

Investitionskosten contra Betriebskosten

Kälteanlagen und ihre Energieeffizienz

Bernhard Schrempf und Marcus Breidenbach vom TÜV SÜD im Gespräch mit der KK

Das Thema Energieeffizienz ist in aller Munde und gerade im Bereich der Kälte- und Klimatechnik gibt es erhebliche Einsparpotenziale. Die KK hat bei Bernhard Schrempf und Marcus Breidenbach vom TÜV SÜD nachgefragt, welche Erkenntnisse sie als Gutachter und neutrale Prüfstelle gewonnen haben.



Bernhard Schrempf (links im Bild): „Mancher TGA-Planer meint, er könne eine Kälteanlage ähnlich großzügig dimensionieren wie eine Heizungsanlage.“ Marcus Breidenbach (rechts) vermisst den unzureichenden hydraulischen Abgleich bei Anlagen mit Flüssigkeitskühlsätzen

KK: Man wundert sich, welche Energieeinsparungen im Bereich der Kältetechnik immer noch möglich sind. Die Fachmedien berichten von 20, 30, ja teilweise sogar von 50% Energieeinsparung. Wie sind Ihre Erfahrungen?

Breidenbach: Wir müssen hier stark unterscheiden, über welche Teilbereiche wir reden: Bei Industriekälteanlagen finden wir sicher das geringste Einsparpotenzial. Hier haben wir es mit sehr professionellen Fachplanern zu tun, aber auch mit Vertretern der Betreiber, die sehr genau wissen, was sie wollen und wie eine Anlage aufgebaut sein sollte. Die Einsparmöglichkeiten in der Gewerbekälte schätze ich dagegen als relativ hoch ein. In dieser Branche geht es vorwiegend um niedrige Investitionskosten. Die größten Einsparmöglichkeiten sind sicher im Bereich der Klimakälte zu suchen. Dort entdecken wir die meisten Schwachstellen, hauptsächlich in der hydraulischen Einbindung der Kaltwassersätze. Gerade bei Schadensfällen stellen wir als Gutachter immer wieder fest, dass die wasserseitige Einbindung der Kältemaschinen die häufigste Ursache von Störungen ist.

Schrempf: Leider meinen viele TGA-Planer, eine Kälteanlage könnte ähnlich groß-

zügig dimensioniert werden wie eine Heizungsanlage. Wenn man einen Heizkessel zu groß auslegt, merkt das meistens niemand. Wenn eine Kältemaschine überdimensioniert oder zu knapp bemessen wird, hat das unmittelbare Auswirkungen auf die Anlage. Im schlimmsten Fall kommt es zu einem Defekt der Kältemaschine.

KK: Erfahrungen mit Energiespar-Contracting-Projekten haben gezeigt, dass Kälteanlagen bis etwa Baujahr 1990 meist überdimensioniert, danach die Anlagen eher knapp bemessen wurden. Können Sie das bestätigen?

Schrempf: Da mag etwas dran sein. Wir haben es im Bereich der Technischen Gebäudeausrüstung immer häufiger mit so genannten „Einspar-Planern“ zu tun. Die werden dafür bezahlt, dass sie im Auftrag des Bauherrn oder Investors fertige Planungen nochmals auf Einsparmöglichkeiten bei den Investitionskosten überprüfen. Leider wird dadurch oftmals auch die Technik zum Energiesparen mit dem Rotstift weggestrichen. Seriöse Planungen von Fachplanern werden von dieser Gruppe oft infrage gestellt und zusammengestrichen,

nur um Investitionskosten einzusparen. Dies hat zur Folge, dass die Betriebskosten dann höher sind. Häufig muss in solchen Fällen später wieder nachgerüstet werden, weil die dem Nutzer zugesagten Funktionen nicht vorhanden sind oder Sollwerte nicht erreicht werden. Durch diese Vorgehensweise wird auch oft das Vertrauensverhältnis zwischen Fachplaner und Bauherr gestört.

KK: Reden wir hier über das typische Investor-Nutzer-Dilemma?

Breidenbach: Richtig. Der Investor möchte für ein Minimum an Invest ein Maximum an wirtschaftlicher Kälteleistung. Hier muss umgedacht werden. Der Betreiber merkt das erst bei den erhöhten Betriebskosten. Diese Problematik tritt verstärkt in der Klimatechnik auf. Dagegen spielen in der Industriekälte und Industrieklimatisierung die Betriebskosten über den Lebenszyklus einer Anlage oft eine entscheidende Rolle bei der Planung.

