

Bild: ifNear, Aachen

**Komfort:** Zentrallüftung sorgt für die erforderlichen Luftwechselraten und ermöglicht die Wärmerückgewinnung. Dezentrale Innengeräte erlauben die raumindividuelle Temperaturregelung

## Zentrale und dezentrale Klimatisierungskonzepte

# Eine Fallentscheidung

Die oft gestellte Frage, ob zentrale oder dezentrale Lösungen zur Gebäudeklimatisierung vorzuziehen sind, ist nicht pauschal zu beantworten. Architektonische Gegebenheiten, die Art der Gebäudenutzung, ökologische sowie wirtschaftliche Aspekte und vieles mehr sprechen für das eine oder andere System – oder sogar eine Mischung aus beiden.

**S**teigende Komfortansprüche sind einer der Gründe, dass Lüftungs- und Klimatisierungskonzepte für Restaurants, Hotels, Veranstaltungshallen und Bürogebäude heute stärker denn je gefordert werden. Neben dem Komfortplus sprechen aber auch harte Faktoren für das Kühlen von Gebäuden: Zum Beispiel hat die Behaglichkeit am Arbeitsplatz wesentlichen Einfluss auf das Wohlbefinden und das Leistungsvermögen der

Mitarbeiter. Sie wird charakterisiert unter anderem durch Parameter wie die Temperatur, Feuchte, Luftgeschwindigkeit und Sauerstoffgehalt, so Prof. Dr. Michael Haibel, Professor für Thermodynamik, Lüftungs- und Klimasysteme an der Fachhochschule Biberach. [1]

### Gute Gründe für die Klimatisierung

Temperaturen von 30 °C und mehr führen nicht nur zu Unzufriedenheit bei den Mitarbeitern, sondern beeinträchtigen auch das Leistungsvermögen, wie unter anderem eine Schweizer Studie (M. Zimmermann, 1999) ergab. Der Untersuchung zufolge besitzt ein sommerlich leicht bekleideter Mensch bei einer sitzenden Tätigkeit sein Leistungsmaximum bei einer Raumtemperatur von 23 °C. Bei 28 °C sinkt seine Leistungsfähigkeit bereits um ein Viertel [2].

Ein Mensch, der seine Arbeit in Bewegung verrichtet, wird 23 °C wiederum als warm empfinden. „Amortisationsrechnungen für eine Klimatisierung sollten daher berücksichtigen, bei welchen physikalischen Luftparametern die optimale Leistungsfähigkeit der

Mitarbeiter zu erwarten ist“, rät Werner Geßler, Klima- und Lüftungsexperte bei der GEA Happel Klimatechnik GmbH in Herne.

Die Auswahl eines geeigneten Lüftungs- und Klimasystems orientiert sich also in erster Linie an Bedürfnissen der Nutzer sowie an den architektonischen Randbedingungen (besonders bei der Sanierung), Investitions-, Wartungs- und Betriebskosten und an speziellen Aufgaben. Zu den besonderen Aufgaben zählt unter anderem das Herstellen einer bestimmten Luftqualität oder -temperatur in der Industrie. Beispielsweise um bei mechanischen Messungen oder der hochgenauen Metallbearbeitung die geforderte Präzision zu gewährleisten.

Wie knifflig diese Aufgaben sind, machte ein Anlagenbeispiel deutlich, das GEA Happel Klimatechnik zusammen mit Veranstaltungspartnern bei der Seminarreihe „Klima – Kühlen – Kompetenz“ vorstellte: Hier war im Produktionsbereich einer Druckerei eine exakte Luftkonditionierung (Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit) zu gewährleisten. Aufgrund enorm hoher thermischer Lasten war unter anderem ein sechsfacher Luftwechsel erforderlich. Das gewählte kaltwasserbasierte Sys-

tem konnte auch für die Klimatisierung von Büros genutzt werden, wobei kalte Luft über Decken-Kassettengeräte den Räumen zugeführt wird. Da Patentrezepte hier nicht greifen, sind projektspezifische Lösungen gefragt.

