

Ganzjährige Effizienz in Klimaanlage

Gebäude müssen für alle Jahreszeiten energetisch gewappnet sein

Gebäude müssen so geplant und ausgeführt werden, dass sich die Menschen darin wohlfühlen und gesund bleiben. Wesentliche Parameter hierbei sind gute Luftqualität und die thermische Behaglichkeit, also Temperatur und Feuchte sowohl im Winter als auch im Sommer. Effiziente Klima- und Lüftungsgeräte sind dabei der Schlüssel.

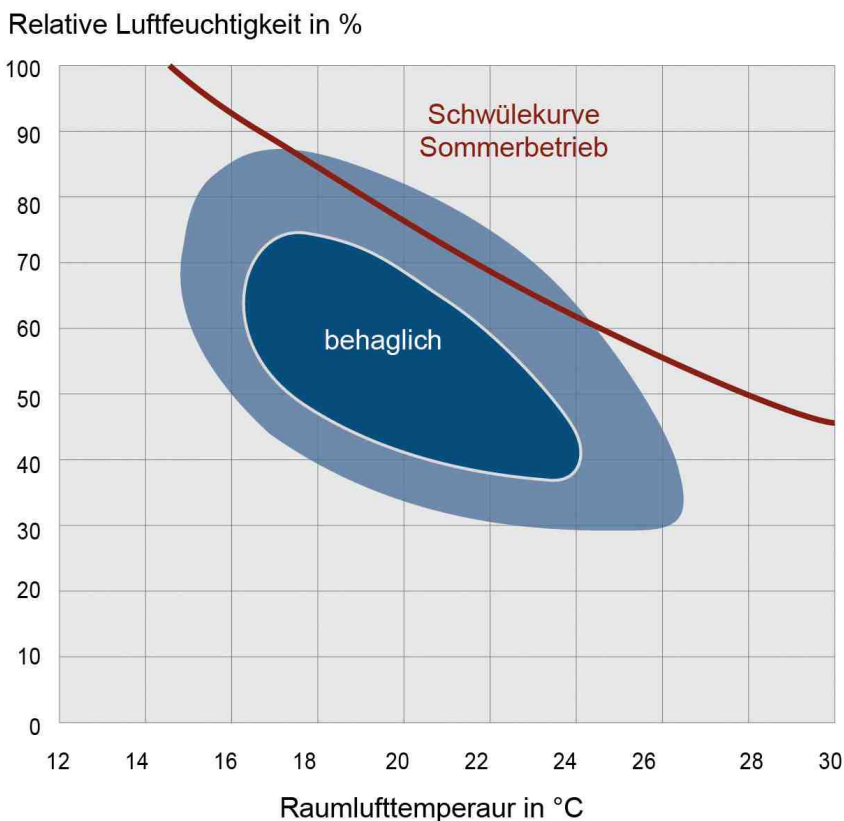


Bild 1: Kennfeld der Behaglichkeit in Abhängigkeit von Raumlufttemperatur und relativer Feuchte. Bild: FGK

Bisher werden die meisten Gebäude und deren Anlagentechnik nur für den Winterfall geplant, wobei grundsätzlich die Raumtemperatur berücksichtigt wird. Häufig wird auch ein Lüftungskonzept erstellt und damit der Nachweis einer ausreichenden Lüftung erbracht. Dies ist aber immer noch nicht Standard und auch nicht gesetzlich gefordert. Sommerliche Raumluftfeuchten und Temperaturen werden nur auf ausdrücklichen Wunsch der Bauherren analysiert und berechnet. Ein verbreiteter Irrtum besteht darin, dass die sommerlichen Raumkonditionen mit dem Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes abgehandelt seien. Bei diesem Nach-

weis jedoch wird nur geprüft, ob der Sonnenschutz und die Wärmedämmung auch sommerlichen Anforderungen genügen. Mit welchen Temperaturen und Raumluftfeuchtigkeiten im Sommer tatsächlich zu rechnen ist und ob sie im behaglichen Bereich bleiben, wird nicht ermittelt, obwohl sommerliche Hitze durchaus ein Problem ist. Sie verringert nicht nur die Arbeitsleistung und die Behaglichkeit, sie kann auch ernst zu nehmende gesundheitliche Folgen haben. Das Robert-Koch-Institut gibt für 2022 eine hitzebedingte Übersterblichkeit von rund 4.500 Fällen an [1]. Es ist also dringend notwendig, sommerliche

Witterungsbedingungen bei der Planung von Gebäuden und Anlagentechnik stärker zu beachten und nicht einfach zu ignorieren. Wichtige Größen für die Auslegung sind Temperatur und Luftfeuchte (Bild 1).

