

Die Heizung als Kühlgerät

Die Raumkühlung über freie Heizflächen ist in der Praxis in Europa kaum anzutreffen – ganz im Gegensatz zu Japan. Forscher arbeiten nun an Lösungen, um das brachliegende Kühlpotenzial konventioneller Heizanlagen im Bestand auch im kontinentaleuropäischen Sommer zu nutzen.

Text **Antonio Suárez**
Fotos **TU Dresden, Sanflex/Sanyou Seisakusho Co. Ltd., Kyoritsu Air Tech Inc.**
Übersetzungen **Yuka Tomura**

Die Idee besticht durch ihre Einfachheit. Sie ist so einleuchtend, dass man sich fragt, weshalb man nicht schon früher darauf gekommen ist. Die Rede ist vom Einsatz freier Heizflächen in Bestandsbauten für die Raumkühlung während der heißen Sommermonate. Statt Warmwasser durchströmt Kaltwasser die Heizkörper, wodurch die aufgeheizte Luft in Räumen ohne Klimaanlage auf ein behagliches Niveau abgesenkt werden kann. Diese Technik wird bereits seit Jahren in Japan mit Erfolg angewendet. Diverse Herstel-

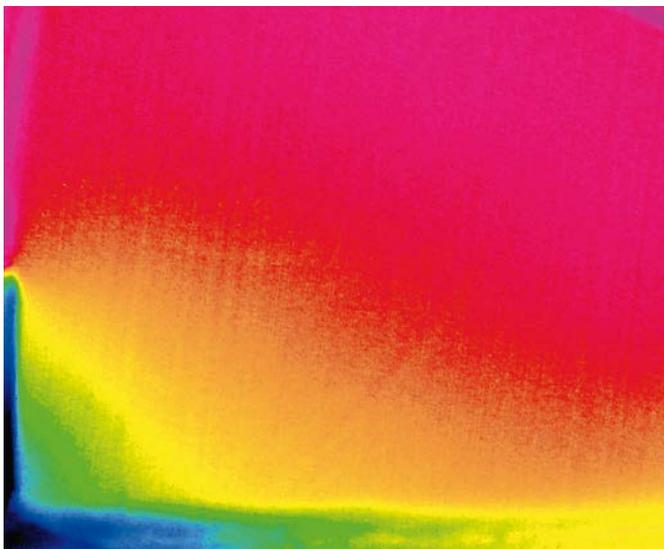
lerfirmen bieten entsprechende Standard-systeme an, die sich durch einen angenehm empfundenen Kühleffekt auszeichnen und im Vergleich zu schlecht gewarteten Vergleichssystemen mit Umluftfiltern eine bessere Raumluftqualität erzeugen. Ein Problem gibt es allerdings: Die Taupunktunterschreitung führt dazu, dass das Wasser in der Raumluft an den kühlen Heizoberflächen kondensiert. Doch auch dafür erdachten sich die japanischen Ingenieure eine pragmatische Lösung: In Auffangbehältern am unteren Ende der Heizkörper wird das Kondensat über Rohre abgeführt.

Anwendungsfall Japan

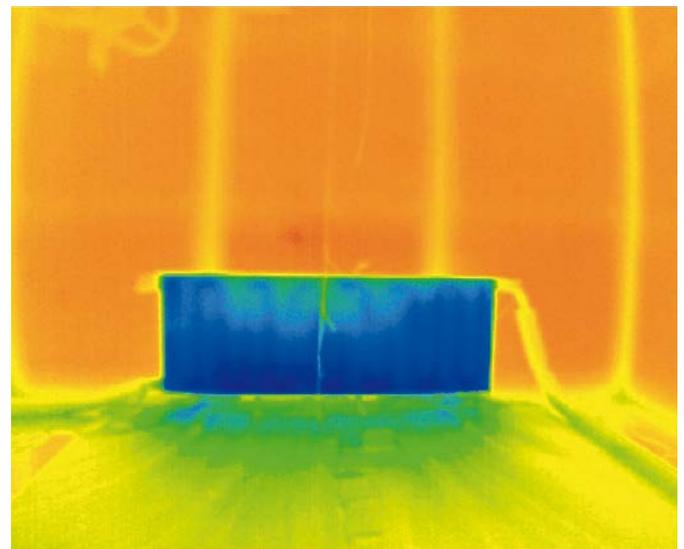
«Das Tauwasser sammelt sich auf der Oberfläche der freien Heizkörper, tropft dann herunter, wo es in einer Auffang-

