

Energiesparende textile Abschottvorrichtung für saugende Luftkühlverdampfer

„Verschlußsache“ SHUT UP®

Friedhelm Meyer, Bad Berleburg

Vereisungsprobleme an Luftkühlverdampfern sind unvermeidlich. Als Gegenmaßnahme kommen verschiedene Abtauvarianten zum Einsatz, wobei alle mit einem mehr oder weniger großen Zusatzenergieaufwand verbunden sind. Um diesen Energieaufwand nicht unnötig groß werden zu lassen, können Vorkehrungen getroffen werden, die teilweise sogar beträchtliche Einsparungen erzielen, wie der folgende Beitrag über eine Verschlußsache der besonderen Art zeigt.

Vereisungsprobleme an Luftkühlverdampfern sind so alt wie die Kältetechnik selbst. Kommt feuchte Luft in Berührung mit kalten Wärmeübertragerflächen, und die Oberflächentemperatur liegt unterhalb des Taupunktes der Luft, wird Feuchtigkeit durch Kondensation an der Oberfläche des Wärmeübertragers ausgeschieden. Befindet sich die Oberflächentemperatur unterhalb des Gefrierpunktes, kondensiert die Feuchtigkeit als Reif oder Eis an der Wärmeübertrageroberfläche. Mit zunehmender Vereisung des Luftkühlers verschlechtert sich sein Wirkungsgrad. Aufgrund dieser physikalischen Vorgänge muß die Reif- und Eisschicht durch Zufuhr von Wärme regelmäßig abgetaut werden.

zum Autor

Friedhelm Meyer,
Cool Expert,
Bad Berleburg



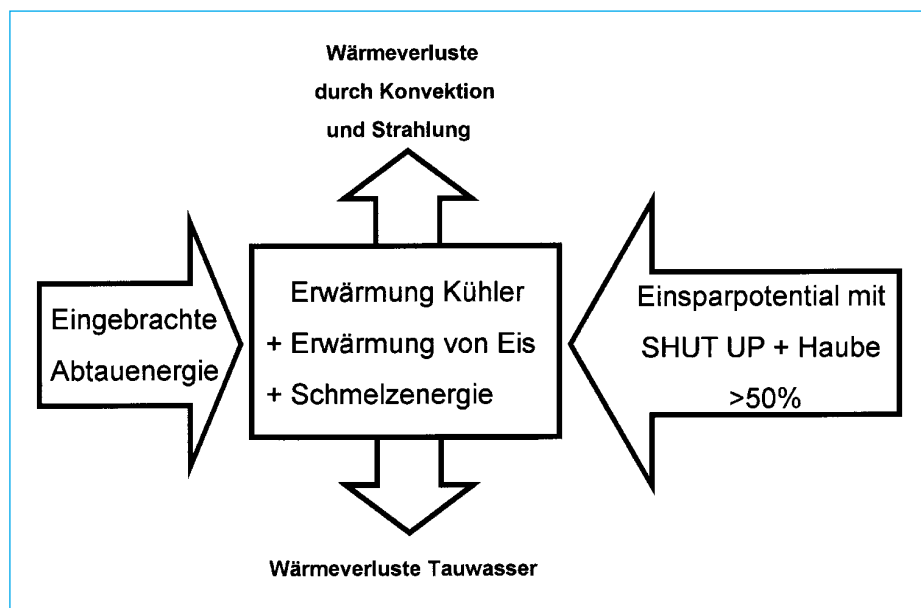
Stand der Technik

Die Abtaumethoden sind unterschiedlich. Die zumeist angewandte Abtauart ist die Elektroabtauung. Hierzu werden elektrische Heizstäbe in den Block des Wärmeübertragers eingebracht, um die notwendige Abtauwärme zu erzeugen. Als Alternativen zur Elektroabtauung sind sowohl die Umluftabtauung im Normal-

kühlbereich als auch die Heißgasabtauung im Tiefkühlbereich zu betrachten. Grundsätzlich beträgt die aufgewandte Abtauenergie, bei der Elektro- und Heißgasabtauung, aufgrund der offenen Luftkühlverdampfer-Konstruktion, ein Vielfaches von dem was letztlich notwendig wäre, um die Reif- bzw. Eisschicht zu entfernen. Ein unterschiedliches Bereifungs-/Vereisungsbild erschwert einen Abtau-prozeß zusätzlich.

Ist eine Umluftabtauung möglich, ist die eingesetzte Energie im Vergleich zu den vorgenannten Abtauarten wesentlich geringer, denn hier muß nur die elektrische Energie für den/die Luftkühlerventilator(en) aufgewendet werden.