Ein guter sommerlicher Wärmeschutz ist in jedem Fall notwendig, um den Energieverbrauch für Klimaanlage möglichst gering zu halten und Zugluft weitestgehend zu vermeiden. Da passive Maßnahmen wie Nachtlüftung und Sonnenschutz vor allem in Dachgeschossen und städtischen Hitzeinseln schnell an ihre Grenzen geraten, sind zusätzliche technische Maßnahmen sinnvoll. Mit den passenden Systemen und bei richtiger Auslegung ist dies auch energetisch vertretbar.

SYSTEME UND GERÄTE FÜR DIE RAUMKÜHLUNG

Für die Raumkühlung stehen heute vielfältige Systeme und Prinzipien zur Verfügung, die sich für unterschiedliche Anwendungen und Nutzungen eignen. Im Folgenden werden beispielhaft Systeme für den Einsatz in Wohngebäuden und im kleinen gewerblichen Bereich vorgestellt und diskutiert.

Raumklimageräte

Bei Raumklimageräten in Split- und Multi-Split-Ausführung ist die Leistungsregelung mit Inverter inzwischen Standard. Durch diese verbesserten Regelkonzepte und nicht zuletzt durch die Anforderungen des EU-Energielabels sind die heute angebotenen Geräte hocheffiziente Kälteerzeuger. Gleichzeitig sind sie mit ihrer Wärmepumpenfunktion hervorragend dafür geeignet, effizient zu heizen, sodass die fossile Heizung zumindest in der Übergangszeit abgeschaltet werden kann. Die verwendeten Kältemittel (meist R32) unterliegen den Anforderungen der EU-F-Gas-Verordnung. Ihr GWP (global war-

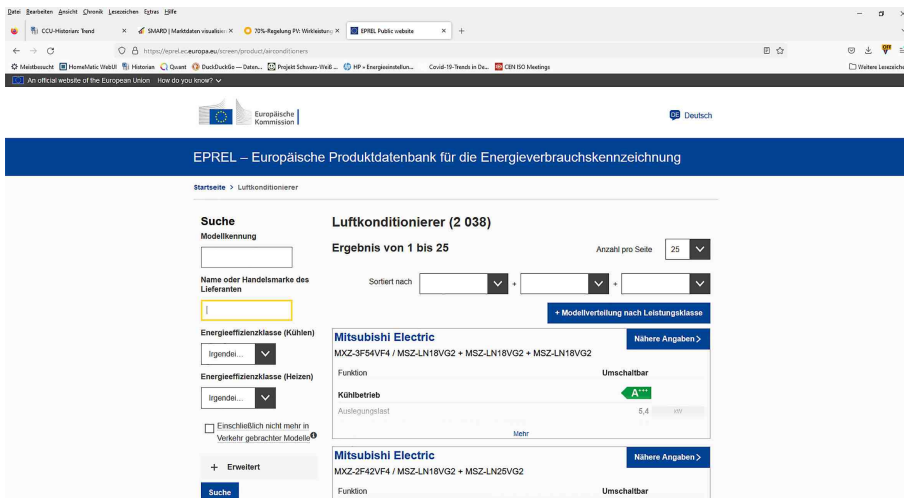


Bild 2: EPREL Datenbank und Energielabel.

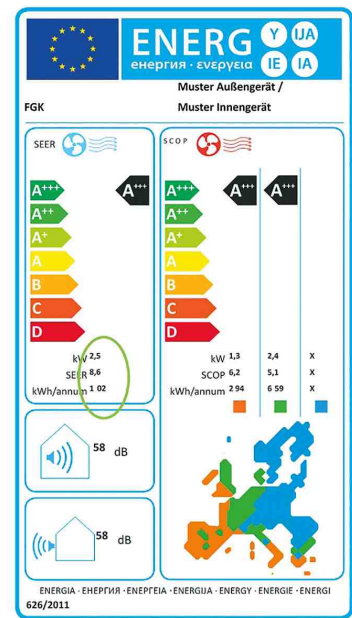


Bild: EPREL (Screenshot), FGK (Energielabel)

ming potential) beträgt nur noch 1/3 des GWP der in der Vergangenheit verwendeten Kältemittel. Außerdem muss immer wieder klargestellt werden, dass Klimageräte bei professioneller Installation und Wartung so gut wie kein Kältemittel verlieren (Leckagen unter 2 % pro Jahr). Das Kältemittel bleibt als Arbeitsmittel in der Maschine und kann am Ende sogar für die erneute Verwendung aufbereitet werden.