rinne abgeführt wird. Innerhalb der Heizfläche erfolgt die Führung des Kühlmediums derart, dass eine vollflächige Durchströmung gewährleistet ist», erläutert André Kremonke die Funktionsweise. Der Wissenschaftler vom Institut für Energietechnik an der Technischen Universität Dresden forscht mit einer Projektgruppe seit Mitte letzten Jahres gezielt zum Thema. Das Forschungsprojekt wird vom deutschen Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und von Industriepartnern unterstützt.

«Die Kühltechnik wird in Japan seit vielen Jahren praktiziert», bestätigt Kremonke. «Doch werden die Räume dort nicht nur gekühlt, sondern auch entfeuchtet.» Dies sei auf die unterschiedlichen klimatischen Bedingungen zurückzuführen, ergänzt der Fachmann. Die Entfeuchtung



Wirkung eines Kühlkörpers (links) auf eine senkrecht zur Kühlfläche angeordnete vertikale Schnittebene im Raum (Thermografie).



Thermografieaufnahme eines diagonal durchströmten Kühlkörpers (Vorlauf links unten).

Quelle: TU Dresden, Institut für Energietechnik

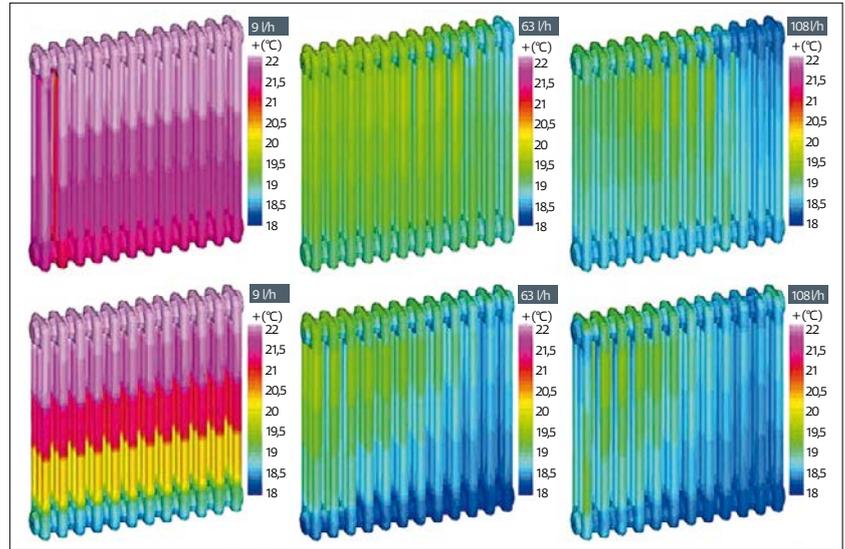
wirke sich dort vorteilhaft aus. Dadurch, dass die Heizkörper bis weit unter den Taupunkt der Raumlufttemperatur gekühlt würden, liesse sich die relative Feuchte der Raumluft auf eine wärmephysiologisch angenehme Grössenordnung reduzieren. Im Unterschied zum westpazifischen Inselstaat sei es in Europa nicht so feucht. Deshalb bestünde hier keine Notwendigkeit für eine Entfeuchtung, denn diese würde gegebenenfalls dazu führen, dass die Raumluft austrockne, womit die Behaglichkeit beeinträchtigt würde.

Taupunktunterschreitung

Der Taupunkt ist in Mittel- und Westeuropa generell niedriger als auf der japanischen Inselkette, wo besonders im Süden und Osten der Hauptinsel und auf den Südinselfn das Klima während der Taifunnsaison im Sommer regenreich und heissfeucht ist. Für den Anwendungsfall in Europa geht Kremonke davon aus, dass man über längere Zeit mit einer Vorlauftemperatur im Bereich von 15 Grad Celsius operieren könnte, ohne dass es zwangsläufig zur Taupunktunterschreitung kommt. «Es kann aber auch bei 15 Grad Situationen geben, in denen der Taupunkt unterschritten wird», gibt der Fachmann zu bedenken. «Das bedeutet für die praktische Anwendung, dass wir die Vorlauftemperatur bis zur Taupunktgrenze ausreizen. So könnte man in bestimmten Betriebsituationen zum Beispiel bis auf 12 Grad heruntergehen. Dies würde allerdings die Erfassung der Taupunkttemperatur für die Regelung der Vorlauftemperatur erfordern. Zudem bräuchte man eine nachgeschaltete Sicherheitsfunktion, falls es zu einem Tauwasserniederschlag kommt, damit der entsprechende Kühlkreis abgeschaltet bzw. die Vorlauftemperatur angehoben wird», ergänzt der promovierte Gebäudetechniker.