Schrempf: Der industrielle Kälteanwender weiß im Grunde genau, was er benötigt. Da setzt man sich mit dem Planer an einen Tisch und sagt, was man technisch will; manchmal bis hin zur Vorgabe, bestimmte Ventile einzubauen. Dort spielt die Lebenszyklusbetrachtung der Kälteanlage eine sehr viel größere Rolle als bei der Entscheidungsfindung von Kältemaschinen in Raumklimaanlagen.

KK: Wird die Leistung einer Kältemaschine für eine Klimaanlage heute eher großzügig bemessen?

Breidenbach: Wir haben es in der Klimakälte immer häufiger mit fertigen Modulen in mehr oder weniger groben Leistungsabstufungen zu tun. Es ist oft so, dass die Auslegung von Kältemaschinen von einer Verkettung von Aufrundungen, Angstzuschlägen und der Neigung zur nächst größeren Kältemaschine bestimmt wird. Dadurch sind viele Kältemaschinen – bezogen auf ihre Leistung – überdimensioniert. Der Betreiber hat dann das Problem, seine Anlagen sinnvoll und effizient zu betreiben. Die Problematik für einen wirtschaftlichen Betrieb ist in so einem Fall allein schon durch den Taktbetrieb vorprogram-

für eine Lebensmittelkette die Energiekosten – im Vergleich zum Warenumsatz – sehr gering sind und damit nicht im Fokus der Betreiber liegen. Aus energetischer Sicht sind es in erster Linie offene Kühlmöbel, die im Bezug auf die Energieeffizienz das Schlusslicht bilden. Ein anderer Bereich ineffizienter Kältetechnik finden wir bei den mobilen Klimageräten. Einerseits ist der Verbraucher sehr energiebewusst und kauft sich einen Kühlschrank, PC und Fernsehgerät der höchsten Energieeffizienzklasse, andererseits entscheidet sich der Käufer für das billigste Mobilklimagerät, das oft mit nur sehr niedrigem Wirkungsgrad arbeitet. Leider gibt es in Deutschland keine Prüfpflicht für solche Geräte und nur eine Energielabelpflicht für den Hersteller. Italien ist uns da einen großen Schritt voraus.

KK: Kann sich denn der Verbraucher auf die Angaben der Hersteller über die Kälteleistung von mobilen Klimageräten verlassen?

Breidenbach: Ich schätze, dass bei nur etwa 40% der Geräte die Angaben stimmen. Oft fehlt es an der genauen internationalen bzw. normgerechten Kennzeich-

Breidenbach: Am Beispiel von Kühlmöbeln lässt sich das Dilemma des Planers am besten darstellen: Vom Investor bekommt er einen oftmals sehr engen Kostenrahmen gesetzt. Für dieses Geld muss der Komponentenhersteller Kühlmöbel bauen. Dies führt beispielsweise zu sehr knapp bemessenen Verdampfern, die wiederum zu höheren Betriebskosten führen. Technisch ist die Branche durchaus in der Lage, energiesparende Kühlmöbel zu bauen, z. B. mit großzügig bemessenen Verdampferflächen, großen Lamellenabständen und kleinem ΔT , bei gleicher Verdampferleistung. Jedes Kelvin geringere Temperaturdifferenz am Verdichter bringt etwa 5% Energieeinsparung. Im Grunde genommen kann man in der Kältetechnik mit geringem finanziellem Aufwand viel Energie einsparen. Das passt aber nicht zur Strategie der meisten Lebensmittelketten. Diese schreiben ihre Supermärkte heute innerhalb von drei Jahren ab. Da lohnen sich natürlich keine Energiesparmaßnahmen. Um es provokant zu sagen: Wir haben die Technik für energieeffiziente Kälteanlagen, aber der Investor lässt uns meist nicht bauen.

Schrempf: Ich stimme Herrn Breidenbach voll und ganz zu. Die Hersteller bieten



Bernhard Schrempf (links) „In Supermärkten wird am wenigsten auf den Energieverbrauch geachtet“. Marcus Breidenbach (rechts) „Die Verkettung von Aufrundungen und Angstzuschlägen führt zu überdimensionierten Kältemaschinen.“

miert. Der Trend zur Modulbauweise, aber auch die mangelnden Kenntnisse über die Zusammenhänge, Arbeitsweise und den späteren Einsatz im Betrieb der Kälteanlagen leistet dieser Art von Überdimensionierung natürlich Vorschub. Zu klein ausgelegte Kältemaschinen findet man eher selten.

KK: In welchen Bereichen der Kältetechnik wird durch den Einsatz von ineffizienten Geräten oder Anlagenkonstellationen die meiste Energie verschwendet?