Energieeffiziente Geräte zu finden, ist einfach, da die technischen Daten aller Raumklimageräte bis 12 kW Kühlleistung in der EPREL Datenbank [2] der EU-Kommission gelistet sind (Bild 2). Effiziente Geräte haben Jahresarbeitszahlen (SEER – Seasonal Energy Efficiency Ratio) von über 8. Sie liegen also deutlich über den typischen Jahresarbeitszahlen für die Heizung (SCOP – Seasonal Coefficient of Power). Auch die Stiftung Warentest [4] bescheinigt den getesteten Split-Klimageräten renommiertes Hersteller eine gute Energieeffizienz. Zu dieser Kategorie gehören z. B. Geräte mit dem Qualitätssiegel Raumklimageräte [3].

Nicht jedem ist klar, dass die Erzeugung von Nutzkälte für die Raumkühlung meist effizienter ist als die Erzeugung von Nutzwärme für die Raumheizung. Es ist grundsätzlich zu überlegen, ob dieses Potenzial nicht auch für die Gebäudeauslegung genutzt werden sollte. Vor allem wenn man bedenkt, dass im Sommer mehr Photovoltaikstrom erzeugt wird als im Winter (Bild 3).

Wärmepumpen

Grundsätzlich ist jede Wärmepumpe (Bild 4) auch eine Kältemaschine und umgekehrt. Es ist nur die Frage, ob die Wärmesenke und/oder Wärmequelle genutzt wird und ob die Heiz- bzw. Kühlfunktion konstruktiv und regeltechnisch umgesetzt ist.

Wärmepumpen werden meist in Kombination mit Fußbodenheizungen installiert. Damit ist auch ein Kühlbetrieb möglich. Zu beachten ist, dass die jeweilige Raumluftfeuchtigkeit die Leistungsfähigkeit begrenzt, weil Kondensation im Boden und im Baukörper auf jeden Fall zu vermeiden

ist. Wärmepumpen können daher im Kühlbetrieb in schwülheißen Gegenden, z. B. in süddeutschen Flussniederungen, nicht allen Komfortansprüchen genügen, da sie die Luft nicht entfeuchten. Vorteilhaft ist, dass diese Systeme nahezu zugfrei arbeiten. Allerdings reagiert die Kühlung aufgrund der Speicherwirkung sehr träge. Deshalb muss die Kühlung in warmen Perioden rund um die Uhr betrieben werden.

Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen sind besonders energieeffizient. Das gilt auch für den Kühlbetrieb. Über einen langen Zeitraum – bis die große Hitze



Bild 3: Bei Raumklimageräten in Split- und Multi-Split-Ausführung ist die Leistungsregelung mit Inverter inzwischen Standard. Sie arbeiten hocheffizient. Bild: Bart Van Leuven/Daikin



Bild 4: Wärmepumpen werden meist in Kombination mit Fußbodenheizungen installiert. Damit ist auch ein Kühlbetrieb möglich. Bild: Vaillant



Bild 5: Bei multifunktionalen Lüftungsgeräten mit Kühlfunktion wird der für die Lüftung notwendige Luftvolumenstrom über die Wärmepumpe gekühlt. Bild: Stiebel Eltron

einsetzt und wenn es im Spätsommer wieder weniger heiß ist – kann mithilfe einer Sole- oder Wasserpumpe die regenerative „Erdkälte“ ohne Verdichterbetrieb genutzt werden. Erst an sehr heißen Sommertagen wird der Verdichter benötigt.

In der Energiekennzeichnung und im Energielabel ist die Effizienz von Wärmepumpen im Kühlfall nicht dokumentiert, daher lässt sie sich nicht so einfach vergleichen. Energieberater und Installateure können diese Systeme aber im Zusammenhang mit Effizienzberatungen oder dem Ausstellen von Energieausweisen, z. B. mithilfe der DIN V 18599 (Energetische Bewertung von Gebäuden) bewerten und Systemempfehlungen geben.