Auch in Europa realisierbar

Im europäischen Raum sei die Kühlung über freie Heizflächen weitestgehend unbekannt, bemerkt Kremonke. Und dies, obschon für die sommerliche Raumkühlung die Nutzung einer ohnehin benötigten Heizungsanlage im Hinblick auf die Investitions- und Betriebskosten eine interessante Lösung darstelle. Bisher seien solche Lösungen jedoch auf Ablehnung und Skepsis bei Planern gestossen, wobei auf die vergleichsweise geringe Kühlleistung und die Gefahr der Kondensatbildung verwiesen werde. Dennoch sei die



Oberflächentemperaturen eines Röhrenradiators im Kühlfall: Variation von Anschlussart und Durchflussmenge. Die Erhöhung des Massestroms und die Wahl günstiger Anschlusssituationen tragen zu einer deutlich besseren Kühlung der Heizfläche bei.

Kühlung über freie Heizflächen auch in Europa eine ernst zu nehmende Alternative, insbesondere bei modernen Heizungsanlagen mit niedrigeren Betriebstemperaturen und dementsprechend grösseren Heizflächen, ist der Experte überzeugt. Denn die Berechnungen zeigten, dass sich trotz der geringen Kühlleistungen deutlich geringere Raumlufttemperaturen einstellen. Die Erfahrung zeige zudem, dass bei hohem Temperaturniveau selbst kleine Verbesserungen der thermischen Behaglichkeit von Raumnutzern als sehr angenehm empfunden würden.

In Europa wurden einige wenige Vorstudien durchgeführt. Ausgehend von diesen Voruntersuchungen konnten die Fachkollegen von Kremonke an der TU Dresden die theoretischen Untersuchungen mit detaillierten Simulationen inzwischen abschliessen. Jetzt legen die Forscher den Schwerpunkt auf die Bewertung der Praxiswirksamkeit. Fünf konkrete Untersuchungsobjekte mit unterschiedlichen Fragestellungen und unter Einbezug verschiedener Kälteversorgungssysteme werden dabei analysiert.

Erhöhter Kühlbedarf

«Das Thema Kühlen über freie Heizflächen ist insbesondere dadurch in den Vordergrund getreten, weil es oft an Kühlalternativen fehlt, beispielsweise in Bestandsgebäuden, wo man auf Nachrüstlösungen zurückgreifen müsste oder diese schlicht nicht realisierbar sind», begründet Kremonke das gestiegene Forschungsinteresse. Der erhöhte Bedarf nach solchen alternativen Kühltechniken hänge jedoch auch mit der stärkeren Ausprägung der sommerlichen Hitzeeinseln im innerstädtischen Bereich zusammen. «Heisse Som-

