

■ Immer einen kühlen Kopf bewahren

Große Glasfronten machen moderne Gebäude im Sommer zu Hitzefallen. Klimaanlage und Kühldecken sorgen hier für die dringend nötige Abkühlung.

1) Laut Studien sind Temperaturen von 23 °C optimal, bei 28 °C sinkt die Leistungsfähigkeit um 20 %, bei 33 °C sogar um 50 %.

2) Geräte der Energieeffizienzklasse A erzeugen aus 1 kW elektrischer Leistung eine Kälteleistung von mindestens 3,2 kW. Bei Geräten der Klasse C liegt die erzeugte Kälteleistung nur zwischen 2,8 und 3 kW.

In südlichen Ländern gehören Klimaanlagen an den Häuserfassaden praktisch zum Landschaftsbild. Sollten die Sommer in Mitteleuropa noch heißer werden, dürften die Kühlsysteme auch hier Einzug in den Alltag halten. Vor allem moderne Bürogebäude mit großen Fensterfronten mutieren zu Hitzefallen und sorgen dafür, dass die Konzentration der dort Beschäftigten rapide sinkt.¹⁾ Grund genug, Kühlanlagen zu entwickeln, die energiesparend für ein angenehmes Raumklima sorgen.

Herkömmliche Klimaanlagen funktionieren prinzipiell wie eine Kältemaschine. Diese setzt einen thermodynamischen Kreisprozess um, bei dem die Verdampfungswärme beim Übergang des Kühlmittels vom flüssigen in den gasförmigen Zustand entscheidend ist.

Die weit verbreiteten Split-Klimaanlagen bestehen aus einem Innen- und Außengerät, die über isolierte Kupferrohre, in denen das Kühlmittel zirkuliert, verbunden sind. Dank der räumlichen Trennung befindet sich der lärmende Kompressor im Außengerät. Ein zentrales Element im Innengerät ist der Luft-Wärmetauscher: Wird mithilfe eines Ventilators die warme Raumluft über ihn geführt, entzieht das in ihm fließende Kühlmittel der Luft die Wärme und verdampft dabei. Der Kompressor im Außengerät saugt das dampfförmige Kühlmittel an und verdichtet es (Abb. unten).



Kühldecken verstecken sich oftmals unter abgehängten Decken oder Panels

und kühlen daher ganz unsichtbar das darunter liegende Zimmer.

Saint-Gobain Rigips

Infolge des höheren Drucks steigt die Temperatur des Kühlmittels, das zum Außenluft-Wärmeaustauscher gelangt und sich dort unter Abgabe der aufgenommenen Wärme verflüssigt. Den hohen Druck, unter dem die Flüssigkeit steht, baut ein thermostatisches Expansionsventil ab. Der Kühlkreislauf beginnt erneut.

Um eine Klimaanlage korrekt zu dimensionieren, muss die zu meisterrnde Kühllast bekannt sein. Das ist diejenige Wärmemenge, die aus einem Raum konvektiv abzuführen ist, um eine bestimmte Temperatur zu erreichen und zu halten. Für einen 40 Quadratmeter großen Wohnraum fällt eine Kühllast von gut 2400 Watt an. Lampen, elektronische Geräte und Südfenster können diesen Wert jedoch deutlich erhöhen: Zeigt z. B. ein zwei Quadratmeter großes Fenster nach Süden statt nach Norden, erhöht sich der Richtwert um etwa 500 W!

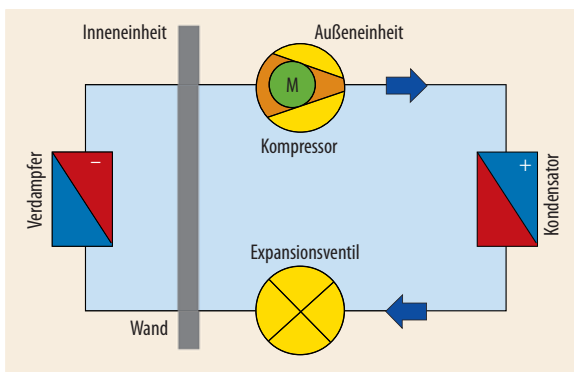
Energiesparende Inverter

Herkömmliche Split-Anlagen verbrauchen sehr viel Strom, da die Frequenz der Stromquelle (50 Hz) die Drehzahl des Kompressors bestimmt und dieser nur in zwei Arbeitszuständen läuft: entweder unter Vollast, bei der der Kompressor

mit konstanter Geschwindigkeit läuft, oder im Stillstand.

Für energiesparende Klimaanlagen wurde die Inverter-Technologie entwickelt. Diese regelt die Drehzahl der Kompressoren elektronisch, indem die Frequenz bzw. die Eingangsspannung verändert wird. Dadurch läuft der Kompressor mit höherer Geschwindigkeit, wenn stärkeres Kühlen erforderlich ist, und verlangsamt sich, sobald die gewünschte Temperatur erreicht ist. Die Frequenz variiert dabei zwischen 15 und 120 Hz. Diese sanftere und an das Raumklima angepasste Kühlung minimiert auch unangenehme Temperaturschwankungen.