## Nutzungsdauerkosten als Grundlage

Wozu ganzheitliche Planung schon immer verpflichtete, was aber erst angesichts deutlich steigender Energiekosten starken Auftrieb bekommt, ist die Berücksichtigung der Nutzungsdauerkosten (Life Cycle Costs) bei der Systemauswahl. Sie setzen sich aus den Investitions-, Betriebs-, Wartungs- und Reparaturkosten während der gesamten Nutzungsdauer und schließlich der Entsorgung zusammen. Sind Bauherr und Nutzer nicht dieselbe (juristische) Person, entsteht so das erste Spannungsfeld. Während der Bauherr Investitionen gering halten möchte, sind Nutzer, Mieter oder Käufer einer Immobilie eher an niedrigen Betriebs- und Wartungskosten interessiert.

Auch das Thema Energieverbrauch gewinnt vor dem Hintergrund der heute üblichen Architektur an Bedeutung. Zum Beispiel führt der großzügige Einsatz repräsentativer Glaselemente zu höheren Wärme- und Kühllasten als die eher „verschlossene“ Bauweise älterer Zweckgebäude, wie Professor Dr. Ulrich Pfeiffenberger von der IGP Ingenieurgesellschaft Pfeiffenberger, Neu-Isenburg, im Rahmen einer Fach- und Informationsveranstaltung des Herstellerverbands RL-T-Geräte bemerkte [3]. Ebenfalls zu beachten ist die geringere Wärme-/Kälte-Speicherfähigkeit vieler moderner Gebäude.

## Kühllast stieg in den letzten Jahren

Für die Dimensionierung von Klimaanlage ist außerdem die Raumbelagungsdichte von Belang, die heutzutage höher ist als früher. Bei typischen Bürotätigkeiten gibt eine Person bei 23 °C Raumlufttemperatur etwa 120 W Wärmeleistung (VDI 2078, 1996) ab. Bei einer üblichen Raumbelagungsdichte tragen Mitarbeiter damit zu rund einem Fünftel zur Kühllast in einem Büro bei, in Sitzungssälen sogar bis zu zwei Drittel [2]. Was sich im Winter als Vorteil erweist, wird so im Sommer zur Last, die aus dem Raum abgeführt werden muss.

Enormen Kühlbedarf fordert die Bürotechnik: Fast die Hälfte der Kühllast wird durch EDV-Geräte verursacht. So schlägt heute jeder PC inklusive Monitor laut [2] im Betrieb mit 85 bis 190 W zu Buche, ein Kopierer beispielsweise mit sogar 300 bis 500 W, im Stand-by-Betrieb noch mit 80 bis 200 W.

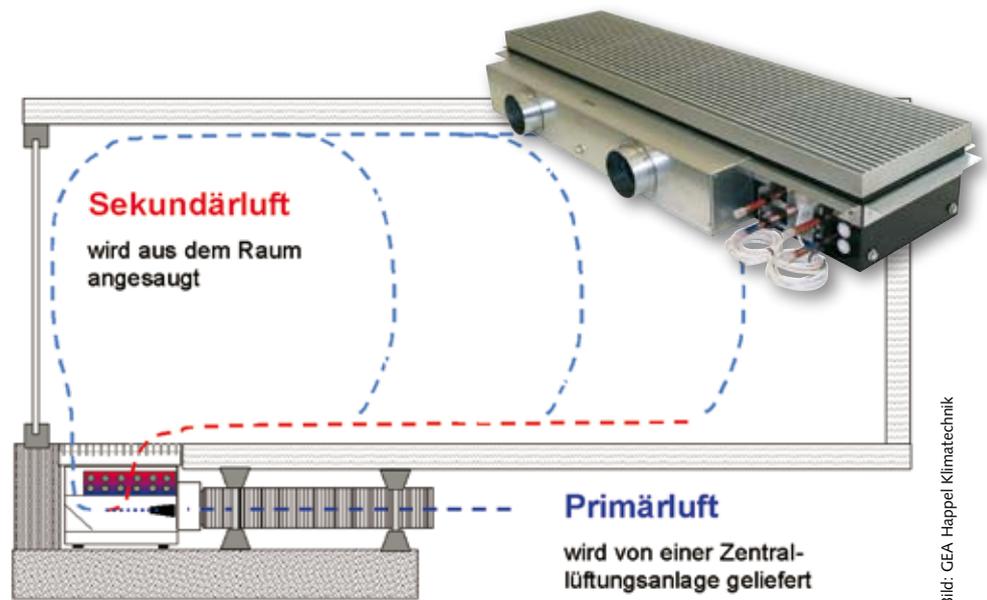


Bild: GEA Happel Klimatechnik

**Bodeninduktionsgeräte führen dem Raum Frischluft zu und temperieren über den Umluftstrom. Sie eignen sich für den Einbau in bürotypische Doppelböden nahe der Glasfassade**

