

Tipps und Anregungen für die Planung: Raumluftechnische Anlagen optimal gestalten

Am Anfang stehen Kostenvorstellungen, Ideen und Konzepte. Der Planer, der dem Projekt „Leben einhaucht“, muss eine Spitzenkraft mit konstruktivem Denken sein. Das ist wichtig, weil der Typ „lufttechnischer Konstrukteur“ aus Kostengründen so gut wie abgeschafft wurde. An seine Stelle ist der Typ „Projektmanager“ getreten. Er kontrolliert vorrangig Kosten, Materialfluss und Termine. Der Einfachheit halber übernimmt er die Projektpläne des Planers als Montagepläne, mit der Folge, dass der bauleitende Monteur vor Ort „das Beste daraus machen“ muss. Das Konzipieren von Ideen auf dem Papier, gute und zweckmäßige Konstruktionen, besonders im Hinblick auf die praktische Durchführbarkeit und unter dem Aspekt des Designs, sind Punkte, die an den heutigen Projektmanagern vielfach abprallen. So erhalten Käufer und Nutzer von Anlagen nicht das, was sie bekommen könnten, wenn etwas mehr Engagement in die Erstellung einer Anlage eingebracht (und bezahlt) würde.

Luftvolumenstrom und Energiebedarf minimieren

Transport und verfahrenstechnische Aufbereitung von Luft erfordern vergleichsweise viel Material und Energie. Das Ziel, Material und Energie zu sparen, muss oberstes Gebot sein. So ist zunächst stets die Frage zu stellen, wofür die Luft benötigt wird:

- Ist eine bestimmte Anzahl von Personen mit Frischluft zu versorgen?
- Soll über die Zuluft geheizt oder gekühlt werden. Kann die Funktion als Wärmeträger durch Wasser als Wärmeträger minimiert werden?
- Soll be- und entfeuchtet werden und richtet sich der Luftvolumenstrom nach einer entsprechenden Berechnung?
- Müssen in die Raumluf abgegebene Schadstoffe verdünnt und ausgetragen werden, um MAK-Werte einzuhalten?
- Welcher Luftwechsel ist für die verschiedenen Reinraumklassen erforderlich?
- Lassen sich Komponenten zur Wärmerückgewinnung einsetzen?
- Ist ein bestimmter Luftwechsel für Ex-Räume einzuhalten?

- Geht es nur um eine leichte Überdrückhaltung in einem Raum, bei der einfach aufbereitete Luft genügt?

Wie wichtig dieses Hinterfragen in allen Projektphasen ist, zeigt folgendes Praxisbeispiel auf:

Für die Läden einer Einkaufspassage wurde vom Gewerbeaufsichtsamt eine Lüftungsanlage mit achtfachem Luftwechsel gefordert. Zur Deckung der Personenluft-rate wurde in der Planung ein 50%iger Außenluftanteil festgelegt. Für die integrierte Tiefgarage wurde eine eigene Lüftungsanlage konzipiert.

Das bot aus Sicht der Ausführungsfirma viel Spielraum für Verbesserungen. Sie warf die Frage auf, warum eine Anlage erstellt werden soll, bei der 50 % Umluft als „Ballast“ mitgeführt wird? Nur wegen der Luftwechselzahl 8 h^{-1} ? Die wahre Luftwechselzahl ist 4 h^{-1} und entspricht dem Außenluftanteil. Das Gewerbeaufsichtsamt tat sich zunächst mit einer Zustimmung schwer, folgte aber schließlich der Argumentation, dass Um-

In Zeiten mit hohem Kostendruck sollte das Streben nach gesamtwirtschaftlichen Lösungen eigentlich selbstverständlich sein. Dennoch wird vielfach das Investitionsbudget zu Lasten der Anlagentechnik reduziert, obwohl viele Beispiele zeigen, dass optimierte RLT-Anlagen höhere Investitionskosten schnell amortisieren. Leider speisen auch mangelndes Fachwissen und ungenügende Erfahrungen beim Anlagenplaner und -bauer einige der im Folgenden angesprochenen Beispiele.

luft, besonders aus einem Bereich mit hoher Personenfrequenz, naturgemäß mit Bakterien, Viren und Geruchsstoffen angereichert ist. Nur mit hochwertigen Schwebstofffiltern könnte die Umluft eingesetzt werden – aber warum überhaupt Umluft?

Mit der nun installierten 100%-Außenluftanlage bei vierfachem Luftwechsel konnten alle lufttechnischen Komponenten kleiner ausgeführt werden, wodurch erhebliche Material- und Energieeinsparungen möglich waren. Ein weiterer Vorschlag betraf die Garagenlüftung. Jetzt wird die Fortluft der Einkaufspassage als Zuluft für die Tiefgarage genutzt, wie in Bild 1 dargestellt.