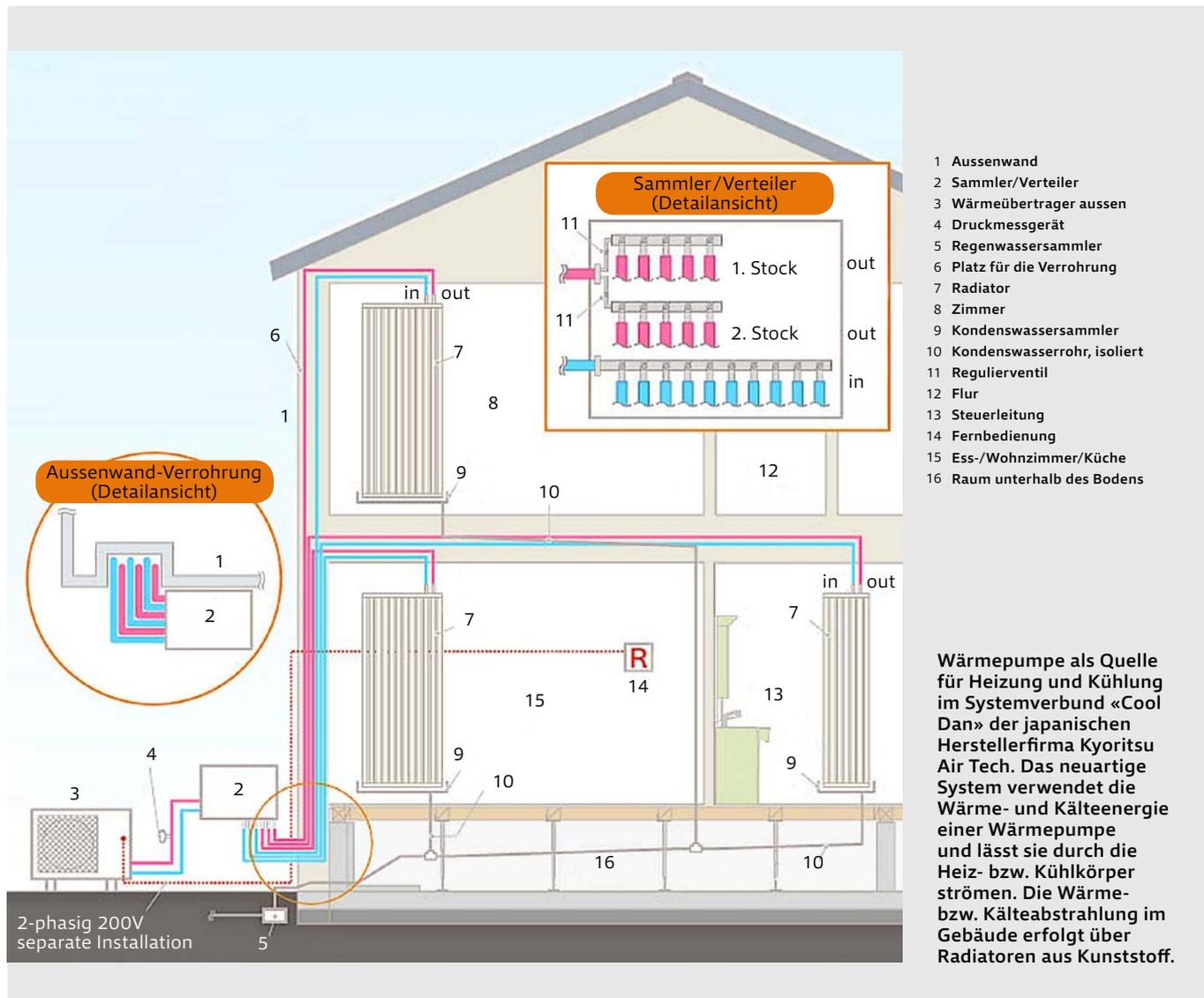
mer treten in immer kürzeren Abständen auf», so Kremonke. Doch hinzu kommt ein weiterer Aspekt: «Das Komfortbedürfnis der Raumnutzer ist gestiegen. Damit ergeben sich auch erhöhte Anforderungen an die Raumtemperatur.»

Ausbildung von Kaltluftseen

Kremonke richtet seine wissenschaftliche Aufmerksamkeit insbesondere auf zwei Problemfelder: die reduzierte Leistung und die Ausbildung von Kaltluftseen. «Die Kühlleistung von Heizflächen kann man grundsätzlich ähnlich berechnen wie die Heizleistung», stellt der Fachmann klar. «Wenn man die Temperaturdifferenz entsprechend ansetzt, kommt man sehr schnell zum Ergebnis, dass die Kühlleistung deutlich niedriger ist als die Heizleistung. Dies liegt ganz einfach daran, dass die Temperaturdifferenz zur Raumluft viel geringer ist als im Heizungsfall.»

Beim Kühlen über Heizflächen tritt zudem ein spezieller Effekt in Erscheinung: der Kaltluftsee. Kremonke erklärt: «Bei einer Heizfläche verfügt man über einen relativ hohen konvektiven Anteil. Dies führt dazu, dass sich die Luft über der Heizfläche abkühlt und nach unten fällt. Die Luft steigt nicht wie im Heizungsfall nach oben, sondern fällt auf den Boden und bildet dort einen Kaltluftsee aus.»