Schrempf: Bei Supermärkten wird sicherlich am wenigsten auf den Energieverbrauch geachtet. Das liegt u. a. daran, dass

nung, z. B. sind Geräte mit Kälteleistungsangaben in BTU (British Thermal Unit, Anmerkung der Redaktion) auf dem Markt. Das täuscht eine höhere Kälteleistung als die Angabe in kW vor, die sich gut anhören, aber niemand kann sich darunter etwas vorstellen. Ganz abgesehen davon sind BTU-Angaben bei uns gar nicht zulässig. Der Endverbraucher täte deshalb besser daran, mobile Klimageräte beim Fachhandel und nicht in Märkten zu kaufen.

KK: Kommen wir zurück zur Gewerbekälte. Wo liegen deren Schwachstellen? Was führt zu ineffizienten Anlagen?



Marcus Breidenbach: „Jedes Kelvin geringere Temperaturdifferenz am Verdichter bringt etwa 5% Energieeinsparung.“

heute exzellente Regelungsgeräte für Kälteanlagen an und wir könnten elektronisch geregelte Expansionsventile einsetzen, aber der Investor im Bereich der Lebensmittel-Supermärkte sieht nur seinen Drei-Jahres-Zeitraum.

KK: Es ist sicher richtig, dass genügend Komponenten für den Bau energiesparender Kälteanlagen am Markt sind. Die Frage ist nur, werden sie auch intelligent miteinander verknüpft? Sind auch periphere Anlagen wie Heizungs-, Lüftungs- und

Klimaanlagen richtig eingebunden oder arbeiten sie womöglich gegeneinander?

Breidenbach: Das Problem der gewerkeübergreifenden Verknüpfungen haben wir immer wieder. Um Energieeinsparpotenziale wirklich ausschöpfen zu können, muss man sich künftig viel intensiver um das Zusammenspiel der Gewerke kümmern.

KK: Sie nannten eingangs das große Einsparpotenzial bei Klimakälte-Anlagen. Welche Schwachstellen sind Ihnen aufgefallen?

Schrempf: Eine typische Schwachstelle von Kaltwassersystemen sind lange Rohrleitungen und nicht ausreichende Rohrdämmungen. Oft wird nicht beachtet, dass die Dämmungen altern und jährlich rund drei bis fünf Prozent an Dämmwert verlieren. Mit Hilfe spezieller Thermographiekameras lassen sich solche Alterungsprozesse und natürlich auch Mängel in der Wärmedämmung aufdecken.

Breidenbach: Prinzipiell wird durch den Übergang auf Sekundärkreisläufe Energie vernichtet, also immer wenn von direktexpandierenden oder überfluteten Systemen auf Sekundärsysteme mit Wasser, Glykol oder anderen Medien als Kälte- oder Wärmeträger übergegangen wird.

Ein anderes Problem sind die tieferen Verdampfungstemperaturen, bei Sekundärkreisläufen bzw. die hohen Verflüssigungstemperaturen bei der Kälteerzeugung. Je höher der Temperaturhub für den Kältemittelverdichter, desto größer der Kraftaufwand. Manche Kälteanlagenbauer lassen sich leider nicht davon abbringen, bestimmte Verflüssigungstemperaturen durch frequenzgesteuerte Ventilatoren konstant höher zu halten als erforderlich, obwohl noch Spielraum für eine stärkere Temperaturabsenkung wäre. Das gilt insbesondere für Kälteanlagen, die das ganze Jahr in Betrieb sind. Wir sollten uns deshalb auch wieder auf alte Tugenden besinnen und

ganzjährig betriebene Kälteanlagen nicht nur auf den Sommerbetrieb optimieren, sondern auch auf den Teillastbetrieb in der Übergangszeit und im Winter. Leider wird dafür vom Betreiber meist zuwenig Zeit und finanzielle Mittel zur Verfügung gestellt. In der industriellen Kälteerzeugung, z.B. der Lebensmittelindustrie, ist man da umsichtiger und sensibler. Da werden die Anlagen mehrfach im Jahr den Bedingungen angepasst und damit der Energieverbrauch verringert.

KK: Kaltwasser-Umwälzpumpen und Kaltwassernetze entpuppen sich oft als Energievernichter par excellence. Woran liegt das?

