

Cool bleiben

CO₂-Kühlung und Nanotechnik führen zu Fortschritten in der Schaltschrankklimatisierung

RALF SCHNEIDER

Die Prozess-, Anlagen- und Maschinensteuerung ist untrennbar mit Leistungselektronik verbunden. Diese wiederum verlangt nach aktiver Kühlung; denn mit der Komplexität der Aufgaben steigt auch die Leistungsaufnahme, die zudem in immer kleineren Bauvolumina umgesetzt wird. Daraus resultiert: Was gestern noch eine

kühltechnische Spitzenleistung war, ist heute gültiger Standard und morgen bereits überholt. Zukunftsweisende, ganzheitliche Kühlkonzepte zu erstellen, heißt deshalb mehr denn je, Verantwortung zu übernehmen: Für die einwandfreie Funktion der hochwertigen Elektronik, für die Zukunftssicherheit der getätigten Investition des Anwenders und schließlich für die Erhaltung der Lebensfähigkeit unserer Umwelt. Vieles deutet darauf hin, dass das Kältemittel CO₂ für die Schaltschrankklimatisierung eine wichtige Rolle spielt. Auch Rinano, eine „glas-effektartige“ Oberflä-

chenbeschichtung auf Basis der Nanotechnik, steigert die Effizienz von Kühlgeräten.

Die beste Zeit, ein Problem anzupacken, ist die Zeit vor seiner Entstehung. Albert Einstein soll diesen Satz geprägt haben. Nicht überliefert ist, wie weit er danach gehandelt hat. Sicher ist, dass Rittal in Herborn seit vielen Jahren nach der von Geschäftsführer Norbert Müller ausgegebenen Philosophie verfährt, dass man eine Lösung bereits parat haben muss, bevor bei den Kunden das Problem entstehe. Nachdem 1992 mit der Einführung des Kältemittels R134a die ersten FCKW-freien Kühlgeräte für die Schaltschrankklimatisierung eingeführt wurden („Pro-Ozon-Initiative“) hat man sich in den Forschungsabteilungen des Werkes deshalb nicht zurückgelehnt, sondern sofort die nächste Herausforderung in Angriff genommen; denn R134a ist zwar freundlich zur Ozonschicht – das war die damals wichtigste Aufgabenstellung – aber es hat ein beachtliches „Treibhauseffektpotenzial“.

Suche nach Kühlmitteln für Schaltschränke

Mit einem europaweiten Verbot für R134a ist – wegen seines oben erwähnten Handicaps als möglicher Klimakiller – bereits in der nächsten Dekade zu rechnen. Prinzipiell bieten sich für dessen Ersatz mehrere Alternativen, die alle ein Ozonabbaupotenzial von null haben, aber auch weitere Vor- und Nachteile:

R 134a als Kältemittel hat ausgedient. CO₂ zeichnet sich als zukünftiges FCKW-freies Ersatzkühlmittel aus.



► Ammoniak (NH₃) ist eines der ältesten und damit ein sehr bewährtes Kältemittel. Obschon in gewissen Konzentrationen brennbar und giftig, sind diese Gefahrenpotentiale gut beherrschbar. Ammoniak ist das derzeit effektivste Kältemittel überhaupt und dabei konkurrenzlos billig. Auch sein Umweltverhalten ist mit einem GWP (Global Warming Potenzial) von 0 vorbildlich. Für Großanlagen in Brauereien und Kühlhäusern ist es deswegen weit verbreitet. Auf Grund seiner physikalischen Eigenschaften liegt der ideale Einsatzbereich bei -40 bis 10 °C. Für die Elektronik Kühlung ist es wegen der dort üblichen „hohen“ Temperaturen um 40 °C wenig geeignet. Dieses Manko wird durch seine korrosive Wirkung auf Kupferwerkstoffe (Verrohrung) und seine elektrische Leitfähigkeit bei höheren Feuchtigkeiten noch verstärkt.