Lüftungsgeräte mit integrierter Wärmepumpe und/oder Kältemaschine

Immer häufiger werden multifunktionale Lüftungsgeräte angeboten, die mit Wärmepumpen und teilweise auch mit Kältemaschinen ausgerüstet sind (Bild 5). Sie sind ideale Energiezentralen für hochwertige, effiziente Wohnhäuser. Bei Geräten mit Kühlfunktion wird der für die Lüftung notwendige Luftvolumenstrom über die Wärmepumpe gekühlt, die erzeugte Wärme kann gleichzeitig das Trinkwasser erwärmen. Es ist also ein doppelter Nutzen möglich.

Vorteilhaft ist bei diesen Konzepten die mögliche Entfeuchtung der Zuluft und der damit verbundene zusätzliche Komfortgewinn in schwülwarmen Perioden. Sinnvoll ist es, diese Anlagen entsprechend dem Lüftungsbedarf auszulegen. Allerdings können damit aufgrund der begrenzten Luftvolumenströme nicht zu jeder Zeit alle Komfortansprüche befriedigt werden. Eine individuelle raumweise Regelung der Kühlung ist zudem sehr aufwendig und nur in größeren Systemen sinnvoll umzusetzen. Die Effizienz dieser multifunktionalen Systeme ist wie bei den Wärmepumpen etwas komplexer mit den oben vorgestellten Methoden zu bewerten.

ENERGETISCHE ASPEKTE DER KÜHLUNG

Leider gibt es sehr viele Missverständnisse bezüglich des Energiebedarfs für die Raumkühlung, weil die installierten elektrischen Leistungen der Geräte meist sehr hoch sind und oft der gesamte Energieverbrauch komplexer Klimaanlagen betrachtet wird. Bei diesen Anlagen wird

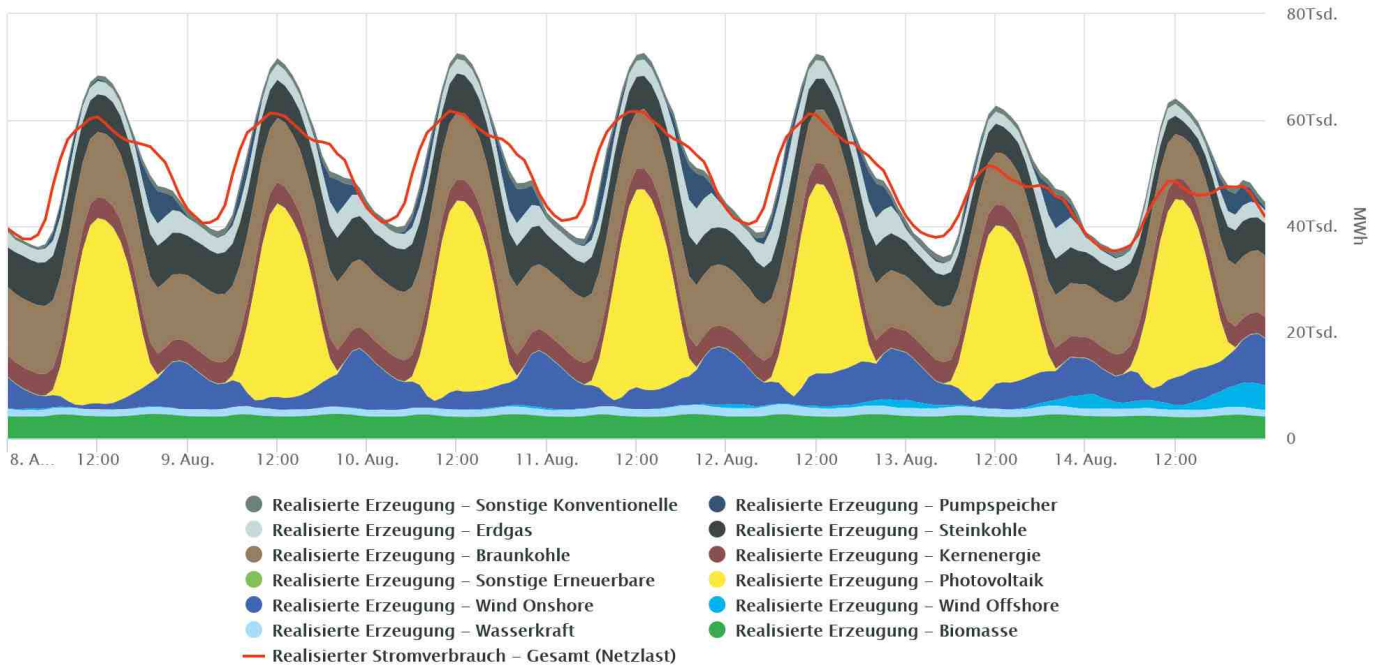


Bild 6: Stromerzeugung in Deutschland – Zeitraum vom 8. bis 14. August 2022 [5].