Im Vergleich zu alten Geräten benötigen die Inverter-Systeme etwa 10 bis 15 % weniger Energie und werden aufgrund des verbesserten Wirkungsgrads mit der Energieklasse A zertifiziert.²⁾ Nichtsdestotrotz verbraucht eine 2,5 kW starke Inverter-Klimaanlage pro Stunde fast soviel Strom wie eine Kühl-Gefrier-Kombination an einem ganzen Tag! Das erklärt, wieso die Stromnetze südlicher Länder oder auch der USA im Sommer extremen Belastungen ausgesetzt sind oder gar zusammen brechen, wenn Millionen Menschen ihre teils veralteten Klimaanlagen laufen lassen.



Split-Klimaanlagen arbeiten mit Kompressionsprozessen.

Decken für die Kühlung

Eine Alternative zu Klimaanlage sind Kühldecken, die als passiv kühlende und unter der Decke montierte Systeme die Wärmestrahlung aus der Umgebung aufnehmen und über einen internen Wasserkreislauf abführen. Das Herzstück der Kühldecken sind geschlossene Rohrleitungssysteme, die in parallelen, engen Schleifen angeordnet sind. Durch die bis zu 15 mm dicken Kupferrohre fließt 16 bis 18 °C kühles Wasser. Diese Rohrsysteme (sog. Register) sind mit Wärmetauscherelementen – z. B. Deckenplatten aus Gips – verbunden. Dank ihrer großen Oberfläche entziehen Kühldecken dem Raum Wärme, die das in den Registern zirkulierende Wasser abführt. In Abwärmepumpen kühlt das erwärmte Wasser wieder ab.

Mit solchen Systemen auf Gipsplatten-Basis lassen sich Kühllasten bis maximal 60 W/m² bewältigen. Steigen allerdings die Kühllansprüche, stoßen diese Systeme an ihre Grenzen. Denn die Leistung der Kühldecken hängt nicht nur von der Deckengröße, der Raum- und Wassertemperatur ab, sondern auch von der Wärmeleitfähigkeit der Deckenelemente, die bei Gips mit etwa 0,2 W/(K · m) relativ klein ist.

Graphit und Wachs für gutes Klima

Um Gipsplatten als Wärmetauschermaterial auch in Räumen mit hohen Kühllansprüchen einzusetzen, werden sie mit expandiertem Graphit modifiziert. Graphit besitzt eine sehr gute thermische Wärmeleitfähigkeit. Die Kohlenstoffatome

sind darin in einem hexagonalen Kristallgitter in parallel zueinander verlaufenden Schichten angeordnet. Diese Schuppen blättern im Expansionsprozess auf und vergrößern so ihr Volumen um das bis zu Vierhundertfache. Das so gewonnene Granulat wird der Gipsmasse beigemischt und zu ClimafitTM-Gipsplatten verarbeitet, die mit Wärmeleitfähigkeiten von mehr als 0,52 W/(K · m) aufwarten. Damit lassen sich Kühlleistungen von bis zu 80 W/m² verwirklichen – verglichen mit reinen Gipsplatten eine Steigerung von rund 30 %. Die Kühlleistung einer 40 Quadratmeter großen Kühldecke entspricht somit einer mittelstarken Split-Klimaanlage. Zudem arbeitet sie geräuschlos und ohne den störenden Luftzug, wie er bei Klimaanlage entsteht.

Eine andere Möglichkeit, das Raumklima zu verbessern, sind Latentwärmespeicher. Dafür nutzt man die Eigenschaft spezieller Materialien (Phase Change Materials, PCM), beim Schmelzvorgang Umgebungswärme aufzunehmen und in der flüssigen Phase zu speichern. Diese Materialien besitzen in einem engen Temperaturintervall eine Wärmespeicherkapazität, die mehr als doppelt so hoch ist wie die von klassischen Warmwasserspeichern. Bei Kühldecken kommen dafür u. a. Paraffinwachs zum Einsatz, die als mikroskopisch kleine Partikel in etwa 0,2 mm große Acrylgaskugeln eingeschlossen und in den Gipsplatten verteilt werden.

Diese spezielle Wachsmischung schmilzt nicht erst bei 60 °C, son-



Wikipedia

Dank der Kühlung von der Zimmerdecke könnten solche Häuseransichten bald der Vergangenheit angehören.

dern definiert eingestellt schon ab 23 °C. Beim Schmelzen nimmt das Paraffin die Umgebungswärme auf. Dieser Effekt lässt sich – ganz ohne Phasenübergang – auch bei dicken Steinmauern beobachten, die z. B. in alten Kirchen tagsüber als Wärmespeicher dienen und für ein angenehmeres Raumklima im Inneren sorgen. Dank der Leichtbauweise speichert eine etwa 15 mm dünne PCM-Gipsplatte allerdings ebenso viel Energie wie eine sechsmal dickere Betonwand.

Sinkt z. B. in der Nacht die Umgebungstemperatur, kühlen die Gipsplatten aus, wobei die PCM-Tröpfchen in den Kügelchen erstarren und die in ihnen gespeicherte Wärme wieder abgeben. Das System mit dem festen Paraffinwachs kann nun wieder Wärmeenergie speichern.

Und wenn im Sommer selbst die neuartigen Kühlsysteme nicht mehr für das richtige Arbeitsklima sorgen können, hilft vielleicht die Abkühlung durch ein leckeres Eis.

Katja Bammel

Dr. Katja Bammel,
science & more
redaktionsbüro,
kb@science-and-
more.de