► Kohlenwasserstoffe – vor allem Propan – sind ebenfalls effiziente Kältemittel. Mit einem GWP von 15 (nur rund ein Tausendstel des Wertes von R134a) ist auch Propan umweltfreundlich. An Werkstoffe stellt es keine besonderen Anforderungen. Im industriellen Betrieb sind Kälteanlagen mit Propan und Propangemischen seit vielen Jahren im erfolgreichen Einsatz. Nachteilig ist bei Kohlenwasserstoffen, dass sie mit Luft ein hochexplosives Gemisch mit niedrigem Zündpunkt bilden. Bei Füllmengen von rund 500 bis 1000 g für ein Schaltschrankkühlgerät wäre Sicherheit für Anlagen, die bestimmungsgemäß viele Schaltvorgänge ausführen, nur über aufwändige Explosionsschutzmaßnahmen erreichbar. (Eine Gefährdung in „Kühl-schränken der weißen Ware“ ist wegen der dortigen Füllmengen von wenigen Gramm selbst bei Leckagen nicht gegeben.) Kohlenwasserstoffe haben wegen ihres Beitrags zum

Ralf Schneider ist Leiter des internationalen Produktmanagements für Schaltschrankklimatisierung bei der Rittal GmbH & Co. KG in 35745 Herborn. Weitere Informationen: Hans-Robert Koch, Rittal Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Tel. (0 27 72) 5 05-26 93, Fax (0 27 72) 5 05-25 37, koch.hr@rittal.de



Bild 1: Prototyp eines mit CO₂ klimatisierten Schaltschranks, der 2005 erstmals auf der SPS/IPC Drives vorgestellt wurde.

Sommersmog derzeit allerdings auch ein gewisses Imageproblem.

► Kohlendioxid (CO₂) ist ebenfalls ein natürlich vorkommender Stoff mit einem GWP von 1. Für den Einsatz als Kältemittel wird er aus vorhandenen Ressourcen oder Prozessabgasen gewonnen, erhöht also nicht den CO₂-Anteil in der Atmosphäre. Erfolgreich eingesetzt wird die CO₂-Kühlung bereits im Lebensmittelbereich. Als Endprodukt der vollständigen Kohlenstoffoxidation ist CO₂ nicht brennbar und nicht korrosiv. Problematisch sind die Druckverhältnisse für den Einsatz bei höheren (und typischen Schaltschrank-)Temperaturen. Weil bei CO₂ keine Verflüssigung stattfindet, sind für hohe Wirkungsgrade – und auf Dauer günstige Verbrauchswerte – zusätzliche, optimierte Aggregate erforderlich (Gaskühler, Kompressoren).

Vormarsch von CO₂ ist unaufhaltsam

Vermutlich ist die Diskussion, ob man vorzeitig auf CO₂ als Kältemittel umsteigen oder noch abwarten soll eine müßige Diskussion, denn vieles deutet auf den Vormarsch von CO₂ als Kältemittel hin. Druck entsteht bereits dadurch, dass in Europa die Schweiz und Dänemark in dieser Thematik durch Gesetzesvorlagen vorpreschen. Auch die Automobilindustrie plant ab 2010 mit entsprechenden Anlagen in Serie zu gehen und dürfte fertige Konzepte bereits „in der Schublade liegen“ haben.

Für die Schaltschrankklimatisierung hat Rittal frühzeitig Flagge gezeigt und seine technische Führerschaft erneut unterstrichen. Schon zur Hannover-Messe 2004 wurde diese Thematik angesprochen und mit Schlüsselpersonen und den Mitgliedern des „Rittal-Clima-Club“ ausführlich diskutiert. Ein Jahr später hat man dann auf der HMI 2005 bereits einen Versuchsaufbau vorgestellt.

Die Messe SPS/IPC/Drives in Nürnberg im Herbst des gleichen Jahres war dann bereits die Plattform für Prototypen (Bild 1) der neuen Technik.

Seitdem werden die neuen Komponenten auf ihre Praxistauglichkeit überprüft, optimiert wird der Wirkungsgrad der kompletten Anlage. Diesem kommt schon deshalb hohe Bedeutung zu, weil nur rund 3% des Treibhauseffektes durch das Kältemittel selbst, 97% dagegen durch den Energieverbrauch der Kühlgeräte bedingt sind. Ein hoher Wirkungsgrad ist deshalb sowohl für die Umwelt als auch für die direkten Betriebskosten des Anwenders von entscheidender Bedeutung.

R 134a raus – CO₂ rein: Auf diese einfache Formel lässt sich die Umstellung nicht bringen. Im Vergleich mit R 134a sind die Druckverhältnisse bei CO₂ deutlich anders: bis hinauf zu rund 150 bar, gegenüber bisherigen 27 bar. Kompressoren, Ventile, Verdampfer, Kondensatoren und Verrohrung müssen den Verhältnissen angepasst werden. Dem Prototypenbau gingen deshalb ausführliche Versuchsreihen unterschiedlicher Komponenten in den Rittal-Labors voraus. Da, wie bereits erwähnt, bei den vorgegebenen Betriebstemperaturen CO₂ nicht verflüssigt, sind zusätzliche Komponenten, wie ein innerer Wärmeübertrager als Gaskühler, für eine gute Energiebilanz erforderlich.