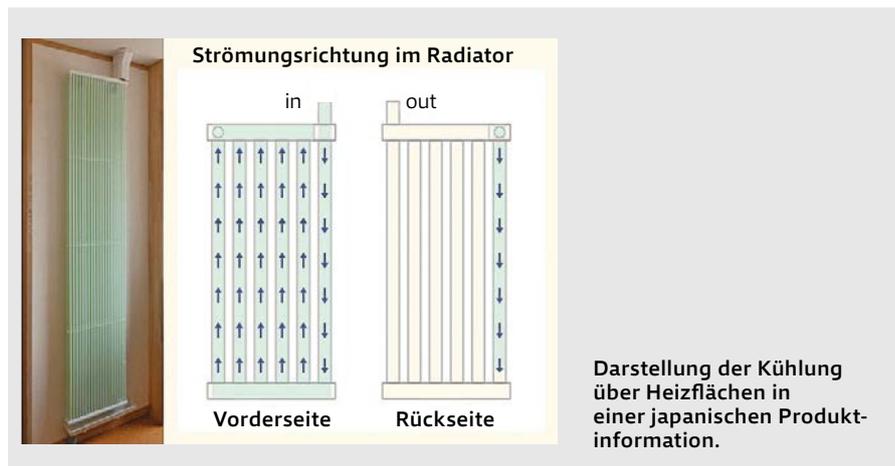
Dieser, so führt der Experte weiter aus, habe jedoch einen Vorteil: «Da sich die Wärmequellen in der Regel genau in diesem Kaltluftsee befinden, werden sie mit kühlerer Luft umgeben.» Typische Wärmequellen in einem Raum sind Personen oder elektrische Geräte. Kremonke schränkt jedoch ein, dass dieser Effekt lokal begrenzt auftritt und daher mit herkömmlichen Methoden nur schlecht



quantifizierbar sei. Die Ausbildung von Kaltluftseen in Innenräumen müsse zudem nach Massgabe der thermischen Behaglichkeit bewertet werden, betont der Fachmann. «Bewertungskriterium hierfür ist der Lufttemperaturgradient. Dahinter steckt die Tatsache, dass der Mensch auf kühlere Luft besonders empfindlich reagiert.»

Entladung von Speicherwärme

Von der Kaltwasserkühlung mittels Heizungsradiatoren erhofft sich André Kremonke einen weiteren Effekt, der bei der Bewertung der Anlagen und Rückmeldungen aus der Praxis festgestellt werden konnte. «Gebäude», so der Fachmann, «werden heute immer besser gedämmt. Hier kann es zum Problem kommen, dass die Wärmegewinne im Innern des Gebäudes nur schlecht wieder nach aussen abgeführt werden. Die in einem Gebäude vorhandenen Speichermassen heizen sich gerade bei länger anhaltenden Witterungsperioden immer mehr auf. Dieser Aufschaukelungseffekt führt dazu, dass



sich sehr hohe Raumtemperaturen einstellen, wodurch sich die Gebäude nur sehr schlecht regenerieren lassen.»

Hier sehen Kremonke und sein Team einen Ansatzpunkt, um die Speichermassen wieder zu entladen. «Freie Heizflächen sind in der Regel im Bereich der Aussenwände angeordnet. Und gerade hier tritt

das Problem auf. Die freien Heizflächen könnten also dazu verwendet werden, die Wärme aus den Aussenwänden zu entziehen. Weil diese Heizflächen eine geringe Kühlleistung haben, gehen wir davon aus, dass ein durchgehender Betrieb über eine längere Zeit erforderlich ist, um diese Speichermassen zu entladen.»



Unterschiedliche Anwendungsbeispiele von Heiz-/Kühlradialatorsystemen eines japanischen Herstellers.



