

Der Aufbau eines zentralen RLT-Systems

Von Michael Haibel

Wir haben bereits im ersten Kapitel des Buches ein bisschen was über Klimatechnik erfahren – was sie nützt und wofür und wann wir sie brauchen. Nun wollen wir mehr ins Detail gehen und uns ansehen, was man sich konkret unter klimatechnischen Systemen vorstellen muss – also wie diese Systeme aufgebaut sind und wie sie funktionieren.

Da es uns bei der Klimatechnik in erster Linie um die Schaffung eines zuträglichen Umfelds und damit um Behaglichkeit geht, sollten wir uns zunächst Systemen zuwenden, die den Zustand der Raumluft unmittelbar beeinflussen: so genannte RLT-Anlagen. Hinter dem Kürzel RLT-Anlage versteckt sich der Begriff raumluftechnische Anlage. Damit sind alle Anlagen gemeint, die in irgendeiner Form den Zustand der Raumluft hinsichtlich Lufttemperatur, Luftfeuchte und Luftqualität beeinflussen. Es sind also Anlagen sowohl für den Luftaustausch (Luftqualität) als auch für die thermische Lufthandlung in Räumen und Gebäuden (Behaglichkeit).

RLT-Anlagen kommen in der Regel nicht von

der Stange, sondern werden individuell auf das jeweilige Gebäude und den jeweiligen Nutzen angepasst. Die dahinter stehende Anlagensystematik basiert jedoch, zumindest bei guten Anlagen, auf einem Baukastensystem mit vordefinierten, erprobten und getesteten Funktionseinheiten, Komponenten und Bauteilen.

Übrigens ist der Begriff RLT-Anlage der Oberbegriff für alle Lüftungsanlagen. Von einer Klimaanlage spricht man eigentlich nur dann, wenn diese in der Lage ist, alle thermodynamischen Funktionen Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten zu erfüllen. Wenn die RLT-Anlage nur einige dieser Funktionen bietet, heißt sie bei Fachleuten Teil-Klimaanlage.



Abb. 1: Blick auf ein Luftkanalsystem mit Verteilung der Zuluft auf verschiedene Stränge

Das Luftkanalsystem

Den geometrisch größten Raum von RLT-Anlagen nimmt das Luftkanalsystem ein. Dieses Luftkanalsystem ist dazu da, um die Luft durch das Gebäude zu schicken: von der Außenluftansaugung bis zu den Luftdurchlässen in den Räumen und aus den Räumen wieder heraus bis hin zum Fortluftauslass. Das Kanalsystem dient also der notwendigen „Luft-Logistik“ für den Luftaustausch: Es holt die Luft von draußen, verteilt sie im Gebäude, bringt sie in die einzelnen Räume, sammelt die Abluft aus den Räumen wieder ein und entsorgt sie schließlich als Fortluft wieder ins Freie (Abb. 1).

Das Kanalsystem ist auch der Teil von RLT-Systemen, den der Nutzer am ehesten wahrnimmt – und zwar, weil die Luftdurchlässe als einzige Bestandteile der Anlagen stets und ständig im Raum sichtbar sind. Darüber hinaus sorgen die Dimensionen von Luftkanälen für stän-

digen Gesprächsstoff bei der Planung und Realisierung von Gebäuden, weil die Kanäle Platz benötigen – was aber mit penetranter Regelmäßigkeit ignoriert wird. Zu den Folgen dieser Ignoranz später mehr. Ausführlich wird das Luftkanalsystem im Kapitel 2.3. in diesem Buch behandelt.

Das RLT-Zentralgerät

Ein zweiter großer Bestandteil von RLT-Anlagen ist das so genannte raumluftechnische Gerät (kurz: RLT-Gerät). Diese RLT-Geräte sind nun nicht so wahnsinnig platzintensiv, ihre Bedeutung liegt vielmehr in ihrer Funktion. RLT-Geräte (Abb. 2) sind das klimatechnische Herz der ganzen RLT-Anlage. Dort wird die Luft thermodynamisch konditioniert, also je nach Anforderung erwärmt oder gekühlt, befeuchtet oder entfeuchtet. Darüber hinaus wird die Luft in Filtern auch gründlich gereinigt, wobei nicht nur Stäube und Partikel beseitigt werden können, sondern auch Schadgase, Geruchsstoffe und Mikroorganismen.

Der dritte große Bestandteil von RLT-Anlagen umfasst den gesamten Bereich der Steuerungs- und Regelungstechnik sowie alle Hilfsaggregate, Rohrleitungen, Pumpen, Schaltschränke, Kabelbäume und sonst noch alles, was notwendig ist, um die Anlage zum Leben zu erwecken. Medizinisch gesprochen entspricht dieser Bereich dem Nervensystem und den Lymphsystem der Anlage – er ist also sehr, sehr wichtig.



Abb. 2: Aufbau eines modernen RLT-Zentralgeräts mit den Komponenten zur Luftförderung, Luftfilterung, Lufttemperierung und Wärmerückgewinnung

Die drei wichtigsten RLT-Randbedingungen

Die thermische Konditionierung der Luft, der Luftaustausch, die Aufrechterhaltung der Luftqualität, also alle Funktionalitäten der RLT-Anlage in einem Gebäude, unterliegen aber auch einer Reihe von Randbedingungen. Diese werden in erster Linie durch die Art des Gebäudes und durch die Art der Gebäudenutzung bestimmt.