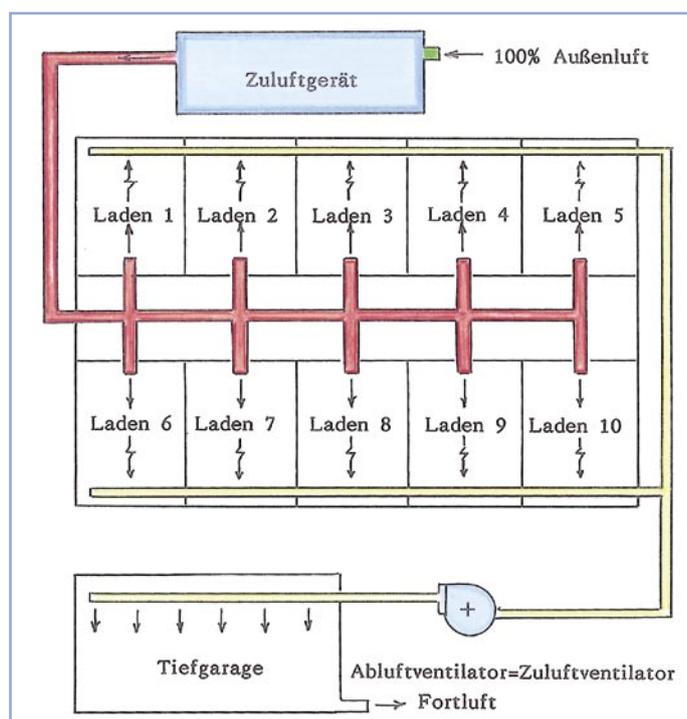


Bild 1 Doppelte Nutzung der Luft: Im Ladenbereich wird mit 100 % Außenluft gefahren, die Fortluft wird in der Tiefgarage zur Lüftung und Beheizung verwendet

In der Umsetzung des neuen Konzepts wurde der Optimierungsgedanke auch ins Detail übertragen. Oft werden durch den Wettbewerbsdruck lüftungstechnische Komponenten gezielt verkleinert und dabei die Luftdurchtrittsgeschwindigkeiten durch die Geräte maximiert. Druckverluste und Ventilator Drehzahlen erhöhen sich dadurch. Zu den daraus resultierenden höheren Betriebskosten tragen auch vergrößerte Schalldämpfer bei. Im geschilderten Fall wurden die Komponenten hingegen großzügig dimensioniert. Die Luftdurchtrittsgeschwindigkeiten der Geräte und damit auch die Antriebsenergie wurden minimiert, was eine Reduzierung des Geräuschpegels, kleinere Schalldämpfer und weniger Gesamtplatzbedarf in der Lüftungszentrale bedeutet. Allgemeine Empfehlungen für eine wirtschaftliche Anlagendimensionierung in Abhängigkeit von der jährlichen Betriebsstundenzahl enthält die VDI-Richtlinie 3803, siehe Tabelle 1.

Betriebszeit in h/a	Luftdurchtrittsgeschwindigkeit in m/s
unter 1500	< 4,0
1500–3000	< 3,0
3000–6000	< 2,5
6000–8760	< 2,0

Tabelle 1 Maximale Luftdurchtrittsgeschwindigkeiten für Lüftungsgeräte in Abhängigkeit der jährlichen Betriebsstunden nach VDI 3803

Die Ventilator-Kennlinie

Sie ist der Personalausweis des Ventilators. Nach ihr wird der Ventilator für eine Anlage ausgewählt. Dabei ergeben sich Spielräume. Der Autor plädiert dafür, stets den größtmöglichen Ventilator einzusetzen, um damit Drehzahl und Schalldruckpegel niedrig zu halten. Das folgende Beispiel zeigt:

Für eine Fortluftanlage mit 15 000 m³/h wurde in der Planung ein einseitig-saugender Radialventilator mit einem Ansaugdurchmesser von 630 mm ausgewählt. Die dazu erforderlichen saug- und druckseitigen Schalldämpfer erforderten jedoch einen Platzbedarf, der nicht zur Verfügung stand.