## Anwender können Kühllast senken

Ein erster Ansatz zum Energiesparen liegt auch bei den „elektronischen Verbrauchern“: TFT-Monitore kommen mit etwa drei Viertel weniger Strom als ihre Röhren-Pendants aus, Terminals und Thin Clients produzieren weniger Wärme als ein für Office-Aufgaben meist überdimensionierter Durchschnitts-PC. Auch die Anwender haben Einfluss auf den Kühlbedarf, denn sie können nicht benutzte Geräte vollständig abschalten oder manuell zu bedienende Verschattungssysteme verwenden, um die Sonneneinstrahlung zu minimieren. Jedoch neigen die Nutzer eines klimatisierten Gebäudes dazu, eher mehr Leistung von der Klimaanlage zu fordern, statt Verschattungssysteme zu nutzen.

Deshalb sollte die Auslegung der Klimatechnik im Interesse eines verbrauchsoptimalen Verhaltens auch keine großen Reserven haben [2]. Eine Ausnahme bilden Objekte wie Hotels, bei denen ein gewisser Klimakomfort vorausgesetzt wird und bei denen von den Besuchern nicht erwartet werden kann, dass sie selbst Maßnahmen ergreifen, um die Kühllast zu reduzieren. Eine entsprechende (Über-)Dimensionierung der raumbezogenen Kühlleistung ermöglicht außerdem, flexibel auf Buchungen einzugehen, ohne stets vortemperierte Zimmer vorhalten zu müssen. Bei einer intelligenten Verknüpfung von Buchungssystem und Regelungstechnik kann so trotzdem der Energieverbrauch reduziert werden.



Bild: Hailton

**Mehrfachfunktion: Kühlbalken können nicht nur kühlen, sondern integrieren oft auch die Beleuchtung, Rauchmelder und Lautsprecher**

## Passive Maßnahmen zum Kühlen

Zur Bewältigung der Basisheiz- oder -kühllast können auch passive Systeme beitragen, zum Beispiel die Betonkernaktivierung, was aufgrund der moderaten Vorlauftemperaturen zur Effizienz der Gesamtanlage beiträgt. Die energiesparende Bereitstellung eines Teilbedarfs an Kälte und/oder Wärme kann auch durch Erdwärmesonden geschehen.

Eine weitere Maßnahme, die ein energieminiertes Kühlen des Gebäudes ermöglicht, ist die Nachtauskühlung. Dazu sind in der Regel lüftungstechnische Anlagen notwendig, die bei geeigneten Außentemperaturen in den Abend- und Nachtstunden kühle Luft in die Räume leiten. Bei Abwesenheit des Personals kann dies wirkungsvoll mit höchster Lüfterstufe geschehen. Der Regeneration der thermisch aktiven Gebäudemasse sind jedoch auch witterungsbedingte Grenzen gesetzt. Insbesondere in Innenstadtlagen ist dann an

# Lüftung & Klima

mehreren Tagen im Jahr die Nachtauskühlung alleine nicht ausreichend. Bei den meisten Nutzungsarten sind die genannten passiven Maßnahmen nicht geeignet, um eine Wunschtemperatur oder ein schmales Temperaturband im Gebäude unter allen Lastbedingungen einzuhalten. Sie eignen sich aber, um einen Grundbedarf zu decken. Zu beachten ist die in der Regel träge Reaktion der Systeme, was aber auch gezielt ausgenutzt wird. Ergänzend oder als alleinige Lösung sind daher aktive Komponenten gefordert. Spätestens jetzt beginnt die Diskussion zwischen Architekt, Planer, Bauherr und/oder Generalunternehmer über zentrale oder dezentrale Technik.