- Bedingung 1: Die Anlage muss „passen“ und funktionieren

Die erste, wichtigste Randbedingung, ist dass die RLT-Anlage auch wirklich funktionieren muss. Dies mag dem einen oder anderen Leser nun hochgradig seltsam erscheinen, dass

diese Selbstverständlichkeit auch noch eigens erwähnt wird. Aber es ist nun mal leider keine Selbstverständlichkeit. Natürlich werden in der Regel nur Anlagen ausgeliefert und montiert, die nach dem Einschalten irgendetwas tun – Luft bewegen, heizen, kühlen oder was auch immer. Nur muss dabei auch sichergestellt sein, dass die Heizerei, Kühlerei, Befeuchterei und so weiter auch mit den tatsächlichen Anforderungen der Gebäudenutzung und der Nutzer übereinstimmen. Es darf nicht so sein, dass die RLT-Anlage für ein Restaurant die Funktionalitäten einer Anlage für einen Büroraum hat, wie auch die RLT-Anlage für manuelle Montageplätze in der Mikroelektronik nicht die Funktionalitäten einer Anlage für eine Dreherei und Fräserei in der Metallbranche haben darf. Aber das kann passieren, wenn nach Schema F und Einheitssoße vorgegangen wird.



Abb. 3: Geld sparen bei den Investitionen für eine RLT-Anlage ist nicht alles – viel entscheidender sind die später anfallenden Betriebskosten und die Life Cycle-Kosten

■ Bedingung 2: Alle Kosten müssen „stimmen“

Die zweite Randbedingung ist, dass die RLT-Anlage auch bezahlbar sein muss und keine bössartigen Überraschungen in der Hinterhand hat. Ich spreche hier auch nicht nur von den Investitionskosten einer Anlage. Diese Kosten sind klar, transparent, überschaubar und vor allem eins: einmalig, denn sie fallen ja nur ein Mal an. Ich meine hier vielmehr die Betriebs- und Wartungskosten, die Energiekosten, die Reinigungskosten, die Reparaturkosten, die Instandhaltungskosten, die Inspektionskosten und so weiter. Also die Kosten, die laufend über die gesamte Lebens- und Betriebszeit der Anlage anfallen. Und da kann es richtig Ärger geben. Bei der Ausschreibung und der Auftragsvergabe gibt es kilometerlange Listen über Preisvergleiche und Rabattstaffeln und

Nachlässe und was sonst noch alles. Da wird bis in die letzte Schraube hinein verhandelt, um sich dann am Ende gönnerhaft gegenseitig auf die Schultern zu klopfen und sich zu beglückwünschen, was für ein toller Hecht man doch sei und was man dem Bauherrn alles an Geld gespart hat. Und bei diesem ganzen Theater hat sich kein Mensch auch nur ansatzweise darüber Gedanken gemacht, was die Anlagen denn im laufenden Betrieb kosten werden, was für Energiebedarfe da so laufend anfallen und was das alles den Bauherrn oder Betreiber jährlich kostet wird (Abb. 3).

Hinterher, wenn sich all die tollen Verhandlungsgenie und Vergabestrategen vom Acker gemacht haben, stellt sich dann oft heraus, dass ein bisschen mehr an Qualität, ein bisschen mehr an Wirkungsgrad, ein bisschen größere Kanalquerschnitte, ein bisschen mehr an Regelungs-Know-how und ein bisschen mehr von diesem und jenem zu einer RLT-Anlage geführt hätten, die zwar ein bisschen teurer in der Investition gewesen wäre. Sie hätte aber allein beim Energieverbrauch soviel eingespart, dass die zusätzlichen Investitionskosten nach nicht mal einem Betriebsjahr eingespielt worden wären. Und wieder mal hat sich gezeigt, dass billig ganz schön teuer werden kann. Es ist daher unabdingbar, dass die Beurteilung von RLT-Anlagen neben der Qualität und Funktionalität einzig nach ihren Lebensdauerkosten erfolgt, und nicht nach den reinen Invest-Kosten. Übrigens bezeichnet man Lebensdauerkosten in der Welt der Reichen und Schönen dieser Welt

als „Life Cycle Costs“, und besonders hip ist man, wenn das ganze mit LCC abkürzt wird. Aber dazu gibt es in diesem Buch ja noch ein spezielles Kapitel 5, das sich diesem Thema intensiv widmet.

■ Bedingung 3: Bitte Diskretion!

Die dritte Randbedingung für RLT-Anlage ist, dass diese dezent sein sollen. Auf den Punkt gebracht bedeutet das, dass man die Anlagen nicht hören (Abb. 4) und nicht riechen sollte, und wenn Anlagenbereiche Bestandteile des normalen täglichen Sichtfelds sind, sollten diese Bereiche auch ansprechend aussehen. Man soll nur die gewünschte Wirkung einer RLT-Anlage wahrnehmen, nicht aber die Anlage selbst. Diese Randbedingung zu erfüllen bedingt einen gewissen Aufwand an akustischen Dämmmaßnahmen, einen gewissen Wartungsaufwand bezüglich Sauberkeit und Hygiene und eine bisschen Geschmack und Kreativität bei der Gestaltung von Anlagen.



Abb. 4: Eine RLT-Anlage sollte stets so leise arbeiten, dass sie im Büro nicht stört!

Energietransport – aber wie?