Das dann ausgeführte Alternativkonzept bestand aus einem Ventilator von 900 mm Ansaugdurchmesser, wobei durch die sehr niedrigen Drehzahlen auf einen Schalldämpfer für die Fortluft verzich-

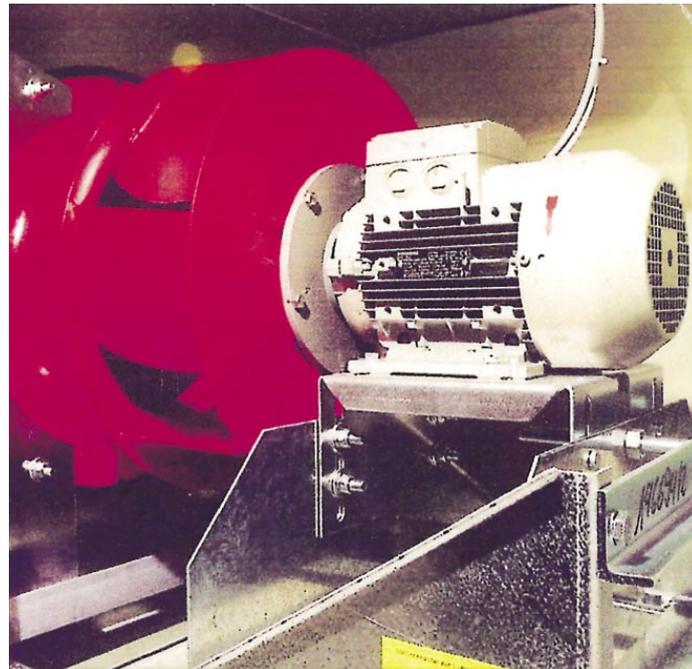


Bild 2 Freilaufendes Rad in einem Klimagerät

Foto: Alko

tet werden konnte. Eigentlich peinlich, dass nur durch die aufgetretenen Platzprobleme die wirtschaftlichere Lösung gefunden wurde.

Freilaufende Ventilatorräder nutzen

Die Technik der freilaufenden Ventilatorräder und ihre großen Vorteile bleiben vielfach ungenutzt. Die Einsatzgrenzen für freilaufende Ventilatoren liegen bei 45 000 m³/h und 1500 Pa, damit steht ihnen ein sehr großer Anwendungsbereich offen. Bild 2 zeigt ein solches Rad, eingebaut mit Direktantrieb in einem Gerät. Merkmale und Vorzüge sind:

- Axialer Lufteintritt hinter Luftfiltern und Wärmetauschern, keine Luftumlenkverluste

- Radialer, freier Luftaustritt in das Gerätegehäuse hinein
- Luftaustritt aus dem Gerät an jeder beliebigen freien Seite, Luftaustrittsquerschnitt weitgehend frei wählbar (z. B. für Schalldämpferanbau)
- Kein Riemenantrieb, sondern Direktantrieb mittels B3-Motor. Daher ist auch keine besondere Wartung eines Riemenantriebes erforderlich, und es tritt kein Riemenabrieb (wichtig bei Reinräumen) auf
- Es ist eine Betriebspunktveränderung durch axiale Verschiebung von Motor und Laufrad möglich (Bild 3)
- Differenzdruckmessung zur Ventilator-Betriebspunkthaltung mittels eingebautem Ringdüsen-system im Bereich der Einlaufdüse
- Beste Regelungsmöglichkeiten mittels Frequenzumformer zur Konstanzhaltung des Luftvolumenstroms

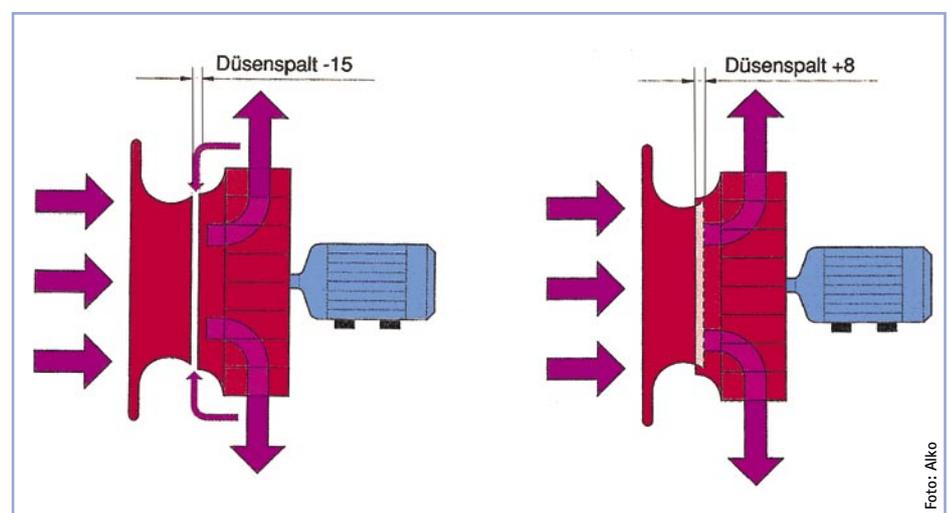


Foto: Alko

Bild 3 Durch die gemeinsame Verschiebung von Motor und Ventilatorrad kann der Betriebspunkt bei frei laufenden Rädern verändert werden. Ein negativer Düsenspalt bedeutet weniger Luft, ein positiver Düsenspalt einen höheren Volumenstrom