Der bekannt sehr schlechte Wirkungsgrad einer Elektroabtauung wird durch die offene Bauart der Luftkühlverdampfer-Konstruktion geradezu unterstützt. Die Elektroheizstäbe erreichen im Verlauf eines Abtauprozesses Oberflächentemperaturen von mehr als 250 °C. Da die hohen Oberflächentemperaturen der Elektro-



Energetische Betrachtung des Abtauprozesses eines Luftkühlverdampfers

heizstäbe nicht vollends auf den Block des Wärmeübertragers wirken können, sind die Wärmeverluste durch Konvektion und Strahlung eklatant. Durch die hohe Wärmeentwicklung der Elektroheizstäbe entsteht Wasserdampf durch partielle Überhitzung. Ein Teil des Schmelzwassers verdampft bzw. verdunstet, ein weiterer Teil des Schmelzwassers kondensiert im oberen Teil des Kühlerblocks und verhindert durch die Verflüssigungsenthalpie eine gleichmäßige Erwärmung. Ein weiterer Dampfanteil entweicht am Luften- und Luftaustritt des Kühlers und kondensiert als Reif, Schnee und Eis im gesamten Umfeld des Kühlers. Die zuvor angesprochenen hohen Wärmeverluste durch Konvektion und Strahlung sind als Eigenthermik innerhalb des Kühlers zu betrachten und verstärken die genannten Vorgänge. In einem nachfolgenden Kälteprozess muß diese Verlustwärme zusätzlich abgeführt werden.

Schon bei der Planung einer Kälteanlage kann das Abtauverhalten, durch die Auswahl des jeweils geeigneten Luftkühlers, erheblich mitbestimmt werden. Bei den Auswahlkriterien steht zunächst das zu kühlende Produkt im Vordergrund.

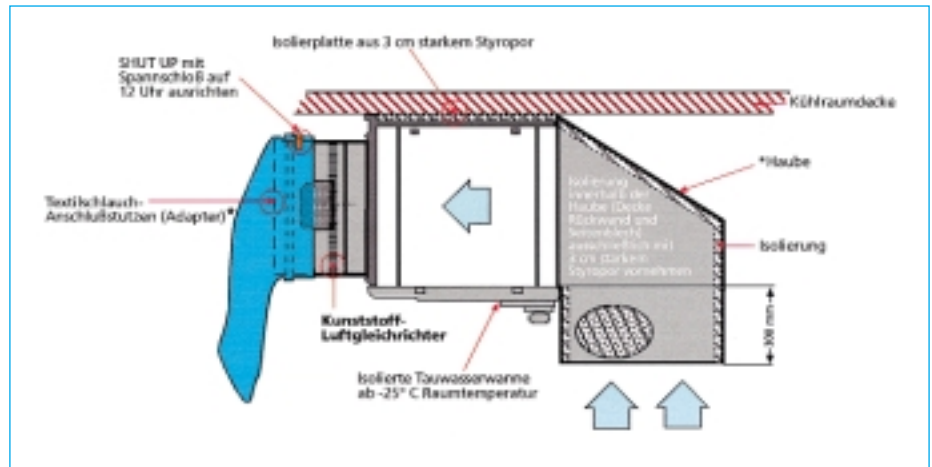
Je nach Belastung gilt darüber hinaus:

- Je kleiner das ΔT_1 , um so geringer die Entfeuchtung durch die Oberfläche des Luftkühlers und somit der zu kühlenden Produkte.
- Je kleiner das ΔT_1 , um so höher die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb der Kühlstelle.
- Je kleiner das ΔT_1 , um so höher liegt der Taupunkt.
- Je geringer die Taupunktunterschreitung, um so niedriger ist der Bereifungs- und Vereisungsgrad. Die Geschwindigkeit des Bereifungs- und Vereisungsgrades eines Luftkühlers ist wiederum abhängig von seiner Fläche.

Was zeigt die Praxis?

Soweit die Theorie. Im praktischen Betrieb ist der Auslegungspunkt des ΔT_1 jedoch von vielen weiteren Faktoren abhängig. Das Urmeter zur Kontrolle des Wirkungsgrades eines Luftkühlers, als Ergebnis der ganzheitlichen physikalischen Zusammenhänge einer Kälteanlage, ist das Überhitzungsverhältnis nach der ENV 328, früher DIN 8955, die jetzt in der ENV 328 aufgeht. Bekanntlich errechnet sich das Überhitzungsverhältnis aus den Parametern:

$$\Delta T_{Oh} = t_{Oh} - t_o / \Delta T_1 = t_{L1} - t_o (\Delta T_{Oh} / \Delta T_1)$$