Wir wissen jetzt, was RLT-Anlagen machen sollen. Sie sollen die Raumluft austauschen und thermisch so konditionieren, auf das es schön schnuckelig wird und man gern die Finger über die Computertastatur bewegt. Dafür muss die Raumluft entweder geheizt oder gekühlt, befeuchtet oder entfeuchtet werden. Die Frage ist dabei nur, ob die in den Raum eingebrachte Luft vorher soweit erwärmt oder gekühlt wird, dass im Raum dann alles passt, oder ob die Luft erst im Raum auf die notwendigen Temperaturen erwärmt oder gekühlt wird.

Es wäre doch denkbar, dass kalte Außenluft in einen Raum eingebracht wird und erst dort – zum Beispiel über einen Heizkörper oder eine Fußbodenheizung – erwärmt wird. Ebenso denkbar wäre aber auch, dass der Raum weder Heizkörper noch Fußbodenheizung hat und nur über erwärmte Außenluft, also wie mit einer Warmluftheizung, beheizt wird.

Das Endergebnis ist in beiden Fällen dasselbe: der Raum wird warm. Unterschiedlich jedoch ist der Transportweg, mit dem die Heizenergie in den Raum gelangt ist. Im ersten Fall wird sie mit dem Heizkörper und der Fußbodenheizung, also über ein separates Wassersystem, die so genannte Pumpenwarmwasserheizung, in den Raum gebracht. Das Transportmedium für die Heizenergie ist also Wasser. Im zweiten Fall – also bei der Warmluftheizung – wird die Heizenergie direkt mit der Luft transportiert. Das Transportmedium für die Heizenergie

ist also Luft. „Es ist doch völlig egal, wie nun die Wärme transportiert wird“, wird sich jetzt vielleicht der eine oder andere Leser denken. In der heilen Welt der Physik, in der man so unschöne Dinge wie Wirkungsgrade, Verluste und Entropie mit einem Federstrich eliminieren kann, ist das auch richtig. Aber die raue Wirklichkeit der Ingenieurwissenschaften sieht da in der Regel etwas anders aus. Da muss man zum Beispiel feststellen, dass Transport von Luft energetisch viel aufwändiger ist als der Transport von Wasser. Dies ist schlicht und einfach deshalb so, weil Luft kompressibel ist und sich beim „Pumpen“ spürbar erwärmt, während dies bei Wasser nicht der Fall ist. Auch kann Wasser viel mehr Wärme aufnehmen als Luft, was wiederum Wasser als Energieträger prädestiniert. Unterm Strich folgt daraus, dass der Energietransport mit Wasser günstiger ist als der Energietransport mit Luft – egal ob nun geheizt oder gekühlt wird. Das heißt verkürzt dargestellt, dass bezüglich Energietransport die Warmwasserheizung, bzw. allgemein „wassergestützte Systeme“, günstiger sind als die Warmluftheizung, bzw. allgemein „luftgestützte Systeme“.

Auf der anderen Seite dauert es bei der Warmwasserheizung so seine Zeit, bis sich die Wärme von den Wasserrohren über den Estrich bzw. die Heizkörpergeometrie in die Raumluft hineinwuselt, die sich ja dann auch erst noch im ganzen Raum so verteilen muss, damit es dann überall schön kuschelig warm ist. Das kann sich bisweilen schon ziemlich lange

hinziehen. Bei der Fußbodenheizung vergehen da ein paar Stunden wie nichts, bis ein kalter Raum so richtig erwärmt ist. Anders ist das bei der Warmluftheizung. Da wird die warme Luft direkt eingblasen und ratzfatz ist der Raum angenehm temperiert. Darüber hinaus lässt sich die Temperaturverteilung im Raum mit einer Warmluftheizung besser regeln – schlicht und einfach deshalb, weil die Warmluftheizung gegenüber der Fußbodenheizung schneller reagiert und nicht so träge ist.

Luft oder Wasser?

Die Frage, wie die zur Beheizung oder Kühlung von Räumen benötigte Energie nun transportiert werden soll – mit Wasser oder mit Luft – ist also nicht ganz trivial. Wassergestützte Systeme wie Fußbodenheizungen und auch Kühldecken haben den Vorteil, mit vergleichsweise kleinen Medienleitungen auszukommen und vom Energiebedarf her günstig zu sein. Ein Nachteil dieser Systeme kann aber ihre Trägheit bei schnell wechselnden Anforderungen sein. Luftgestützte Systeme reagieren hingegen sehr schnell, benötigen dafür aber wesentlich größere Medienleitungen (Luftkanäle sind nun mal deutlich größer als Wasserrohre) und auch deutlich mehr Energie für den Medientransport.

Es ist schwierig zu sagen, was nun besser ist: Luft oder Wasser. Letztlich hängt das von der Art und Nutzung des Raums bzw. Gebäudes ab. In der Praxis hat sich aber bewährt, Räume und

Gebäude, die dauerhaft mit der immer mehr oder weniger gleichen Nutzungsanforderung betrieben werden und bei denen keine schnellen Lastwechsel zwischen Heizen und Kühlen zu erwarten sind, mit wassergestützten Systemen zu versorgen. Beispiele hierfür wären Büros, Kaufhäuser, Krankenhäuser und Ähnliches. Bei Räumen und Gebäuden, die eher stoßweise genutzt werden, die große Raumhöhen haben oder bei denen mit schnellen Lastwechseln gerechnet werden muss, sollten hingegen luftgestützte Systeme eingesetzt werden. Beispiele hierfür wären Kirchen, Fertigungshallen, Sporthallen und Ähnliches.