Die Konstant-Volumenstromregelung

Eben wurde auf die Möglichkeit hingewiesen, beim freilaufenden Ventilator mittels Frequenzumformer (FU) einen konstanten Volumenstrom einzuhalten, um so die übliche Luftvolumenstromminderung bei Filterverschmutzung oder allgemein bei Druckveränderungen zu kompensieren. Dies ist zweifellos eine technisch elegante Lösung.

Ganz anders jedoch ist die in Bild 4 dargestellte Abluftanlage zu bewerten. Hier wurde nach jedem Abluftgitter ein Konstant-Volumenstromregler vorgesehen, so dass ohne Berechnung und Konstruktion schnell eine funktionierende Anlage „hingebaut“ werden konnte, die allerdings Tag für Tag unwirtschaftlich läuft. Es wäre besser, sich auf alte Konstruktions- und Berechnungsnormen zu besinnen. Immerhin wurden bereits gute Lüftungsanlagen gebaut, als es noch keine Volumenstromregler gab.

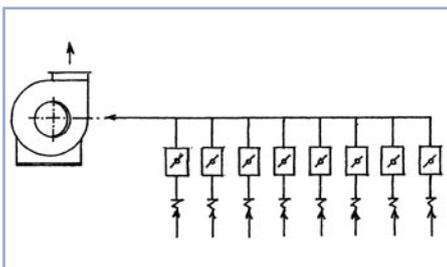


Bild 4 Bei der dargestellten Anlage wurde Know-how durch unnötige Druckverluste ersetzt. Hinter jedem Lüftungsgitter wurde ein Volumenstromregler eingebaut. Mit einfachsten Mitteln hätte die Anlage auch ohne diese Komponenten erstellt und sicher betrieben werden können

Luftfilter richtig planen

Erfreulicherweise hat sich mehr und mehr die Erkenntnis durchgesetzt, dass Vorfilter in RLT-Anlagen keine Grobfilter der Qualität G4 oder G5 sein dürfen, sondern dass als Vorfilter bereits ein Feinfilter der Qualität F7 eingesetzt werden muss. Erst F7-Feinfilter halten schädliche organische Stäube zurück, die zur Ansiedlung von Pilzkolonien in den Anlagen führen können. Zur filtertechnischen Optimierung darf ein weiterer F7-Filter nachgeschaltet werden. Damit wird nahezu das Ergebnis einer F9-Luftfilterung erreicht. Mit dem Vorteil, dass die erste Filterstufe bei laufender Anlage gewechselt werden kann und sich die Lagerhaltung vereinfacht. Als dritte Filterstufe können bei Bedarf Schwebstofffilter der Qualität H11 bis H14 eingesetzt werden.

Eine eher selten genutzte Filterart sind Aktivkohlefilter. Diese kommen zum Einsatz, wenn der Luft geruchsintensive und auch korrosive Bestandteile entzogen werden müssen. Hier ist eine intensive Beratung und Klärung aller Fragen zusammen mit dem Lieferanten erforderlich. Zu beachten ist: Vor den Aktivkohlefiltern muss eine F9-Filterstufe eingebaut sein, denn Aktivkohlefilter sind keine Partikelfilter. Leider weisen einige Geräteelieferanten nur auf unzureichende G5-Filter hin.

Energieeinsparung durch Konstruktion und Berechnung

Der sinnvolle Umgang mit dem Medium Luft und ein sparsamer Transport der erforderlichen Wärme-/Kälteenergie sind grundsätzlich anzustreben. Leider ist dieses nicht immer eine Selbstverständlichkeit, wie das folgende Beispiel zeigt:

Ausgeschrieben wurde eine einfache Lüftungsanlage mit einer Filterstufe, einem PWW-Heizregister sowie einem doppel-seitig-saugenden Radialventilator. Die Luftverteilung sollte über ein einfaches, gut überschaubares Luftkanalnetz, ausgerüstet mit Konstant-Volumenstromreglern und Lüftungsgittern, erfolgen. Der Volumenstrom betrug $12000\text{ m}^3/\text{h}$ bei einer Gesamt-Druckdifferenz von 1500 Pa .