Ein Universalrezept gibt es allerdings nicht. Nur wenn alle Beteiligten gemeinsam am Tisch sitzen, kann die projektspezifisch beste Lösung gefunden werden, denn neben den Nutzungsdauerkosten stehen Architektur und Gebäudetechnik in enger Wechselwirkung und viele Konzepte setzen bestimmte architektonische Randbedingungen voraus. Neben den Kosten sind auch lokale, nutzungsspezifische und verordnungsrechtliche Faktoren zu berücksichtigen.

## Zentrale und dezentrale Lösungen

Bezüglich der Lüftungs- und Klimatisierungsanlagen ist grob zu unterscheiden zwischen zentralen Raumluftanlagen, dezentralen fassadenorientierten Lösungen sowie Direktverdampfersystemen (Split- oder VRF-Multisplitsysteme, VRF: Variable Refrigerant Flow, variablel Kältemittelstrom) [3]. Zentrale Systeme, die eine Lüftung und/oder Klimatisierung vornehmen, können das ganze Gebäude erfassen und stellen einen homogenen Luftzustand her, wie Haibel ausführte [1]. Die Konzentration der

Technik an wenigen Punkten vereinfacht Wartungsarbeiten und oftmals auch die Regelung des Systems. Außerdem ist eine einfache und effektive Energierückgewinnung möglich. Allerdings benötigen zentrale Lüftungs- und Klimaanlage ein Kanalsystem, um die aufbereitete Luft im Gebäude zu verteilen.

Komplett dezentrale Lüftungslösungen vermeiden hingegen den „Lufttourismus“ (Haibel), aber hier sind mehrere, stark verteilte Einheiten zu warten, und die Mess- und Regelungstechnik fällt meistens in der Gesamtsumme aufwendiger aus, profitiert allerdings von „Wiederholungen“. Dafür ist eine raumbezogene Regelung technisch einfacher zu realisieren und die Nutzer haben direkt auf den Energieeinsatz Einfluss. „Es herrschen viele lokale Klimatisierungszustände im Gebäude“, so Haibel. Bei kleinen Mieteinheiten kann dies von Vorteil sein, zumal die verursachergerechte Abrechnung der Energiekosten möglich ist.

Die Liste der Merkmale ergänzt Pfeiffenberger um den Punkt des Platzbedarfs: „Lüftungskanäle zentraler Systeme müssen im Gebäude Platz finden und bedingen tendenziell größere Geschosshöhen.“ Ein Beispiel nennt Hühne Immobilien: So sei es beim Tower I des Frankfurter UEC (51 Geschosse) möglich gewesen, mithilfe dezentraler Geräte die Raumhöhe jeweils um etwa 25 cm auf 3 m anzuheben und gleichzeitig die Geschosshöhe um 10 cm zu senken. So wurden 5 % mehr Mietfläche geschaffen.

Die dezentral abgegebene Energiemenge lässt sich bei wasserbasierten sowie bei Split- und Multisplitsystemen raum- oder gerätebezogen erfassen, so dass die verbrauchsabhängige Abrechnung mehrteilig vermieteteter Flächen möglich ist. Aber auch die für eine zentrale Luftaufbereitung sowie den Transport benötigten Betriebsaufwendungen lassen sich, beispielsweise mit dem „Reales Ver-

brauchskostenabrechnungssystem für lufttechnische Anlagen“ (RVASL) [5], nutzerspezifisch erfassen und aufschlüsseln.

## Problemfaktor Luftansaugung

Bei einer zentralen Lüftungstechnik ist eine optimale Luftansaugung weitgehend unproblematisch zu lösen. Leicht findet sich ein Platz, an dem Regen keinerlei Eintrittsmöglichkeit hat und „saubere“ Luft angesaugt werden kann. Dezentrale Systeme sind von den Gegebenheiten an der Fassade abhängig, müssen also beispielsweise im Sommer auf der Südseite warme Luft ansaugen. Besonders problematisch ist dieses, wenn die Außenluft aus der „am Gebäude haftenden Grenzschicht“ entnommen wird. Hier ist die lokale Temperatur oft deutlich höher als die normale Außenlufttemperatur. Zudem können bei dezentralen Systemen Außenluftfilter leichter feucht werden und dann hygienische Probleme verursachen.