Breidenbach: Für die Kälteerzeugung und die Montage von Kaltwassersystemen sind meist unterschiedliche Gewerke zuständig, die häufig die Probleme des anderen Gewerks nicht kennen. Oft finden keine Abstimmungen statt, beispielsweise darü-

ber, welche Volumenströme der Verdampfer der Kältemaschine benötigt. In den seltensten Fällen wird die Kaltwasser-Umwälzpumpe exakt nach den Bedürfnissen der Kältemaschine ausgelegt. Das Problem setzt sich fort beim Pufferspeicher, bei der falschen Anwendung der hydraulischen Weiche und dem hydraulischen Abgleich der Primär- und Sekundärkreisläufe. In der Regel werden Kaltwassersysteme auf Vollast optimiert, obwohl sie zu 90% des Jahres bei Teillast arbeiten.

KK: Noch immer werden standardmäßig 6/12°C Kaltwassernetze geplant und realisiert. Ist das noch zeitgemäß?

Breidenbach: Planer und Kälteanlagenbauer kommen nicht umhin, den Kälteerzeuger stärker nach dem Einsatzort und den späteren Einsatzgrenzen und dem Verteilsystem auszuwählen. Nicht immer ist die Auslegung auf 6/12°C Kaltwassertemperatur sinnvoll und angebracht. Hier ist der Planer gefordert, das im Vorfeld herauszufinden.

Schrempf: Leider bietet der Markt oft nicht mehr die gewünschte Leistungsabstufung. Wir haben es immer häufiger mit standardisierter Katalogware zu tun, die meist keine Anpassungen an unterschiedliche Kaltwassersertemperaturen zulässt. Nur noch wenige Kältefirmen sind in der Lage, individuell ausgelegte Kaltwassersätze zu bauen.

KK: Welche Maßnahmen empfehlen Sie, um bei einer Kälteanlage kurzfristig Energie einzusparen?

Breidenbach: Am einfachsten ist es, das ΔT , also den Unterschied zwischen Verdampfungstemperatur (T_0) und Verflüssigungstemperatur (T_C) so klein wie möglich zu halten. Die Frage, ob FU-gesteuerte Verflüssigerlüfter eingesetzt werden oder nicht, muss von Fall zu Fall genau geklärt werden. Auf der anderen Seite sollte die Verdampfungstemperatur T_0 so hoch wie möglich angesetzt werden.

Schrempf: Im Idealfall werden Kältemaschinen mit elektronischen Expansionsventilen betrieben, besonders wenn Anlagen das ganze Jahr in Betrieb sind. Dadurch erreicht man ein optimales ΔT , da die Verflüssigertemperatur jeweils dem Temperaturniveau der Umgebungsluft angepasst werden kann. Was oft unterschätzt

wird ist die energiesparende Wirkung einer guten Wartung. Auch dadurch kann Energie eingespart werden, gerade bei Altanlagen im Klimabereich. Hier gibt es immer noch Anlagen, die vor sich hin arbeiten, obwohl gar keine Kälte gebraucht wird. Oft müssen nur Anlagenparameter oder Sollwerte verändert werden, um eine bessere Performance zu erhalten.

KK: Reichen denn die Kenntnisse der Kälteanlagenbauer aus, um hocheffiziente Anlagen zu bauen?

Breidenbach: Die Kenntnisse sind bei der Mehrzahl der Fachbetriebe sicher vorhanden. Oftmals werden aber die finanziellen Mittel nicht zur Verfügung gestellt, um die Kälteanlagen wirtschaftlicher zu gestalten bzw. zu optimieren.

Schrempf: Wir stellen insbesondere bei jüngeren Kälteanlagenbauern eine hohe Bereitschaft zu innovativen Lösungen fest, aber die Vertreter z. B. der Lebensmittelmärkte verlangen möglichst billige Anlagen. Dadurch werden die Freiheitsgrade bei der Systemauswahl enorm eingeschränkt.

KK: Wo werden die meisten Fehler gemacht? Bei Planung, Ausführung oder Betrieb?

Breidenbach: Bei der Planung von Kälteanlagen gibt es sicherlich noch vieles zu verbessern. Dann sehe ich ein hohes Einsparpotenzial beim Einregulieren und beim Inbetriebsetzen von Kälteanlagen. Bei der Ausführung sehe ich eine relativ geringe Fehlerquote, zumal ja nach den Plänen gearbeitet wird. Bei der Betriebsführung stellen wir schon seit einiger Zeit einen gewissen Wandel zu mehr Professionalität fest.

KK: Wirken die steigenden Energiekosten als Erziehungsmittel für Energiespar-Investitionen?

Breidenbach: Ja, ganz deutlich. Ein typisches Beispiel sind die Betreiber von Kühllhäusern. Da wirken sich Strompreiserhöhungen unmittelbar auf die Wirtschaftlichkeit aus. Diese Gruppe hat ein enormes Interesse an energiesparenden Maßnahmen. Was machbar und wirtschaftlich ist, wird dort auch umgesetzt.