Nach diesen Vorgaben war der Antrieb dimensioniert. Der Vertreter des Bauherren erhob dagegen berechtigten Einspruch und forderte die Streichung aller Volumenstromregler und eine Dimensionierung der Anlage für einen Gesamtdruckverlust von 700 Pa .

Energieeinsparung durch Wärmerückgewinnung

Die Wärmerückgewinnung ist ein eigenes Thema, das um die Wärmeverschiebung und Wärmeausnutzung zu ergänzen ist. Bei dem Beispiel nach Bild 1 wurde die Wärmeausnutzung angewendet. Bereits genutzte Luft wird hier zur Tiefgaragenheizung verwendet.

Ein weiteres Beispiel für eine intelligente Lösung der Wärmeausnutzung ergibt sich bei der Entfeuchtungsregelung für die Nachwärmung nach dem Kühlprozess. Überall da, wo Direktverdampfer zur Luftkühlung eingesetzt werden, kann eine einreihige Kondensatorbatterie zur Luftnachwärmung nachgeschaltet werden. Das ist eine einfache und preiswerte Lösung. Die verschiedenen Systeme der rekuperativen und regenerativen Wärmerückgewinnung lassen sich leider oftmals

aus Platzgründen nicht einsetzen und rechnen sich vielfach bei kleineren Luftvolumenströmen betriebswirtschaftlich nicht. Die Industrie bietet jedoch fertige Systemlösungen an. Bild 5 zeigt den Einsatz eines Luftheizgerätes. Weiterhin gibt es standardisierte 1-, 2- und auch 3-stufige Wärmerückgewinnungssysteme, die ca. 90% Wärmerückgewinn erreichen (System Menerga) und praktisch ohne Heizenergie betrieben werden können.

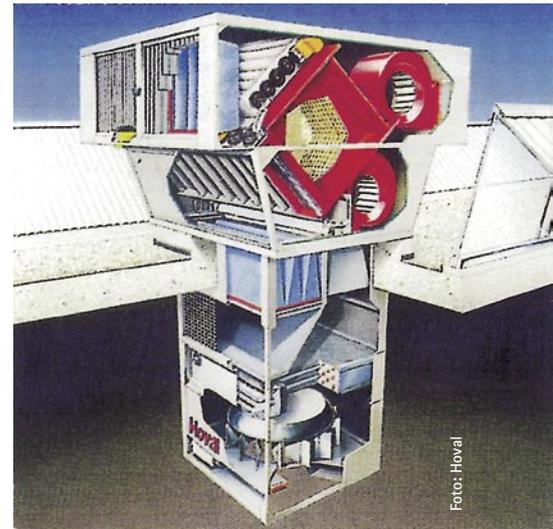


Bild 5 Das dargestellte Luftheizgerät integriert eine Wärmerückgewinnung. Mit einem regelbaren Drallluftdurchlass kann Warmluft in die Aufenthaltszone aus einer Höhe von 10 m eingebracht werden

Luftverteilung und Luftführung

Eine gute und bedarfsgerechte Luftverteilung und Luftführung zu planen, ist eine anspruchsvolle Ingenieuraufgabe. Jeder Fall muss individuell neu bedacht, mit Fingerspitzengefühl abgewogen sowie rechnerisch und konstruktiv durchgeführt werden. Jedes Konzept zur Luftverteilung führt entweder zur Zufriedenheit oder zur Unzufriedenheit der Kunden, wobei oftmals noch unkalkulierbare Einflüsse mitspielen können. Typische Klagen bei fehlerhafter Gestaltung und Dimensionierung der Luftverteilung sind: „Es zieht, es ist stickig, ich/wir bekommen keine Luft“ oder auch „es ist fußkalt, die Lüftungsanlage heizt nicht richtig“. Konfrontiert wird man auch mit der typischen Winterklage: „Die Luft ist zu trocken, ich bekomme Nasenbluten, die Luft muss befeuchtet werden!“ Im Rahmen dieser Arbeit können nur die typischen Probleme dargestellt werden, die Grund häufiger Reklamationen und auf viele Fälle übertragbar sind. Zugluft kann zum Sommer- und zum Winterthema werden.