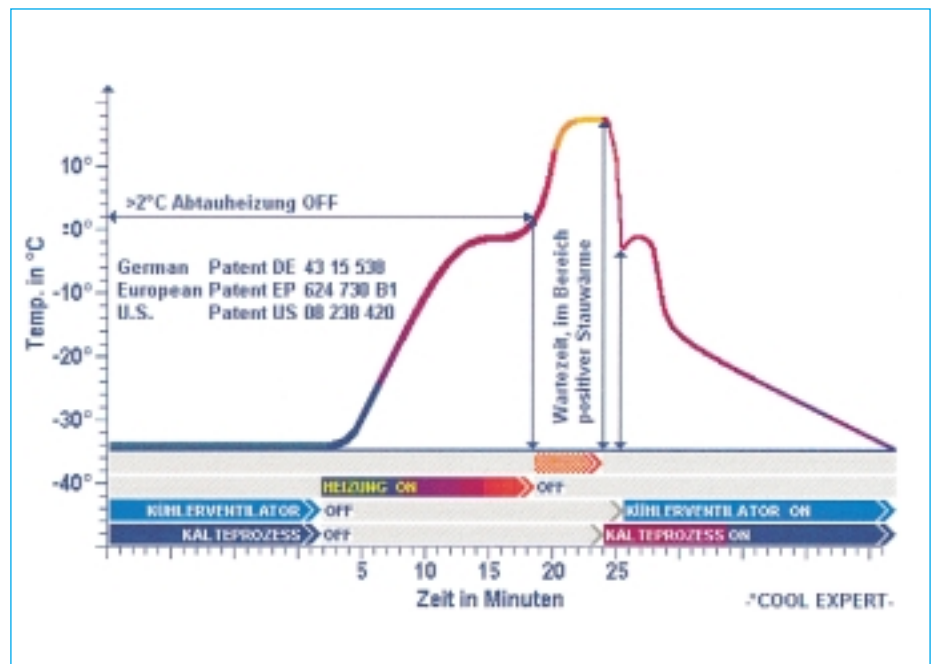
Montageempfehlung für SHUT UP® mit separater Haube (Darstellung mit Kunststoff-Luftgleichrichter)

Als optimales Überhitzungsverhältnis aus $\Delta T_{Oh} / \Delta T_1$ ist der Faktor 0,65 anzustreben. Uns ist nur allzu sehr vertraut, daß jedes Expansionsventil im Zusammenspiel mit seinem Luftkühlverdampfer nur eine bestimmte Mindestüberhitzung zuläßt. Diese kann auf die zuvor beschriebene Weise kontrolliert werden, denn im praktischen Betrieb sollten sich ja die Auslegungsparameter einstellen.

Wenn hier die grundlegenden Voraussetzungen für einen Luftkühlverdampferbetrieb beschrieben werden, ist dies zugleich die unabdingbare Voraussetzung für ein gleichbleibend gutes Abtauergebnis.

Optimierung des Abtau- prozesses mit SHUT UP®

Soll darüber hinaus Energie eingespart und der Abtauprozess optimiert werden, ist die textile Abschottvorrichtung SHUT UP® zusammen mit der Stauhaube, die ideale Ergänzung für saugende Luftkühler. SHUT UP® als Textilie in Schlauchform verschließt den Luftkühler während des Abtauprozesses am Luftaustritt. Eine zusätzliche Stauhaube am Luftenritt des Kühlers verhindert die zuvor beschriebenen Wärmeverluste durch Konvektion und



Darstellung des Abtauverlaufes mit SHUT UP® und Haube

Strahlung. Jegliche Abtauenergie bleibt nun dort, wo sie benötigt wird, nämlich innerhalb des Luftkühlers. Während des Kälteprozesses wird die Textilie durch den Luftkühler-Ventilator aufgeblasen, ähnlich einer Windhose an Autobahnen oder Flughäfen. Der entsprechende Druckverlust ist bei der Auslegung des Luftkühlers zu berücksichtigen. Die Wurfweite des Luftkühlers wird darüber hinaus um ca. 20 % erhöht. Die textile Abschottvorrichtung besteht aus einer High-Tech-Mikrofaser, die auf einer Bahn von 2 Metern Breite gewebt wird. Nach dem Webevorgang wird die Stoffbahn von 2 Metern chemo- und wärmetechnisch auf 1,20 Meter geschrumpft. Hierdurch entsteht ein ideales Gewebe für den Einsatz in der Kältetechnik, daß bis zu einer WS von 1,8 m dampfdicht und zusätzlich hochflexibel im Temperaturbereich von -50 °C bis $+70\text{ °C}$ ist.

Praktische Erfahrungen haben ergeben, daß der Verschmutzungsgrad von SHUT UP®, im Vergleich zum Kühlerblock selbst, um 80 Prozent geringer ist.

Die grundsätzliche Voraussetzung zur Einleitung einer Abtauung zum energetisch besten Zeitpunkt ist ebenso ein Muß, wie eine adaptive Regelung der Abtauheizung oberhalb des Schmelzpunktes. Als einzige Regler mit Bedarfsabtauung zum energetisch besten Zeitpunkt sowie Ausregelung der Abtauheizung oberhalb des Schmelzpunktes sind hier die von Cool Expert entwickelten und patentierten Kübatron-Regler QKL2B und QKL2T zu nennen.

Ein Abtauvorgang gilt grundsätzlich erst dann als beendet, wenn der kälteste Punkt im Kühlerblock konstant oberhalb des Schmelzpunktes liegt.

Da die Kälteanlage, ausgerichtet auf ihre Betriebssicherheit, in Hinsicht auf die zu kühlenden Waren im Vordergrund stehen muß, kommt dem Luftkühlverdampfer daher eine allumfassende Bedeutung zu. Er ist das wichtigste Bindeglied einer Kälteanlage. Ein gleichbleibend gutes Abtauergebnis ist mitentscheidend für den Wirkungsgrad einer Kälteanlage. □