Bild: SMARD – Strommarktdaten www.smard.de

aber der Verbrauch für Heizung, Kühlung, Lüftung und ggf. auch Befeuchtung ausgewiesen. Auf den eigentlichen Kältebedarf entfallen bei typischen Bürogebäuden nur ca. 15 % davon. Die heute erhältlichen Geräte sind leistungsgeregelt, sodass sich die elektrische Leistung immer an den aktuellen Bedarf anpasst. Große elektrische Leistungen für die Raumkühlung werden vor allem dann gebraucht, wenn die solare Einstrahlung und damit die Stromerzeugung durch Photovoltaikanlagen ebenfalls hoch ist.

STROMERZEUGUNG UND KÜHLBEDARF IN GEBÄUDEN

In Bild 6 ist die Stromerzeugung in Deutschland im Zeitraum vom 8. bis 14. August 2022 dargestellt. Die gelbe Fläche zeigt die mit Photovoltaik erzeugten Strommengen unter den Randbedingungen der 2022 gültigen Einspeisebedingungen, also unter Berücksichtigung der netzbedingten Leistungsbegrenzungen bei größeren Anlagen. Wie in anderen sommerlichen Hitzeperioden bestand auch in dieser heißen Augustwoche genau dann ein Überangebot an Strom, wenn der Kühlbedarf in Gebäuden groß war. Die Nutzung regenerativer Energie, insbesondere von solar erzeugtem Strom, ist also im Zusammenhang mit der Gebäudekühlung besonders sinnvoll.

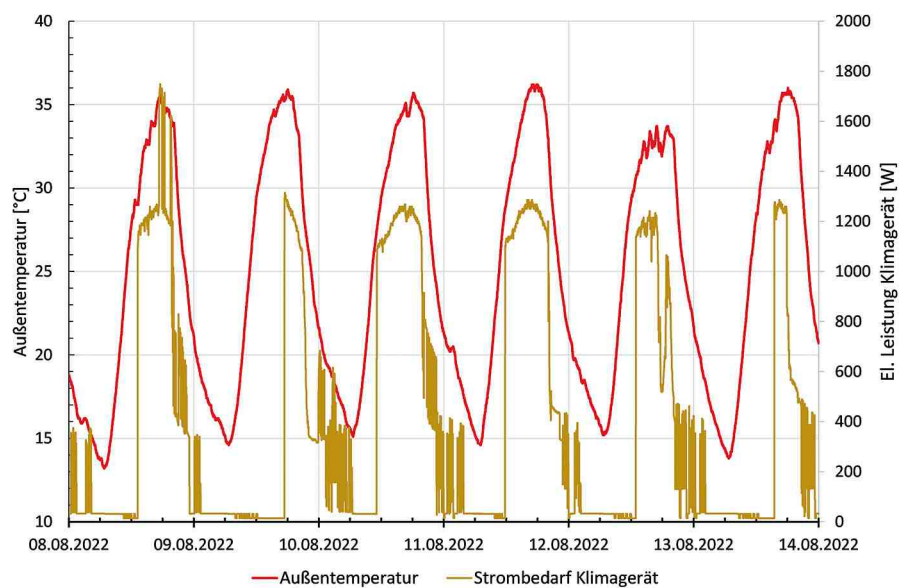


Bild 7: Verlauf der Außentemperatur und Strombedarf eines Klimagerätes im Zeitraum vom 8. bis 14. August 2022 [6].