Falsche Auswahl und Dimensionierung, unsachgemäße Platzierung der Luftdurchlässe, schlechte Einregulierung sowie „zu kalte Luft“ können die Ursache sein. Wer in einem solchen Reklamationsfall Abhilfe schaffen will, der muss die Luftströmungen messen und mit Rauch sichtbar machen. Oftmals helfen eine Reduzierung des Luftvolumenstroms und eine leichte Temperaturanhebung. Es kann jedoch auch notwendig werden, einen Luftdurchlass mit anderer Luftverteilcharakteristik zu wählen. Viele Zugluftprobleme sind durch die Verbreitung der Kleinklimattechnik mit Splitgeräten entstanden. So kamen Wandgeräte auf den Markt, die nicht für die deutsche Mentalität konzipiert waren. Mittlerweile stellt der Markt aber Innengeräte mit besonders ausgefeilten Luftführungssystemen mit vielfältigen Einstellmöglichkeiten zur Verfügung.

Wand- oder Deckengeräte, die den Luftstrom an die Raumdecke führen, nutzen die Induktion von Raumluft aus. Auf dem längeren Weg zur Aufenthaltszone werden hohen Luftgeschwindigkeiten und große Temperaturunterschiede akzeptabel reduziert.

Weitere Komfortverbesserungen durch eine bessere Regelbarkeit lassen sich mit Truhenklimageräten, die an einem Kaltwassernetz angeschlossen sind oder mit den so genannten VRV-Anlagen, bei denen der Kältemittelvolumenstrom geregelt wird, erreichen. Zugluft im Sommer entsteht auch, wenn gekühlte Luft an Unterzügen, Leuchtenbändern oder auch an Wände prallt und dann regelrecht zu Boden fällt.

Wer saubere planerische Arbeit leistet, konzipiert die Luftstrahlverteilung zunächst nach den Herstellerangaben auf dem Papier und lotet die Luftverteilung aus. Dabei dürfen die Lüftungstechnischen und physikalischen Gesetzmäßigkeiten an einer Fensterfront nicht unbeachtet bleiben. Es muss zwar betont werden, dass die Luft in der Praxis nicht unbedingt den Strömungsbildpfeilen auf dem Papier folgt, die Richtung allerdings sollte im Prinzip stimmen.

Bild 6 zeigt den Schnitt durch einen Büroraum mit einer „Nur-Luft-Klima-/Heizungsanlage“. In der Lösung steckt Know-how: Oben, an der Fensterfront, wird die gesamte Abluft erfasst. Mittels Schlitzschiene, die im Abstand von ca. 1 m dahinter verläuft, wird Zuluft in den Raum und Richtung Boden geführt. Aus dem hinteren Bereich des Raums folgt ein weiterer Zuluftstrahl, der in Richtung Boden und Fenster geführt wird. So gelangt keine unerwünschte Fenster-Kaltluft

im Winter am Boden in den Raum. Das bedeutet auch, dass alle Voraussetzungen für eine korrekte Raumtemperaturregelung gegeben sind. Von Vorteil ist, dass Gardinen und Sonnenschutzvorrichtungen problemlos eingesetzt werden können, wenn etwa 10 cm Bodenabstand eingehalten werden.

Für einen Raum, für eine größere Gebäudezone oder auch für ein Gebäude ist es wichtig, dass die statische Heizung

vor den Fenstern. Hier entwickelt sich durch die statische Heizung eine eigene Luftzirkulation. Es wäre energetisch nicht sinnvoll, direkt vor den Fenstern über den Heizkörpern die Luft wieder abzusaugen. So schafft man in diesen Fällen einen wärmegeschützten, weiteren Luftkreislauf, der zu jeder Jahreszeit – auch hinsichtlich der Regelung – problemlos akzeptiert werden kann. Die Besprechung der Bilder 6 und 7 zeigt, wieviel Aufmerksamkeit dem Thema Regelung zuzuwenden ist.

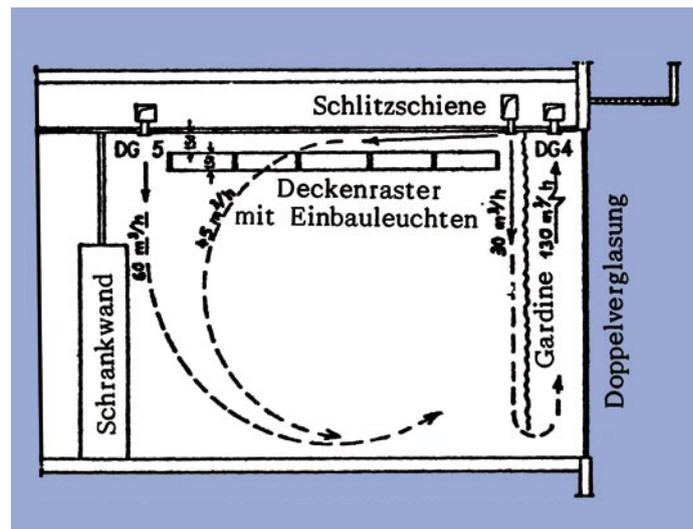


Bild 6 Hier ist die Anordnung der Luftdurchlässe für eine „Nur Luft-Anlage“ bei vollverglaster Fassade dargestellt. Die Raumluftströmung erfolgt aus wärme-physiologischen und regelungstechnischen Gründen stets in Richtung der Fenster, die Abluft wird oben erfasst