Prima! Dann können wir ja, wenn wir wassergestützte Systeme einsetzen, auf RLT-Anlagen verzichten. Nee, nee, so einfach ist die Welt auch wieder nicht. Der Luftaustausch und die Regulierung der Raumluftfeuchte müssen natürlich immer noch gewährleistet sein, und das geht nun wirklich nicht über Wasserleitungen. Also, Raumlufttechnik muss trotzdem sein.

Das ganze heißt aber auch nicht, dass in RLT-Anlagen nun munter untemperierte Außenluft hin- und hergeschubst werden kann. Wir dürfen die ursprüngliche Aufgabe einer RLT-Anlage, nämlich die Schaffung von Behaglichkeit, nicht aus den Augen verlieren. Und für diese Behaglichkeit ist es sehr unzutraglich, wenn kalte Außenluft so einfach in einen Raum hineinplumpst und für kalte Füße und Zugscheinungen sorgt. Es ist also nach wie vor unabdingbar, dass die in den Raum eingebrachte Frischluft so temperiert wird, dass

es schön angenehm ist. Allerdings braucht es halt bei wassergestützten Systemen deutlich weniger von dieser temperierten Luft.

Der funktionelle Aufbau von RLT-Systemen

Bei RLT-Anlagen geht es darum, Außenluft aus der Umgebung anzusaugen, diese so weit aufzubereiten, dass sie den gestellten Behaglichkeitsanforderungen genügt, sie dann auf Reisen durch das Gebäude zu schicken, auf alle Räume zu verteilen und in diese einzuleiten. Die Abluft wird dann aus den Räumen abgesaugt und entweder aufbereitet und erneut den Räumen zugeführt oder in die Umgebung ausgeblasen, wobei vorher noch über die Wärmerückgewinnung die in der Abluft gespeicherte Wärme auf die kalte Außenluft übertragen wird. Lassen sie uns im Nachfolgenden die einzelnen Stationen der Luft bei ihrer Reise durch das Gebäude etwas näher betrachten.

Die Außenluftansaugung

Die Reise der Luft beginnt am so genannten Außenluftansaug. Wie der Name schon impliziert, wird dort die Umgebungsluft eingefangen und in den Ansaugkanal geleitet. Es liegt auf der Hand, dass die Qualität dieser angesaugten Luft hinsichtlich Geruchs- und Schadstoffbelastung, aber auch hinsichtlich Staubbelastung und mikrobieller Belastung nicht ganz unwe-

sentlich für den nachgeschalteten Luftaufbereitungsprozess ist. Es gilt daher der Grundsatz, so wenig „Dreck“ wie möglich anzusaugen. Um diesen Grundsatz zu befolgen, sollten wir vermeiden, die Außenluft direkt am Boden, an viel befahrenen Straßen oder über großen Dachflächen anzusaugen. Auch der Ansaug aus Hinterhöfen, in denen Müll gelagert wird, ist nicht sehr erquicklich.

Dazu ein Beispiel. Es gab im Jahr 2003 große Probleme in Hongkong, weil in vielen Krankenhäusern der Außenluftansaug gerade in diesen Hinterhöfen lag, in denen aber gleichzeitig die Container für den Krankenhausmüll standen. Die dadurch erhöhte mikrobielle und virale Belastung der angesaugten „Frischluft“ führte teilweise zu Sekundärerkrankungen der Patienten. Diese Sekundärerkrankungen führten bei SARS-Patienten zu einer Mortalität von 100 %. Ohne Sekundärerkrankungen lag die

Mortalität unter 50 %. Jetzt liegen nicht in jedem klimatisierten Gebäude der Welt SARS-Patienten, aber es ist dennoch nicht ganz trivial, in welchen Zustand die Luft in das RLT-System hineinkommt. Wir sollten den Außenluftansaug daher so gestalten, dass wir uns hinreichend hoch über dem Erdboden und gekiesten oder begrünten Dächern befinden (Abb. 5).

Dabei gilt der Grundsatz: je höher, je besser, da mit zunehmender Höhe über Boden die Luftqualität zunimmt. Auch sollten Bereiche, in denen Schad- und Geruchsstoffe emittiert werden, gemieden werden, wie beispielsweise Müllplätze, Parkplätze, An- und Abfahrtzonen von Gebäuden, aber auch der Abluftbereich von Restaurantküchen und Pommesbuden.

Am unmittelbaren Ansaugkanal sind in der Regel Gitter und Jalousien angebracht, die verhindern sollen, dass Schlagregen oder Schnee in den Ansaugkanal eindringen können. Auch



Abb. 5: Ansaugung von Außenluft über Außenlufttürme auf einem Gebäudedach (links)



Abb. 6: So grausam kann es unmittelbar hinter einer Außenluft-Ansaugklappe aussehen, wenn man die regelmäßige Wartung vernachlässigt – Lufthygiene ade!

sollen die Gitter vor unerwünschten Besuchern wie beispielsweise Vögeln schützen. Wir können immer wieder Ansaugschächte finden, in die nicht nur Vögel eingedrungen sind, sondern in denen sich die Vögel so wohl fühlen, dass sie dort gleich ihr Nest bauten und brüteten. Besonders makaber war der Fall, wo in einem Ansaugkanal das Nest einer Amsel mit Ei und daneben das Skelett des Muttervogels entdeckt wurden. Dieses Beispiel zeigt auch, wie sorgfältig diese RLT-Anlage gepflegt wurde (Abb. 6).