Auch die Windstärke und -richtung haben bei dezentralen Systemen mehr Einfluss auf das Raumklima. Geeignete Öffnungen in der Fassade oder architektonisch ausgeklügelte Ansaugstrecken können dieses Problem mildern. Doch besteht auch das Risiko des „Luftkurzschlusses“, dass also die verbrauchte Fortluft (teilweise) wieder in den Raum gesogen wird. Was fassadenorientierte Geräte nur unzureichend können, ist die Versorgung innenliegender Räume, etwa von fensterlosen Treppenhäusern, Lager- und Serverräumen oder Teeküchen. Hier sind zusätzliche (zentrale) Lösungen erforderlich.

Befürworter dezentraler Lösungen argumentieren häufig, dass die Kanäle zentraler Lüftungsanlagen schwierig zu reinigen sind. Das ist zwar richtig, bei durchdachten Konstruktionen und einer geeigneten Anzahl von Wartungskappen bleibt der Aufwand aber in einem vertretbaren Rahmen. Denn bei optimalen hygienischen Bedingungen im Zentrallüftungsgerät beschränkt sich das Reinigen der Lüftungskanäle auf ein Minimum.

Bei beiden Systemen zu beachten ist der Brandschutz. Während für zentrale Lüftungsanlagen standardisierte Komponenten zur Verfügung stehen, ist bei Fassadenlösungen in der Regel eher eine projektspezifische Lösung erforderlich, beispielsweise um den Brandüberschlag über die Fassade(nöffnungen) zu verhindern.

## Kühlen und Heizen auf vielen Wegen

War bisher vorrangig von der Lüftung die Rede, steht nun das Heizen und Kühlen von Räumen im Fokus. Wie eine Befragung von ca. 4.600 Personen im Rahmen des ProKli-

Bild: CEA Happel Klimatechnik



Auch nachträglich zu realisieren: wasserbasierte Klimasysteme. Hier wurden in den Büros Kühlbalken eingebaut

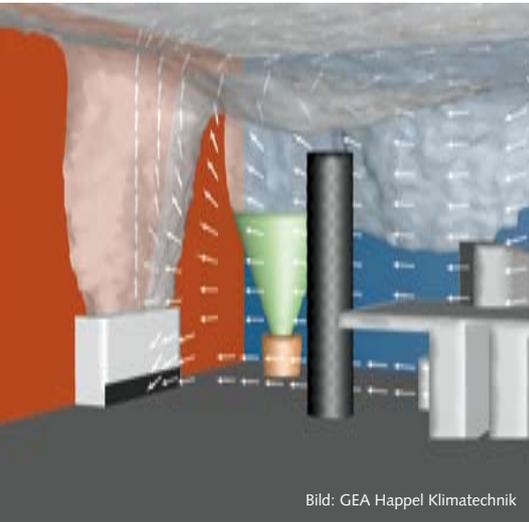


Bild: GEA Happel Klimatechnik

**Eine Strömungssimulation gibt darüber Aufschluss, wie sich in möblierten Räumen die Luft verteilt und ob mit dem gewählten System ein gleichmäßiges, zugfreies Lüften, Heizen und Kühlen möglich ist**

Im ProKlima-Projekt ergab, wünschen sich rund 85 % der Befragten den direkten Einfluss auf das Raumklima, also eine Einzelraumregelung [4]. Die Wunschtemperatur individuell frei wählen zu können, muss also als Grundvoraussetzung für die Akzeptanz der Klimailösung angesehen werden. Nach [3] können etwa 21 °C im Winter und maximal 25 bis 26 °C im Sommer als allgemein akzeptierte Werte gelten, wenn es um das Klimatisieren beispielsweise von Großraumbüros geht. Das Kühlen oder das Heizen von innenliegenden Räumen ist mit „Fassadengeräten“ nicht gut möglich, weswegen sie bei konzentrierten inneren Lasten, wie Serverräumen, keine Lösung darstellen. Hier bieten sich aber dezentrale Split- oder Multisplitsysteme an. Bei dieser Technik existieren zudem besondere Systemlösungen, die eine Wärmeverschiebung im Gebäude vornehmen können, wenn in der Übergangszeit teils Heizen, teilweise Kühlen erforderlich ist. Für Kühlen auf Basis von Kältemitteln sprechen der geringe Leitungsquerschnitt im Vergleich zu wasserbasierten Anlagen sowie die relativ hohe Leistungsdichte der Direktverdampfer. Dagegen stehen die im Gebäude zirkulierende Kältemittelmenge und das Risiko schwierig zu ortender Leckagen im Gebäude. Wasserbasierte Systeme beziehen ihre Energie in der Regel von zentralen Anlagen (Zentralheizung und Kaltwassererzeuger) und sind sowohl mit Fassadenlüftung als auch mit der zentralen Lüftung kombinierbar. Sie erlauben die individuelle Raumtemperaturregelung, erreichen allerdings nicht die Leistungsdichte der Direktverdampfersysteme.