sowie die Lüftungs- bzw. Klimaanlage in einem Gesamtkonzept geplant und erstellt wird. Von besonderer Bedeutung sind dabei regelungstechnische Belange. Mindestens ist vorzusehen, dass die Regelung für die statische Heizung und für die Lüftungs-/Klimaanlage in Sequenz erfolgt. Eine Regelung nach dem Motto „wir haben ja Heizkörper-Thermostatventile“ funktioniert in Verbindung mit einer Klimaanlage nicht. Der Verlauf der Luft- und Wärmeströmung kann in vielen Fällen nach Bild 7 geplant werden. So wird Winterzugluft verhindert und der Wärmestrom der statischen Heizungsanlage bestmöglich genutzt. Im Gegensatz zur Luft-/Wärmeströmung nach Bild 6 besteht hier ein Winterwärmeschutz

Schon die Anordnung eines Raum- oder Kanalfühlers entscheidet über die Funktion der gesamten Anlage. Viele Anlagen vergeuden jahrelang Energie und führen zu ständigen Beanstandungen, weil lediglich ein Fühler unpassend platziert wurde.

Die Komponentenhersteller bieten den Planungs- und Ausführungsingenieuren eine Vielzahl von Variationsmöglichkeiten zur Luftverteilung für den Heiz- und/oder Kühlfall an. Von Fall zu Fall ist zu entscheiden, ob eine Mischlüftung oder Quellaftung am effizientesten ist, ob die Luftverteilung für variable Volumenströme konzipiert werden muss oder ob automatisch verstellbare Luftdurchlässe notwendig sind, die sich dem Heiz- und

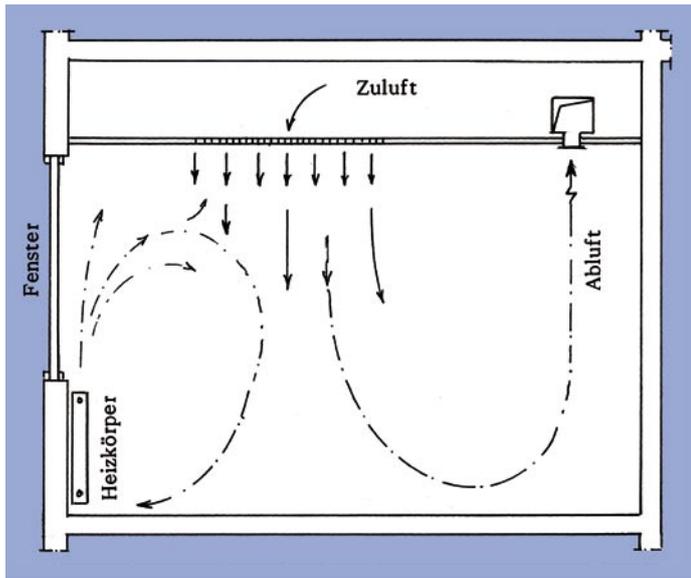


Bild 7 Der Heizkörper vor dem Fenster vermeidet Winterzugluft. Die Zuführung der Zuluft zur Lüftung und Klimatisierung muss mit Distanz zum Fenster erfolgen. Die Abluft wird zweckmäßig im hinteren Bereich des Raumes erfasst

Kühlfall anpassen. Will man den bereits vorgestellten Gedanken folgen und den zentral aufzubereitenden Außenluftvolumenstrom möglichst minimieren, dann kann es erforderlich und sinnvoll werden, Wasser oder auch Kältemittel als Wärme- bzw. Kälte-träger mit einzusetzen. So lassen sich Kühldecken für die stille Kühlung, Ventilator-konvektoren oder auch die die Klimatechnik mit variablen Kältemittelströmen (VRV-Systeme) in Verbindung mit verschiedenen neuen Regelsystemen nutzen.

Wasserschäden vorbeugen

Wasserschäden der unterschiedlichsten Art lassen sich überwiegend vermeiden, wenn man die Gefahren kennt und die Risiken konstruktiv und regelungstechnisch begrenzt. Typische Wasserschäden entstehen durch:

- Frost, wenn Heiz- und Kühlregister platzen
- eine Vielzahl von Schäden entsteht durch Kondenswasser und durch
- Regenwasser.