Bild: FGK

Bild 7 zeigt für denselben Zeitraum Daten eines Wohngebäudes mit einem Multi-Split-Klimasystem und einer Photovoltaikanlage. Neben der Außentemperatur wurde die Leistungsaufnahme des Klimasystems mit 6,2 kW Kälteleistung aufgezeichnet. Das System kühlt ein Arbeits- und ein Schlafzimmer im Dachgeschoss des Wohnhauses sowie ein weiteres Schlafzimmer. Die Innengeräte werden je nach Nutzung und gewünschter Raumtemperatur betrieben. Es ist zu erkennen,

dass die Außentemperatur an fast jedem Tag in dieser Periode über 33 °C stieg. Die Innengeräte, die in diesem Haushalt meist in etwa ab der Mittagszeit in Betrieb waren, liefen während dieser Hitzeperiode in den Schlafzimmern auch nachts.

Die Photovoltaikanlage hat eine elektrische Leistung von 2,5 kWp und ist netzgebunden. In Bild 8 sind der gemessene Strombedarf des Klimagerätes (gelb positiv) und die Stromerzeugung der Photovoltaikanlage (rot negativ) für den oben

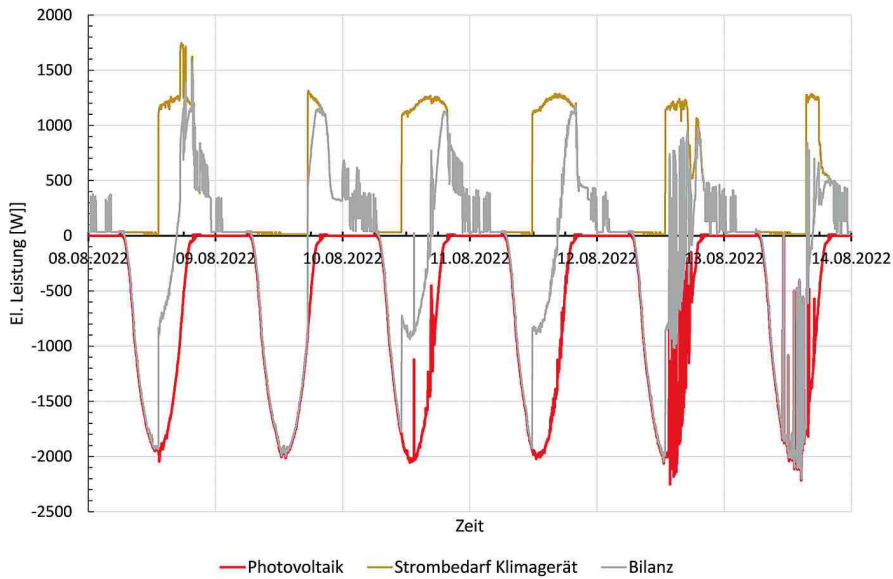


Bild 8: Strombedarf des Klimagerätes und Stromerzeugung der Photovoltaikanlage im Zeitraum vom 8. bis 14. August 2022 [6].

Bild: FGK

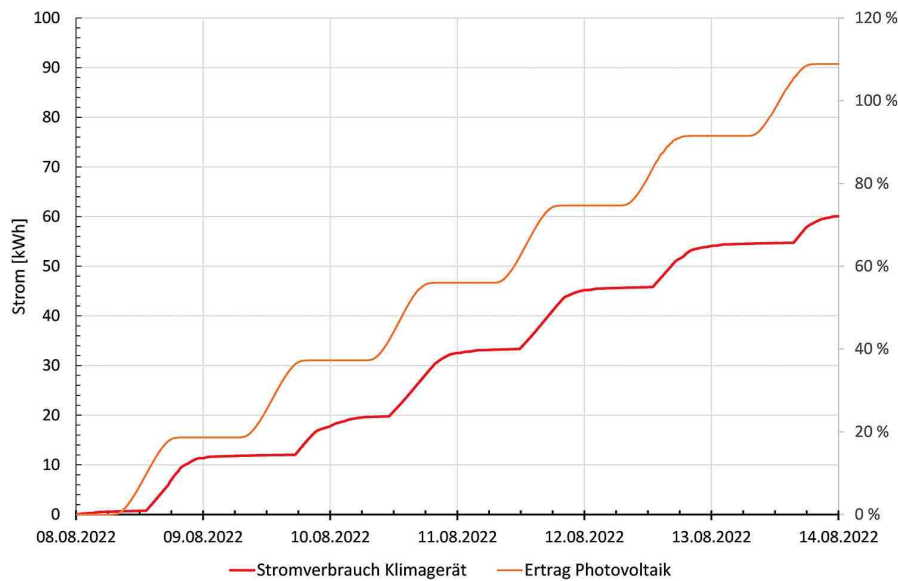


Bild 9: Strombedarf und Stromerzeugung summiert von 8. bis 14. August 2022 [6].

