



Kühlraum mit starker Eisbildung

Bild: Coldsense

Neue Systemlösungen zur Erhöhung der Energieeffizienz in Kühlräumen

Mit künstlicher Intelligenz zu mehr Energieeffizienz und Umweltschutz

Dr. David Burzynski,
Coldsense Technologies GmbH,
Braunschweig

Seit Jahrzehnten ist die Eisbildung an Wärmeübertragern im Tiefkühl- und Normalkühlbereich ein dauerhaftes Problem. Die kontinuierliche Vereisung macht Betreibern immer wieder einen Strich durch die Rechnung, da vereiste Kühlräume ineffizienter sind. Innovative Eisdetektoren in Kombination mit künstlicher Intelligenz (KI) ermöglichen eine intelligente und präzise Abtauungssteuerung, die sich an anspruchsvollen logistischen Abläufen automatisch anpasst. Damit können alte und moderne Kühlräume tatsächlich nach Bedarf gesteuert werden. Die Anlagen werden noch energieeffizienter, sicherer und umweltfreundlicher. Das Einsparpotenzial ist enorm.

Eis oder Reif bildet sich auf einem Luftkühler immer, wenn seine Oberflächentemperatur unter dem Gefrierpunkt liegt und die Luft eine gewisse Feuchtigkeit hat. Die feuchte Luft kondensiert an den Lamellen des Wärmeübertragers und bildet eine Eisschicht. Die wachsende Eisschicht am Wärmeübertrager hat zwei nachteilige Auswirkungen: Zum einen wirkt sie wie eine Isolierschicht zwischen Wärmeübertrager und Luftströmung und zum anderen blockiert sie die Strömungsführung zwischen den Lamellen. Beide Effekte führen zu einem deutlich schlechteren thermodynamischen Wirkungsgrad der Anlage, der durch erhöhten

Stromverbrauch ausgeglichen werden muss. Um den Eisaufbau zu verringern bzw. zu vermeiden, haben Kälteanlagenbauer unterschiedliche Abtauverfahren zur Auswahl, wie z.B. Heißgas-, Umluft- oder elektrische Abtauung. Die elektrischen Heizungen lassen sich ohne großen Aufwand installieren und sehr gut im Betrieb regeln. Daher ist sie die praktikabelste Option von allen Abtaumethoden. Die elektrische Abtaumethode kann aber auch einen großen Nachteil mit sich bringen: Sie verbraucht viel Strom. In der Regel benötigen die Abtauheizungen so viel Leistung wie 50% der verfügbaren Kälteleistung im Kühlraum.

Vereiste Wärmeübertrager führen zu hohen Kosten für die Betreiber und verursachen jährlich Millionen Tonnen von CO₂-Emissionen. Da dieser immense CO₂-Ausstoß eine wesentliche Belastung für die Umwelt ist, fordert das Umweltbundesamt dringend eine Verbesserung der Energieeffizienz in der Kältetechnik.

Bedarfsabtauung wirklich nach Bedarf?

In den Leitfäden mit Maßnahmen zur Optimierung von Kälteanlagen vom Verband Deutscher Maschinen- und Anlagebau (VDMA), vom Bundesinnungsverband (BIV)

und vom Verband der Kühlhausbetreiber (VDKL) wird eine Optimierung des Abtauvorgangs ausdrücklich empfohlen: „Das Nachrüsten einer Bedarfsabtaung senkt den Stromverbrauch für die Abtaung und den Kühlbetrieb erheblich.“ Aber, werden aktuelle Systeme wirklich nach Bedarf gesteuert?

Grundsätzlich wird eine automatische Abtaung in jeder Anlage entweder zu bestimmten Uhrzeiten oder über feste Zeitintervalle vorprogrammiert. Ist eine Anlage mit einem elektronischen System ausgestattet, welches einige Abtauzeiten überspringen kann, spricht man von einer „Bedarfsabtaung“. Um einen bestimmten Abtauzyklus zu überspringen, nutzen konventionelle Systeme indirekte Messmethoden (z.B. Temperatursensoren). Das System leitet dann die Abtaung zum nächstmöglichen Zeitpunkt ein, welche im Vorhinein festgelegt wurde.