Das zentrale RLT-Gerät

Nach dem Außenluftansaug wird die Luft aufbereitet. Dies erfolgt in der Regel im so

genannten raumluftechnischen Gerät (kurz: RLT-Gerät). In diesem RLT-Gerät wird die angesaugte Luft erwärmt, gekühlt, befeuchtet oder entfeuchtet, je nachdem, welche Anforderungen wir an die aufbereitete Luft gerade haben. Doch schön der Reihe nach.

Vor dem Eintritt in das RLT-Gerät wird die Luft erst einmal gefiltert. Dazu dienen so genannte Taschenfilter. Diese sehen ein bisschen aus wie viele Kaffeefiltertüten nebeneinander, sind allerdings nicht aus Papier, sondern aus einer Art Plüsch (Abb. 7).

Auch sind Taschenfilter viel effektiver als Kaffeefiltertüten. Bis über 99 % des ankommenden Staubs können in ihnen aus der Luft entfernt werden. Kein Wunder, dass diese Filter irgendwann einmal dicht sind, wenn sie nicht regelmäßig ausgetauscht werden.

Nach dem Filter kommt die Wärmerückgewinnung. Dies ist die Einheit, mit der Wärme aus



Abb. 7: Taschenfilter in einem RLT-Zentralgerät



Abb. 8: Ein Plattenwärmeübertrager zur Wärmerückgewinnung in einem RLT-Zentralgerät

der Abluft zur Zuluft übertragen werden kann, so dass die angesaugte Außenluft bereits vorerwärmt wird (Abb. 8). Je nach Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung (wir sprechen hier von der so genannten Rückwärmezahl), und abhängig von der Temperatur der Abluft kann es sogar möglich sein, dass die Luft so stark vorerwärmt wird, dass dann keine weitere Nacherwärmung mehr notwendig ist. Dies wäre zwar toll, ist aber nicht allzu häufig möglich. Ganz spezielle Rückgewinnungssysteme (so genannte Rotoren) ermöglichen es auch, dass Feuchte aus der Abluft zur Zuluft übertragen werden kann. Dabei muss allerdings darauf geachtet werden,



Abb. 9: Ein Wärmetauscher, der zur Erwärmung oder Kühlung von Luft eingesetzt wird

dass mit dieser Feuchteübertragung nicht auch noch Schad- und Geruchsstoffe von der Abluft auf die Zuluft übertragen werden.

Wir sollten an dieser Stelle noch erwähnen, dass wir die ganze Zeit von Wärmerückgewinnung sprechen, und dabei vielleicht nur an das Aufheizen der Außenluft denken. Es ist aber natürlich auch möglich, Kälte aus der Abluft an die Frischluft zu übertragen. Das heißt, mit Hilfe der Wärmerückgewinnung (oder besser dann Kälterückgewinnung) kann dann warme Außenluft im Sommer durch kühle Abluft vorgekühlt werden.

Im Anschluss an die Wärmerückgewinnung

erfolgt die endgültige Temperierung der Luft über so genannte Wärmetauscher. Diese Wärmetauscher sehen ein bisschen aus wie Autokühler (was sie von der Grundkonstruktion her auch sind), die entweder mit warmem oder mit kaltem Wasser durchströmt werden (Abb. 9). Werden sie mit warmem Wasser oder Heißdampf durchströmt, nennt man die Wärmetauscher „Erhitzer“, weil sie die Luft erwärmen. Werden die Wärmetauscher von kaltem Wasser oder von verdampfendem Kältemittel durchströmt, nennt man sie „Kühler“, weil sie die Luft abkühlen. In der Regel befinden sich im RLT-Gerät je ein Kühler und ein Erhitzer, so dass die Luft, je nach Bedarf, entweder erwärmt oder gekühlt werden kann.

Nicht vergessen werden darf an dieser Stelle eine wichtige Zusatzfunktion des Kühlers. Er dient nämlich gleichzeitig auch dazu, sehr

feuchte Außenluft zu entfeuchten. Das geschieht dadurch, dass der Kühler mit kaltem Wasser von zum Beispiel 6 °C betrieben wird und sich dann die Außenluft an den kalten Lamellen soweit abkühlt, dass es zur Bildung von Kondenswasser kommt. Fachleute nennen diesen Vorgang „Unterschreitung des Taupunkts der Luft“ – aber das wird in diesem Buch an anderer Stelle noch konkreter erläutert.

In der Reihenfolge kommt nach Kühler und Erhitzer der so genannte Zuluftventilator. Der heißt deshalb Zuluftventilator, weil er im Zuluftstrang der RLT-Anlage sitzt, im Gegensatz zum Abluftventilator im Abluftstrang der Anlage. Dazu später mehr. Der Zuluftventilator ist letztlich das Herz der RLT-Anlage, da er für den Transport der Luft zuständig ist. Ein Ventilator saugt Luft auf der einen Seite an und bläst sie nach der anderen Seite weg. Dies bedeutet



Abb. 10a: Ein Ventilator in einem RLT-Gerät in der Bauform „freilaufendes Rad“



Abb. 10b: Ein Ventilator in einem RLT-Gerät als riemengetriebener Ventilator

physikalisch, dass durch das Ansaugen der Luft im gesamten Anlagenbereich vor dem Ventilator ein Unterdruck entsteht, über den die Außenluft letztlich in den Ansaugkanal eingesaugt wird. Nach dem Ventilator steht der Rest der Anlage bis zu den Luftdurchlässen in den Räumen unter Überdruck, so dass die Luft dort durchgeschoben wird. Zwei typische Ventilatorenbauarten zeigen die Abb. 10 a und 10 b.