Bild: FGK

genannten Zeitraum zusammen mit der Nettobilanz (grau) als 3-Minuten-Mittelwerte dargestellt. In dieser heißen, sonnigen Periode wird der Betrieb des Klimagerätes am Nachmittag vollständig durch die Photovoltaikanlage gedeckt. Weil die Anlage keinen Stromspeicher hat, wird für den Betrieb am Abend und in der Nacht Strom aus dem Netz genutzt. Insgesamt benötigte das Klimagerät in den sechs Tagen 60 kWh Strom, die Photovoltaikanlage erzeugte 90 kWh (Bild 9). Der Deckungsanteil der Photovoltaikanla-

ge für die Klimatisierung beträgt 51 %. Dies bedeutet, dass etwa 30 kWh des notwendigen Stroms regenerativ auf dem eigenen Dach erzeugt und 30 kWh aus dem Stromnetz bezogen wurden. Neue Photovoltaikanlagen werden häufig mit Stromspeichern betrieben, sodass sie deutlich höhere Nutzungsgrade erreichen. Dieses Beispiel unter extremen, aber realen Wetterbedingungen zeigt:

- Nachtlüftung zur Temperaturabsenkung ist in den Morgenstunden durchaus wirksam. Die Klimatisierung wird erst

um die Mittagszeit erforderlich, wenn die Wirkung der Nachtlüftung verpufft ist.

- Solare Stromerzeugung ist im Zusammenhang mit der Klimatisierung besonders sinnvoll. Statt die Leistung der Erzeugungssysteme zu begrenzen, kann der erzeugte Strom auch sinnvoll in behagliche Raumtemperaturen investiert werden.
- Mit dem weiteren Ausbau der regenerativen Stromerzeugung wird die Bedeutung dieser Zusammenhänge in Zukunft weiter zunehmen.
- Man sollte sich mit Gebäudeenergiekonzepten beschäftigen, die sowohl den Wärmebedarf im Winter als auch den möglichen Kühlbedarf im Sommer unter den Randbedingungen des Stromangebotes bewerten, statt einseitig auf die Reduzierung des Wärmebedarfs zu setzen.

WEITERE SYSTEME ZUR RAUMKÜHLUNG

Für größere gewerbliche Gebäude eignen sich weitere Systeme mit anderen Kälteerzeugungsverfahren, die wirtschaftlich besonders vorteilhaft sein können.

Verdunstungskühlung

Eines der Systeme für größere Gebäude nutzt die indirekte Verdunstungskühlung: In Lüftungssystemen mit effizienter Wärmerückgewinnung wird im Abluftteil des RLT-Gerätes Wasser verdunstet und kühlt so die Abluft. In der Wärmerückgewinnung wird diese Abluftkühlung auf die Zuluft übertragen, die Feuchte jedoch nicht. Dass damit im Gegensatz zur direkten Verdunstungskühlung (Befeuchtung im Raum oder in der Zuluft) die Raumluftfeuchtigkeit nicht erhöht wird, steigert den Komfort erheblich, da in Deutschland heiße Perioden meist mit hoher Luftfeuchtigkeit verbunden sind. Weil mit direkter Verdunstungskühlung die Luftfeuchtigkeit weiter ansteigt, kann das „Schwüleempfinden“ sogar noch zunehmen. Dennoch hat auch die direkte Verdunstungskühlung ihren Einsatzbereich: Sie kann z. B. in den industriellen, hitzebelasteten Bereichen mit Raumtemperaturen über 30 °C sinnvoll sein. Mit einer indirekten Verdunstungskühlung lassen sich im typischen deutschen Klima etwa 50 % der notwendigen Kälte erzeugen. Die übrigen 50 % können beispielsweise thermische Kältemaschinen übernehmen.

Thermische Kältemaschinen

Überall dort, wo preiswerte Wärme oder Abwärme mit Temperaturen über etwa 60 °C zur Verfügung steht, können thermische Kältemaschinen (Ab- oder Adsorptionskältemaschinen) zum Einsatz kommen. Sie ermöglichen es, mit geringem Stromaufwand aus Wärme Kälte zu erzeugen. In der Praxis ist dies nur sinnvoll, wenn Abwärme zur Verfügung steht. Aufgrund der geringen Effizienz des eigentlichen Kälteprozesses (Wärmeverhältnisse etwa 0,6, aus einem Teil Wärmeenergie werden also 0,6 Teile Kälteenergie), ist es nicht sinnvoll, beispielsweise Biomasse speziell für die Kälteerzeugung zu verbrennen. Weil thermische Kältemaschinen größere Rückkühleinheiten erfordern, sind sie eher dem gewerblichen Bereich vorbehalten.