Diese konventionellen Systeme mit Bedarfsabtaung berücksichtigen weder den Ist-Vereisungszustand der Anlage noch die anspruchsvollen logistischen Abläufe eines Betriebs. Denn in den Kühlräumen verändern sich die Betriebsbedingungen kurz- und langfristig. Unregelmäßiger Warenumschlag, Feuchteintrag, Wetteränderungen und Vereisung durch offene Lagertüren sind einige Beispiele. Alle diese Bedingungen haben einen wesentlichen Einfluss auf die Eisbildung am Wärmeübertrager und müssen daher in Betracht gezogen werden, wenn die Kühlräume unter optimalen Bedingungen funktionieren sollen. Fazit ist, dass konventionelle Systeme mit Bedarfsabtaung Strom sparen, auch wenn sie nur eine Abtaung pro Jahr überspringen. Aber das Einsparpotential ist damit längst nicht ausgeschöpft.

Innovative Eissensoren und KI-basierte Systemlösungen zur Erhöhung der Energieeffizienz

Eine Schlüsseltechnologie, um die Abtaung genauer und intelligenter zu steuern, liegt in einer direkten Vermessung der Eisbildung am Wärmeübertrager. In den letzten Jahren sind zahlreiche Methoden zur Detektion von Eisbildung auf Oberflächen erprobt worden. Einige von diesen basieren auf Prinzipien wie Ausbreitung von Ultraschall, Änderung des elektrischen Feldes, Bilanzierung von Wärmeströmen, Änderung der elektrischen Leitfähigkeit oder der Leistung der entspre-

chenden Maschine. Forschungsergebnisse haben jedoch gezeigt, dass jede dieser Methoden nur eine bestimmte Form von Eisbildung erkennen kann, d.h. ein Sensor, welcher auf nur einer einzigen Detektionsmethode beruht, kann nicht zuverlässig unter verschiedenen Umgebungsparametern funktionieren.

Coldsense Technologies GmbH hat daher mehrere dieser Messmethoden zu einem Miniatur-Eissensor vereint, um die tatsächliche Eisbildung an den Wärmetauschern zuverlässig zu erkennen. Eine Vermessung des Eiswachstum und die Identifikation von Wasser, Rau-, Misch- und Klareis in Echtzeit ist mit den Eissensoren nun möglich. Damit lässt sich der Beginn aber auch die Länge jeder Abtauzyklen genau steuern. Das heißt, der Sensor vermisst, wie das Eis wächst und schmilzt – somit kann die Abtaung tatsächlich nach Bedarf beendet werden.

Doch die Innovation und weitere Energieeinsparungen mit diesem System basieren nicht nur auf der Vermessung der Eisbildung in Echtzeit, sondern auch auf Überwachung und Steuerung der Kühlräume mit modernen Algorithmen der künstlichen Intelligenz. Mit einer Überwachung erkennt das System unregelmäßigen Wareneingang, Feuchteintrag, Türenbewegungen, etc. Mit dieser detaillierten Information lassen sich die Anlagen optimieren und die notwendige



Eissensor auf einem Wärmeübertrager



Bild: Coldsense

Wärmeübertrager mit optimierter Abtaung

Abtaung automatisch und nach Bedarf einleiten. Dadurch kann man vermeiden, dass Vereisungsprobleme den Betrieb von Kälteanlagen negativ beeinflussen. Mit dieser Kombination aus Echtzeitdetektion und KI-Algorithmen steht ein Add-On für jeden Kälteanlagenbauer und Betreiber von Kühlräumen zur Verfügung, welches Anlagen gleichzeitig sicherer und rentabler macht.

Ein Spinoff der TU Braunschweig

Coldsense Technologies GmbH ist ein kundenorientiertes High-Tech-Startup mit der Mission innovative, zuverlässige und robuste Systemlösungen zu entwickeln, um technische Geräte und Anlagen im Umfeld von Kälte und Vereisung zu optimieren. Gegründet wurde Coldsense Technologies im Jahr 2019 von den drei Wissenschaftlern Dr. Stephan Bansmer, Dr. David Burzynski und M.Sc. Juan Velandia – anknüpfend an ihre langjährige Forschungsarbeit an der TU Braunschweig im Bereich der Vereisungsforschung. Das Motto: Technik muss robust sein. Auch bei drohender Vereisung müssen Geräte und Anlagen sicher, effizient und umweltfreundlich laufen. Darum hat sich das Unternehmen auf die Entwicklung von innovativen Systemlösungen spezialisiert, die wirkungsvoll vor Eisbildung schützen.