Der Ventilator nebst Antriebsmotor stellt eine sehr wichtige Baugruppe dar, ist sie doch einer der größten Stromeinzelverbraucher der gesamten RLT-Anlage. An der Ventilatereinheit wird die gesamte Energie für den Lufttransport



Abb. 11: Eine typische Schalldämpferkulisse in einem RLT-Gerät

im System eingeleitet. Das können bei Großanlagen schon mal 60 kW Antriebsleistung und mehr sein. Fehler in der Auslegung und in der Realisierung von Anlagen machen sich sofort im Leistungsbedarf der Ventilatoren bemerkbar. Wir müssen an dieser Stelle also sehr gewissenhaft arbeiten. Die Verwendung von billigem Schrott ist hier nun wirklich nicht angesagt.

Neben dem „Pumpen“ der Luft haben Ventilatoren noch eine weitere Wirkung: Sie tröten bisweilen wie die Posaunen vor Jericho. Und um nun das Einstürzen von irgendwelchen Stadtmauern oder ähnliches Ungemach zu verhindern, werden vor und nach den Ventilatoren Schalldämpfer in Form so genannter Schalldämmkulissen installiert. Bei diesen Kulissen gilt der einfache physikalische Zusammenhang, dass mit zunehmender Kulissenlänge die Schalldämmung zunimmt. Hier gilt also: viel hilft viel (Abb. 11).

Da Ventilatoren häufig über Flach- oder Keilriemen angetrieben werden, ist danach eine zweite Filterstufe notwendig. Diese zweite Filterstufe dient zur verbesserten Reinigung der Zuluft und zum Zurückhalten des Riemenabriebs. Dies mag eigenartig klingen, aber der Abrieb speziell von Keilriemen ist so stark, dass ohne Filtration nachfolgende Anlagenteile regelrecht gummiert werden würden. Werden aber so genannte freilaufende Räder als Ventilatoren eingesetzt, die ohne einen solchen Keilriemen arbeiten, kann man auf die zweite Filterstufe verzichten.



Abb. 12: Variante 1 zur Luftbefeuchtung:
Ein Dampfluftbefeuchter



Abb. 13: Variante 2 zur Luftbefeuchtung:
Ein Sprühbefeuchter

Die letzte Funktionsgruppe des RLT-Geräts ist der Luftbefeuchter. Wie der Name schon sagt, wird dort der Wassergehalt der Luft erhöht. Es gibt prinzipiell zwei Möglichkeiten, Luft zu befeuchten, also den Anteil an Wasserdampf in der Luft zu erhöhen. Einmal geht das direkt mit Wasserdampf. Mit so genannten Dampf-befeuchtern wird leicht überhitzter Wasserdampf über Rohrleitungen mit Dampfzweigen, so genannten Dampfzweigen, direkt in die Luftströmung eingebracht (Abb. 12).

Die andere Methode ist die, flüssiges Wasser in Form von winzig kleinen Partikeln in die Luft einzubringen, die dann dort erst einmal

verdampfen müssen. Dies stellt zwar kein Problem dar, allerdings kühlt sich die Luft während der Verdampfung des Wassers merklich ab. Diese so genannten Wasserbefeuchter gibt es in unterschiedlichsten Ausführungen, von Sprühbefeuchtern, die an Duschkabinen für Extremduscher erinnern, bis hin zu Hochdruck-sprühbefeuchtern, die wie das überdimensionale Dieseleinspritzsystem eines Schiffsmotors aussehen (Abb. 13). Es ist wichtig, dass nach dem Befeuchter ein so genannter Tropfenabscheider angebracht ist. Wie der Name schon sagt, werden darin Flüssigkeitströpfchen aus dem Luftstrom entfernt, so dass es in den

nachfolgenden Anlagenteilen nicht zu regnen beginnt.

Die Zuluftseite

Wenn die Luft das RLT-Gerät verlassen hat, nennen wir sie nicht mehr Außenluft, sondern Zuluft. Diese Zuluft ist jetzt so weit aufbereitet, dass sie nun in die einzelnen Räume des Gebäudes gebracht werden kann. Dazu ist ein mehr oder weniger umfängliches und verzweigtes Netz an Kanälen notwendig, das sich über das gesamte Gebäude erstreckt. Wie das Adernsystem im menschlichen Körper wird dabei die Luft von großen Hauptkanälen über kleinere Nebenkanäle und noch kleinere Stichkanäle geleitet, um von dort aus über die Luftdurchlässe in die einzelnen Räume eingebracht zu werden. Dass nun an jedem Luftdurchlass genau die notwendige und ge-

wünschte Menge an Luft ankommt, setzt eine Reihe von Regel-, Drossel- und Stellorganen sowie eine exakte Einregulierung des gesamten Kanalnetzes voraus.

Über die Zuluftgitter oder Luftdurchlässe wird die Zuluft in die Räume eingeblasen. Und das ist bei weitem nicht so trivial, wie es sich zunächst anhört. Denn Luftdurchlässe müssen den Luftstrahl so ausbilden und lenken, dass er einerseits nicht spürbar und damit zugfrei ist, und andererseits gleichzeitig trotzdem der gesamte Raum hinreichend gut durchströmt wird, um somit einen effizienten Luftaustausch zu gewährleisten. Und das Ganze vielleicht noch in einer Halle mit 20 m Höhe und einer Grundfläche von 10.000 m². Oder in einem Büroraum mit 2,8 m Deckenhöhe und einer Grundfläche von 16 m². Dass wir diese beiden Fälle nicht mit ein und derselben 08/15-Einblaslösung realisieren können, ist



Abb. 14: Zulufteinbringung in einen Raum über einen Luftschlauch

wohl einsichtig. Wir müssen also stets für den konkreten Anwendungsfall aus der Vielzahl der am Markt befindlichen Luftdurchlässen den passenden Auslass auswählen. Und auch hier gilt: Qualität vor Ramsch, zumal die Luftdurchlässe als in der Regel einziges sichtbares Bauteil der RLT-Anlage auch noch als Designelement fungieren müssen.