ZUSAMMENFASSUNG

Passive Maßnahmen wie Sonnenschutz und Wärmedämmung reichen in vielen Fällen nicht aus, um die Nutzer zufriedenzustellen. Gebäudekonzepte sind unter Einbindung aller Behaglichkeitsparameter im Sommer und Winter, der möglichen Gebäudeausstattung und der Randbedingungen der Energienetze zu erarbeiten.

Literatur:

- [1] RKI Hitze Folgekrankheiten: bit.ly/rki-hitzefolgekrankheiten
- [2] EPREL Datenbank: bit.ly/eprel-daten
- [3] Qualitätssiegel Raumklimageräte: www.raumklimageraete.de/qualitaetsiegel
- [4] Stiftung Warentest Klimageräte, Heft 06/2021
- [5] SMARD – Strommarktdaten www.smard.de
- [6] Fachverband Gebäude-Klima e. V.; eigene Darstellung
- [7] BAFA – BEG Einzelmaßnahmen: bit.ly/bafa-01-2023
- [8] BAFA – Förderung Kälte- und Klimaanlage für gewerbliche Nutzer: bit.ly/bafa-02-2023

Autor: Claus Händel

Neue Modbus-Software bietet hohen Bedienkomfort

In großen Objekten werden dezentrale Lüftungsgeräte in der Regel in die Haustechnik eingebunden und zentral gesteuert. Auf diese Weise ist eine bedarfsgeführte Geräteüberwachung und -regelung möglich, mit der sich auch der Energiebedarf senken lässt. Häufig wird dazu das Modbus System verwendet. Dafür wird das Lüftungsgerät mit einer Modbus-Platine ausgerüstet, die eine zentrale Steuerung über das Modbus RTU-Protokoll ermöglicht. Meltem bietet für seine Komfortlüftungsgeräte seit Januar 2024 eine komplett neue Software an, die die bisherige Version in den Möglichkeiten stark erweitert.



Alles im Blick und komfortabel zu bedienen: Die neue Modbus-Software von Meltem erleichtert die Einbindung dezentraler Lüftungsgeräte in die Haustechnik. Bild: Meltem

Über einen Touchscreen-PC lassen sich die M-WRG-II und M-WRG-Geräte auf einfache Weise einstellen bzw. parametrisieren, überwachen und fernwarten. In einer übersichtlichen Grafik werden die Betriebszustände für jedes einzelne Gerät dargestellt. Eine Steuerung über verschiedene Zeitprogramme ist genauso möglich wie die Abfrage diverser Messwerte. Dazu zählen beispielsweise die Temperatur und Feuchte von Zu- und Abluft, Lüftungsstufen oder bestimmte Sollwerte. Ist eine Fernwartung der gesamten Anlage gewünscht, kann der Zugang über das Internet freigegeben werden. Definierte Fehlercodes ermöglichen dann die Fehleranalyse.

Die neue Software erlaubt eine bessere Fehlerdiagnose sowie eine schnellere Reaktion der Geräte. Auch die Bedienoberfläche wurde optimiert, um Meldungen in verschiedenen Ebenen darstellen zu können. Außerdem ergänzen weitere Programme wie „unbalancierter Betrieb“ (Zu- und Abluft haben nicht den gleichen Volumenstrom, z.B. bei gewünschter Querlüftung) und „Automatik-Betrieb“ die Gerätefunktion. Die Regelungen beispielsweise der Luftfeuchte und des CO₂-Gehalts werden individuell von den M-WRG und M-WRG-II-Geräten intern durchgeführt.

Einsatzmöglichkeiten für Modbus-basierte Anlagen sind Hotels, Studentenwohn- und Altenpflegeheime, Büros, Schulen oder andere größere Objekte mit einer Vielzahl von Einzelgeräten.

Für die Einbindung in ein KNX-System bietet Meltem ein Modbus-KNX-Gateway an. Für die Einbindung in Loxone ist eine Loxone-Extension bauseits erforderlich.

www.meltem.com