Frostschäden

Frostschäden entstehen durch auslaufendes Wasser, wenn eingefrorene und dadurch geplatze Heiz- und Kühlregister wieder auftauen. Dem kann durch separate Wasserkreise mit Frostschutzmittel vorgebeugt werden. Grundsätzlich sollten jedoch die möglichen Ursachen erkannt und ausgeschlossen werden:

- Nicht dichtschießende Außenluftjalousieklappen, die bei Stillstand Außenluft hindurchlassen

- Ein fehlender luft- und/oder wasserseitiger Frostschutzthermostat bzw. -Fühler
- Eine nicht funktionierende, schlecht gewartete Regelungsanlage
- Keine ausreichenden Sicherungsmaßnahmen bei Klimaanlage mit Direktverdampfer. Dazu kann ein Vereisungsschutz gehören. Es kann durchaus vorkommen, dass bei derartigen Anlagen ein Heizregister auch im Hochsommer einfriert und platzt, weil der Verdampfer in den Minusbereich hinein fährt.

Kondenswasserschäden

Die meisten Kondenswasserschäden entstehen bei den kleineren Direktverdampfungs-Klimaanlagen.

- Vielfach fehlt ein Vereisungsschutz, oder
- ein Gerät wurde „schiefe“ aufgehängt bzw.
- der Kondenswasserablauf ist verschmutzt/verstopft, oder die Kondenswasserleitung wurde mit Kontergefälle – steigend – verlegt.
- Auch werden Leitungen beschädigt, Kondenswasserpumpen versagen, und bei Kanalverdampfern wird die Tropf-wasserwanne zu klein dimensioniert.

In sensiblen Räumen sollten daher zusätzliche Sicherheitstropfwasserwannen eingebaut werden. Oberhalb von bestimmten Anlagen sollten Verdampfeinheiten nicht angeordnet werden.

Kondenswasserschäden treten auf bei nicht diffusionsdicht verlegten Isolierungen an Lüftungskanälen, an Kaltwasserrohren und Trinkwasserleitungen. Kondenswasser kann auch an Kühl-

decken entstehen, wenn das durchfließende Wasser zu kalt und die Luft zu feucht ist.

Schäden durch Regenwasser

Diese Schäden könnten weitestgehend vermieden werden. Kältemittelführende Rohrleitungen und Lüftungskanäle dürfen nicht mit Gefälle zum Gebäudeeintritt verlegt werden. Sie sind mit Steigung und Tropfsäcken zu installieren. Von Vorteil können auf Flachdächern Regenabdeckkappen sein, wie Bild 8 zeigt.

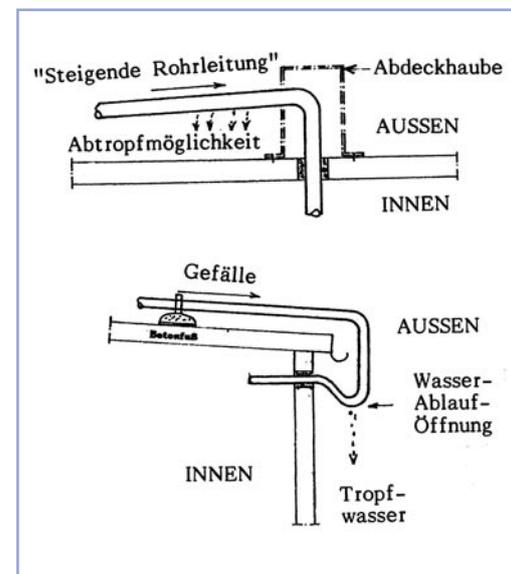


Bild 8 Bei der Installation ist konstruktiv zu berücksichtigen, dass Wasser immer bergab fließt. Viele Schäden ließen sich vermeiden, wenn diese Banalität beachtet würde

Die Branche der Luft- und Klimatechnik hat infolge der Bauflaute und des Preisverfalls auf dem Bausektor erheblich zu leiden. Der Wettbewerb zwingt die Firmen zu teilweise riskanten Kalkulationen. Um so wichtiger ist es, bestimmte Qualitätsstandards zu verlangen, die jeder zu erbringen hat. Qualitativ gute Anlagen sind eine Visitenkarte für Planer, Architekten und Anlagenbauer. ←



Dipl.-Ing. VDI
Rüdiger Pielke,
TGA-Projektingenieur,
Telefon (0 61 09)
6 32 52,
Telefax (0 61 09)
6 52 79