Mit der Luft, die durch den Zuluftdurchlass in den Raum eintritt, ist der so genannte Zuluftstrang abgeschlossen – also die Kette vom Außenluftansaug über das RLT-Gerät durch das Kanalnetz zu den Zuluftdurchlässen. Mehr dazu lesen Sie im Kapitel 3 in diesem Buch.

Die Abluftseite

Um nun aber einen effizienten Luftaustausch zu initiieren und damit auch die Schad- und Geruchsstoffe sowie thermische Lasten aus dem Raum zu bekommen, reicht es natürlich nicht aus, nur munter Zuluft in den Raum zu stopfen. Es muss gleichzeitig auch Luft aus dem Raum abgesogen werden. Idealerweise sollte das aber nicht irgendeine Luft sein, sondern wenn möglich schon die verbrauchte, mit Schad- und Geruchsstoffen beladene Raumluft. Dumm wäre es natürlich, wenn stattdessen die sauber in den Raum eingebrachte Zuluft gleich wieder aus dem Raum gezogen werden würde. Um dies zu verhindern und um eine möglichst effiziente Entfernung der Schad- und Geruchsstoffe zu gewährleisten, müssen wir auf die Anordnung der Zuluftdurchlässe zu den Abluftdurchlässen

achten. Die Zuluft sollte nach ihrem Eintreten in den Raum möglichst intensiv durch die Aufenthaltszonen strömen und dabei viele Schad- und Geruchsstoffe mitnehmen, bevor sie dann wieder durch die Abluftdurchlässe abgezogen wird. Ziemlich nutzlos wäre nun aber, wenn die Luft aus dem Zuluftdurchlass auf kürzestem Weg direkt in den Abluftdurchlass schießen würde. So einen Fall nennt man übrigens eine Bypass-Strömung.

Bei so einer Bypass-Strömung bringen wir zwar jede Menge Luft in den Raum, nur bringt uns das nahezu gar nichts für den Luftaustausch. Die so genannte Lüftungseffektivität wäre dann gleich Null. Wir kennen so einen ähnlichen Zustand bei der Fensterlüftung. Wenn kein Wind weht und wenn die Außentemperatur gleich der Temperatur im Raum ist, können wir das Fenster aufreißen wie wir wollen – es bewegt sich kein Lüftchen, die Luft steht im Raum und die Lüftungseffektivität ist nicht existent. Um nun also Bypass-Strömungen und geringe Lüftungseffektivitäten zu verhindern, müssen wir die Anordnung der Zuluft- und der Abluftdurchlässe so gestalten, dass der Raum oder zumindest die Aufenthaltszonen möglichst vollständig durchströmt werden. Das wird später im Kapitel 3 noch ganz genau beschrieben – man spricht hier von der Erzeugung gewünschter Raumluftströmungen.

Die Abluftdurchlässe sind mit den Abluftkanälen verbunden, die sich zu einem großen Abluftkanal vereinigen. Dieser große Abluftkanal wird häufig wieder zum Technikraum geführt,

in dem das RLT-Gerät steht und von dem aus auch das Zuluftkanalnetz seinen Anfang nahm. Wir können uns schon denken, warum das ganz sinnvoll sein kann. Wir wollen ja Wärmerückgewinnung betreiben. Und da wäre es doch ganz geschickt, wenn die Abluft, in der ja die ganze Wärme steckt, möglichst nahe an der Außenluft liegen würde, die diese Wärme ja will. Es gibt zwar Wärmerückgewinnungssysteme, die diese Nähe nicht unbedingt brauchen, aber schaden tut sie auf keinen Fall.

Außerdem braucht das Abluftkanalnetz auch noch einen „Antrieb“, sprich eine Abluftventilatoreinheit, die die Abluft über das Kanalnetz aus den Räumen ansaugt, durch das Kanalsystem fördert und letztlich an die Umgebung abgibt. Dies bedeutet, dass es auch noch ein RLT-Gerät für die Abluft gibt, in dem die Ventilatoreinheit, ein Filter und ein Teil der Wärmerückgewinnung untergebracht sind.

Der Umluftbetrieb

Jetzt könnten wir uns ja auch noch vorstellen, dass die Qualität der Abluft (zum Beispiel in Nichtraucher-Bürogebäuden ohne große geruchsmäßige Belastung) eigentlich noch recht gut ist – vielleicht nur ein bisschen zu warm, zu kühl, zu feucht oder zu trocken, aber ansonsten könnten wir sie ja noch gut verwenden. Dann wären wir doch schön dusselig, wenn wir diese Luft so einfach entsorgen würden. Viel geschickter wäre es, diese Luft als Umluft zurück an das RLT-Gerät zur Zuluft zu geben, so

dass sie dort noch ein bisschen nacherwärmt, nachgekühlt, nachentfeuchtet oder nachbefeuchtet wird und dann wieder in die Räume zugeführt werden kann.

