetauscher ankommt oder weil die Heizkreispumpe oder Zubringerpumpe ausgeschaltet, die Anlage nicht entlüftet ist usw.

Die Frostschutzfunktion erfaßt meist nur die für den Wärmetauscher zuständigen Heizkreispumpe. Eine eventuell vorhandene Zubringerpumpe muß ebenfalls während der gesamten Frostperiode eingeschaltet bleiben.

Eine abgeschaltete Zubringerpumpe ist oft die Ursache für ein eingefrorenes Heizregister.

Die Frostschutzschaltung sollte daher auch eine eventuell vorhandene Zubringerpumpe mit erfassen.

Beachten Sie auch:

Ist das Regelventil als Beimischventil eingebaut, so wird das Ventil abkühlen, wenn es längere Zeit geschlossen bleibt. Ist das Regelventil aber als Verteilventil oder Umlenventil eingebaut, so steht die Wärme direkt am Regelventil an und auch das geschlossene Ventil bleibt warm.

Frivent GmbH

Salzburgerstraße 20 b

A-6380 St.Johann in Tirol

Telefon 05352 6 25 27
0 Telefax 05352 6 35 99
e-Mail info@frivent.com

Büro Wien:

Lehmannngasse 21/1/2

A-1230 Wien

Telefon 01 86 501 1220
Telefax 01 86 501 1211
Internet www.frivent.com