Für CO₂ sprechen außer den Um-

FAZIT

- Hochleistungselektronik bedarf aktiver Kühlung
- CO₂ als Kältemittel zeichnet sich als FCKW-freies Ersatzkältemittel aus
- Glasartige Beschichtung erhöht Zuverlässigkeit und Effizienz der Kühlgeräte

weltaspekten auch physikalische Gründe. So ist seine Wärmekapazität höher als die von R 134a. Dies bedeutet wiederum, dass für den Wärmetransport geringere Rohrinnendurchmesser ausreichen und damit die Bauform kompakter ausfallen kann.

Über die langfristige Wirtschaftlichkeit gibt der Coefficient of Performance (COP) Auskunft. Er ist definiert als Verhältnis von Kälteleistung zu eingesetzter elektrischer Leistung. Abhängig von der Anwendung kann dieser – mit bei CO₂ gemessenen COP bis zu 2,5-mal günstiger sein als bei R 134a in der gleichen Anwendung. Auch dabei erfolgt die Optimierung in Versuchsreihen, welche die theoretischen Überlegungen bestätigen oder auch korrigieren müssen. Gut, wenn sich die späteren Anwender dabei auf einen leistungsfähigen Partner verlassen können, der beim Beschreiten neuer Wege buchstäblich „nichts dem Zufall überlässt“, sondern den Erfolg Schritt für Schritt plant und in die Praxis umsetzt.

Nanotechnik eröffnet gigantische Möglichkeiten

Unter dem Motto „immer kleiner, immer schneller“ erschließt die Nanotechnik die Welt der allerkleinsten Dinge bis hinab zur Dimension einzelner Atome. In der Elektronik ist sie bereits eine feste Größe, in der Mikrosystemtechnik erschließt sie mechanischen Systemen neue Anwendungen. Der Erfolg ganzer Industriebranchen wie Chemie, Pharma, Automobilbau, Informationstechnik oder Optik wird von den Fortschritten dieses Bereiches be-

Bilder: Rittal



Bild 2: Die Rinano-Beschichtung des Verflüssigers von Rittal-Top-Therm-Kühlgeräten sorgt dafür, dass die Kühlleistung länger konstant bleibt; dies reduziert Zeit und Kosten.

stimmt werden oder unermüdlicher Forschungsmotor dafür sein.

Rittal hat mit der Oberflächenveredelung Rinano diesen Erfolgsweg bereits erfolgreich bestiegen – als innovative Schutzbeschichtung für die Top-Therm-Kühlgeräte (Bild 2). Sie besteht aus Nanopartikeln unterschiedlicher Eigenschaften, die sich beim Aushärten gezielt anordnen und mit der Oberfläche des Verflüssigers verbinden. Nach dem Vorbild der Lotusblüte – dem Symbol der Reinheit – verhindert sie, dass sich Schmutzpartikel auf der ultradünnen, glasartigen Oberfläche festsetzen können. Es entsteht eine Schutzschicht, welche die Wartungsintervalle selbst unter extremsten Bedingungen (aggressive Dämpfe, extreme Ölhaltigkeit, Staub) erhöht und darüber hinaus die viel später erforder-

liche Reinigung deutlich vereinfacht. Die Volkswagen AG in Kassel hat diese Eigenschaften selbst für die ölschwängerte Umgebung der Getriebefertigung bestätigt.

Einhergehend mit optimierten Verfahren in der Fertigung steigt die verbrauchte Leistung und mit ihr die Wärme. An Kühlsysteme und Klimatisierung werden deshalb immer höhere Anforderungen gestellt. Der Wirkungsgrad muss verbessert und der schädliche Einfluss auf die Atmosphäre verringert werden. Was bei Rittal mit den ersten ozonfreundlichen Kühlgeräten und mit R 134a für den Schaltschrankeinsatz begann, ist mit den CO₂-Kühlgeräten und der Nanobeschichtung auf einem vorläufigen Höhepunkt angekommen – aber längst nicht abgeschlossen.



S-0012/2006

Rittal GmbH & Co. KG · Postfach 1662 · D-35726 Herborn
 Tel.: +49(0)2772 505-0 · Fax: +49(0)2772 505-2319
 E-Mail: info@rittal.de · www.rittal.de

FRIEDHELM LOH GROUP