Schrempf: Viele sind sich nicht bewusst, wie einfach man im Kältebereich Energie einsparen kann, allein z. B. durch die bereits angesprochenen höheren Verdampfungstemperaturen bzw. niedrigeren Verflüssigertemperaturen. Das ist einfache



Bernhard Schrempf: „Viele sind sich nicht bewusst, wie einfach man im Kältebereich Energie einsparen kann. Das ist einfache Physik, die da greift.“

Physik, die da greift. Wir sehen das bei der wiederkehrenden Prüfung von Kühlfahrzeugen. Baugleiche Fahrzeuge liegen da bei der Leistungsaufnahme oft um 100% auseinander. Die Ursachen sind häufig verschmutzte Verdampfer und Verflüssiger. Oft wird das erst bei sehr hohen Außentemperaturen registriert. Allein durch die regelmäßige Reinigung des Wärmeübertragers kann hier der Energieverbrauch gesenkt werden. Das kostet nicht viel.

KK: Ihre Botschaft an die Beteiligten, um künftig die Energieeffizienz von Kälteanlagen zu verbessern?

Breidenbach: Schon bei Planungsbeginn sollte die Kältefachfirma zu Rate gezogen werden. Auch sollte der Anlagenbauer direkt an den Betreiber oder Investor herantreten, um Vorschläge zur Einsparung von Energie zu unterbreiten, möglichst hinterlegt durch Wirtschaftlichkeitsberechnungen. Manches lässt sich auch durch Energieeinspar-Contracting verwirklichen. Hier hat die Kältebranche aber noch Nachholbedarf. Denkbar sind auch Betreibermodelle, d. h. der Kälteanlagenbauer betreibt die Kälteanlage in eigener Regie und verkauft die Kälte. Wichtig sind Vollwartungsverträge, die auch die Überprüfung der Prozesse zu den anderen Gewerken mit einschließen.

KK: Gibt es aktuelle Innovationen, die für den Bau von energieeffizienten Kälteanlagen wichtig sein könnten?

Breidenbach: Dazu zählt sicherlich z. B. der Quantum-Verdichter für Kälte-Klimaanlagen, der auf exzellente Leistungszahlen, gerade im Teillastbereich kommt. Insbesondere bei Anlagen mit überflutetem Betrieb weist er sehr gute Leistungszahlen auf.

Schrempf: Bei Anlagen mit hohem Teillastanteil sind z. B. elektronische Expansi-

onsventile sicherlich sinnvoll, insbesondere bei Prozessen mit schwankenden Kälteleistungen. Auch bei den Plattenwärmeübertragern hat sich durch neue Geometrien einiges getan, um das ΔT zu reduzieren. Natürlich hoffen wir weiter auf noch bessere Verdichter und vor allem auf bessere Kältemittel.

KK: Wie kann der Planer und Betreiber an Ihrem Spezialwissen partizipieren?

Schrempf: Ganz einfach, indem er mit den Experten beim TÜV SÜD zusammenarbeitet und uns um Rat fragt. Im günstigsten Fall werden wir vor Beginn der Planung hinzugezogen. Wir haben Kunden, die legen großen Wert auf unseren Sachverstand. Meistens sind das die Betreiber von Großanlagen. Leider kommen viele Betreiber von Kälteanlagen erst zu uns, wenn sie Probleme haben. ■

Zu den Personen

Bernhard Schrempf, Leiter Center of Competence für Kälte- und Klimatechnik, TÜV SÜD Industrie Service GmbH, München ist u. a. Obmann für CEN TC 182 und im Beirat der KK.

Marcus Breidenbach ist Referatsleiter Kältetechnik der TÜV SÜD Industrie Service GmbH, München.

Das Gespräch führte für die KK Wolfgang Schmid, freier Fachjournalist für Technische Gebäudeausrüstung, München.

Das Center of Competence für Kälte- und Klimatechnik der TÜV SÜD Industrie Service GmbH beschäftigt sich u. a. mit Käl-

te- und Klimaanlage bzw. -Komponenten mit einem breiten Angebot an Dienstleistungen. Dazu zählen:

- Prüf- und Zertifizierung von kälte- und klimatechnischen Produkten aller Art (auch Prototypen)
 - Leistungsnachweis nach Eurovent und DIN CERTCO
 - Prüfungen, Abnahmen und Überwachungen vor Ort nach BImSchV und Betriebssicherheitsverordnung
 - Forschungs-, Entwicklungs- und Grundlagenuntersuchungen
- In diesem Bereich sind am Standort München rund 20 Mitarbeiter beschäftigt.