## Mehr Komfort durch Kombination

Besonderen Komfort verspricht die Kombination aus zentraler Lüftung und dezentraler Klimatisierung mit Umluftgeräten. Pfeiffen-

berger: „Eine Luft-Wasser-Anlage, das heißt die Kombination aus RLT-Zentralanlage und thermischer Nachbehandlung mittels wasserführender Sekundärsysteme, wie Kühldecken, Kühlbaffeln oder Fan Coil Units (Gebläsekonvektoren), die die Raumkühlung ohne Kondensation herbeiführen, stellt die nach derzeitigem Stand der Technik komfortabelste Klimaanlage dar.“

Mit Strahlung oder im Umluftbetrieb arbeitende (Raum-)Geräte stellen dabei die vom Nutzer bevorzugte Temperatur her. Über die Regelung lässt sich der einstellbare Temperaturbereich begrenzen und auch mit der Anwesenheit verknüpfen. Die erforderlichen Luftgeschwindigkeiten sind meistens gering, so dass weder Zugerscheinungen noch Geräuschbelästigungen zu befürchten sind.

Dr. Hugo Blaum, Bereichsvorstand der GEA Lufttechnik, fasst seine Erfahrung im Klimamarkt wie folgt zusammen: „Bei Büro- und Geschäftsgebäuden spielen heute Luft-Wasser-Systeme in zentraler oder dezentraler Ausführung sowie die direkt verdampfenden Systeme die maßgebliche Rolle.“ Gerne genommen werden Splitsysteme, wenn hohe Leistungsdichten erforderlich sind sowie bei der Nachrüstung. Denn dann spielen die kleinen, flexibel zu verlegenden Kältemittelleitungen und der Verzicht auf Lüftungskanäle eine große Rolle. Häufig ergänzen die Geräte dann eine bestehende Heizungsanlage und werden nur zum Kühlen verwendet. Bei Neubauten dominieren nach wie vor Systeme mit Zentrallüftung. Und wenn es auf höchsten Komfort ankommt: Die nobelsten Hotels setzen auf eine Kombination von Zentrallüftung und dezentraler Klimatisierung [6]. Fazit: Wer für ein bestimmtes Anforderungsprofil die beste Lösung finden will, der muss stets eine Fallentscheidung treffen. RD

## Literatur

- [1] Haibel, Michael: Eine vergleichende Gegenüberstellung von zentraler und dezentraler Klimatisierung. Vortrag
- [2] COOLSAN – Kältetechnische Sanierungskonzepte für Büro- und Verwaltungsgebäude. AEE Intec – Berichte aus Energie- und Umweltforschung, 25/2005
- [3] Pfeiffenberger, Ulrich: Zentrale oder dezentrale Lüftungs- und Klimatechnik? Vortrag 2005
- [4] Bischof, Wolfgang [u. a.]: „Expositionen und gesundheitliche Beeinträchtigungen in Bürogebäuden. Ergebnisse des ProKlima-Projektes“, Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag 2004
- [5] Vorländer, Jochen: Verbrauchskostenerfassung für Luft vorgestellt – Zentrale Luftaufbereitung gerecht abrechnen. Stuttgart: Gentner Verlag, TGA 6-2005
- [6] Dunker, Ralf: Dorint Sofitel verwöhnt Hotelgäste mit Behaglichkeit – Fünf-Sterne-Klimatisierung. Stuttgart: Gentner Verlag, TGA 1-2005