Anpassungen für den Nachrüstfall

Was muss man bei einer Warmwasserzentralheizung technisch verändern, damit sie auch für die Kühlung im Sommer eingesetzt werden kann? In einem Neubau sei dies technisch problemlos möglich, antwortet Kremonke. Bei Heizungsanlagen im Bestand jedoch müsse man bedenken, dass bei der Planung und Installation nicht an die Kühlanwendung gedacht worden sei. Deshalb bestünde hier tatsächlich ein Problem mit den Anschlüssen. «Beim thermischen Anschluss strömt das Warmwasser von oben in die Heizfläche hinein und über den Rücklauf unten heraus. Wenn wir im Kühlungsfall das Wasser von oben in die Heizfläche einlaufen lassen würden, dann würde das kalte Wasser durch Schwerkrafteinwirkung im vorderen Bereich der Heizflächen nach unten fallen und über den Rücklauf wieder herausströmen, ohne dass die Heizfläche ganzflächig durchströmt wird. Das kann man teilweise dadurch kompensieren, indem man den Durchfluss erhöht.» Erste Abschätzungen diesbezüglich veranlassen Kremonke zur Aussage, dass der Auslegungsmassestrom eigentlich ausreichen sollte, um die Heizfläche ganzflächig zu durchströmen. Besser wäre es, wenn man die Strömung umkehren könnte, also das Kühlwasser im unteren Bereich einströmen würde. Dies wäre, so Kremonke, der bevorzugte Anwendungsfall für den Kühlbetrieb.

Eine weitere Halbproblematik sieht Kremonke bei den Thermostaten: «Ein Thermostatventil besteht aus zwei Komponenten: dem eigentlichen Ventil und dem abnehmbaren Thermostataufsatz. Letzterer hat die Eigenschaft, bei zu hohen Raumtemperaturen zu schliessen. Dieser Schliessvorgang setzt häufig bei 26 Grad Celsius ein. Dies kann im Sommer dazu führen, dass das Ventil bei hohen

Raumtemperaturen anfängt zu schliessen, obwohl es sich eigentlich öffnen sollte. Die Regelung müsste folglich umgekehrt werden.» Anders verhält es sich bei elektronischen Reglern: Hier sei dies kein Problem, denn da könne man die Regelung einfach umschalten.

Temperierung statt Regelung

Kremonke gibt zu, dass die Quantifizierung der Kühlleistung von Kaltwasserkühlung über Heizanlagen schwierig zu ermitteln ist. Doch er geht davon aus, dass man gegenüber dem ungekühlten Fall eine Verbesserung der Situation mit geringen Kosten erreichen kann. Denn der Verzicht auf die Lufttrocknung durch Taupunktunterschreitung erlaubt ein relativ hohes Temperaturniveau des Kühlmediums und damit die Möglichkeit der Nutzung einer preiswerten Kältebereitstellung. «Wir werden nicht damit argumentieren, dass wir praktisch beliebige Raumluftzustände erreichen können. Dazu ist das System nicht geeignet. Das muss man ganz klar sagen», gesteht der Gebäudetechniker. «Aus meiner Sicht wäre die Bewerbung des Systems auf dieser Grundlage kontraproduktiv.» Statt von einer Regelung der Raumtemperatur spricht Kremonke deshalb auch bevorzugt von einer Temperierung: «Wir wollen die thermischen Verhältnisse im Raum bezüglich der Behaglichkeit deutlich besser gestalten als im ungekühlten Fall. Das ist die Kernaussage», unterstreicht der Experte.

Kombination mit Wärmepumpe

André Kremonke zeigt sich bezüglich der Marktchancen der Kühltechnik sehr optimistisch. In der Anwendung sieht er keine Einschränkungen. Das einzige, was noch fehle, sei der Nachweis, dass das System praktisch funktioniere. Man dürfe jedoch keine überzogenen Erwartungshaltungen fördern, sondern müsse ehrlich mit dem Potenzial umgehen. Ein vielversprechendes Anwendungspotenzial sieht der Gebäudetechnikfachmann in Kombination mit Wärmepumpensystemen, insbesondere dann, wenn als Wärmesenke Erdreich oder Grundwasser genutzt wird. «Diese Wasserwärmepumpen sind besonders effizient in der Kältebereitstellung, weil der Strombedarf wirklich nur für die Solepumpe benötigt wird. In diesem Bereich setzen sich die Systeme mit Flächenkühlung ja auch immer mehr durch.»

Der Optimismus Kremonkes ist nicht unbegründet. Das Interesse der Industrie ist jedenfalls vorhanden. Am Projekt ist der Heizsystemhersteller Kerma aus Bayern beteiligt. Weitere Praxispartner sind der thüringische Energieversorger Ohre Energie und der Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement, der als Eigentümer aller sächsischen Staatsimmobilien ein Interesse daran hat, seine Gebäude auch im Sommer effizient zu kühlen, um damit das Arbeitsklima für die Beschäftigten zu verbessern. ▲