Ein typisches Beispiel für die intensive Nutzung von Umluft sind Schwimmhallen. Dort fallen über den Beckenbereichen Unmengen an Wasserdampf an, die aus der Halle abgezogen werden müssen, um zu verhindern, dass alle tragenden Strukturen tropfnass werden und sich zudem noch Londoner Nebel bildet. Es muss daher jede Menge an feuchter Abluft abgezogen und natürlich dann aber auch trockene Zuluft wieder zugeführt werden: viel mehr Luft, als für die Aufrechterhaltung der reinen Luftqualität notwendig wäre. Darüber hinaus steckt in der feuchten Abluft eine Riesensumme an thermischer Energie. Es wird daher in der Praxis ein Großteil der abgezogenen feuchten Abluft als Umluft dem RLT-Gerät zugeführt, dort entfeuchtet und nacherwärmt und dann der Schwimmhalle wieder als trockene Zuluft zugeführt. Dieses Vorgehen ist viel effektiver als der Weg über die Wärmerückgewinnung. Geht aber natürlich nur, wenn die Luftqualität der Abluft noch stimmt.

Die Fortluft

Nach dem Abluft-RLT-Gerät wird die Luft, die dann übrigens nicht mehr Abluft, sondern Fortluft heißt, über den Fortluftkanal und den Fortluftauslass ins Freie geblasen. Bei der Positionierung der Fortluftauslässe müssen

wir darauf achten, dass wir die Fortluft so wegblasen, dass sie nicht gleich wieder beim nächsten Außenlufteinlass angesaugt oder in das nächste offen stehende Fenster gedrückt wird. Wir müssen aber auch verhindern, dass die Fortluft im Bereich von Verkehrswegen ausgeblasen wird. Ich gebe zu, dass die Filmszene, in der Marilyn Monroe auf einem U-Bahnschacht steht und ihr Kleid gegen den aufsteigenden Luftstrom festhält, schon sehr lecker ist (Abb. 15). Dennoch sollten wir uns solche Kapriziosen verkneifen.



Abb. 15:
Das wohl
berühmteste
Marilyn
Monroe-Foto

Nicht, weil es bei der heutigen Jeans-tragenden Frauenwelt ohnehin völlig vergebene Liebesmühe wäre. Nein, es stellt schlich und ergreifend im Winter ein Gefahrenpotenzial aufgrund von Glatteisbildung aus dem Schmelzwasser dar, dass durch den warmen feuchten Luftstrom entsteht. Wie auch schon bei den Außenlufteinlässen sollten natürlich auch Fortluftauslässe gegen ungebetene

zwei- bis vierbeinige Besucher durch Gitter oder Jalousien geschützt werden.

Chancen und Grenzen: So funktioniert die dezentrale Klimatisierung

Wir haben nun erfahren, wie sich eine raumluftechnische Anlage im Einzelnen aufbaut und was für wesentliche Bestandteile dafür notwendig sind. Wir haben uns dabei ein so genanntes zentrales RLT-System angesehen. Dieses Wörtchen „zentral“ bedeutet, dass die Zuluft in einem einzigen RLT-Gerät aufbereitet, das heißt erwärmt, gekühlt, entfeuchtet oder befeuchtet wird, und dass die so aufbereitete Luft dann in alle Räume mit ein und demselben Luftzustand eingebracht wird. Wir sprechen in dem Fall von einer „zentralen Klimatisierung“.

Es ist aber auch denkbar, dass jeder Raum, ja sogar jeder Arbeitsplatz, ein kleines, individuelles RLT-Gerät hat, in dem dann nur für diesen Raum oder Arbeitsplatz die Luft so aufbereitet wird, wie der Nutzer es gerne hätte. In diesem Fall sprechen wir von der so genannten „dezentralen Klimatisierung“. Natürlich gibt es bei der dezentralen Klimatisierung für 100 Räume nicht 100 Kanalnetze, die durch das Gebäude wuseln, und es stehen auch nicht 100 RLT-Geräte in einer Technikzentrale. Bei dieser Art der Klimatisierung erfolgt der Außenluftansaug unmittelbar über die Fassade des jeweiligen Raums. Das RLT-Gerät, das in Form einer Truhe, eines Schränkchens oder einer Wandeinheit irgendwo an der Raumwand herumsteht

oder herumhängt oder sich im Doppelboden befindet, saugt die Außenluft auf einem sehr kurzen Weg durch die Wand über die Fassade an, bläst die aufbereitete Luft direkt in den Raum, saugt sie aus dem Raum auch wieder ab und bläst sie über die Fassade ins Freie. Wir können uns vorstellen, dass das Problem von Bypass-Strömungen hier besonders sorgfältig behandelt werden muss (Abb. 16).

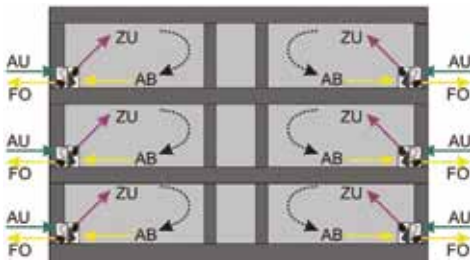


Abb. 16: Die prinzipielle Wirkungsweise eines dezentralen Klimasystems

Bei der dezentralen Klimatisierung – das heißt, jedes individuelle RLT-Gerätchen ist völlig autark – gibt es zumindest heute noch ein paar technische Grenzen. Heizen, Kühlen und Lufttransport sind kein Problem, denn schließlich haben solche Geräte ja nur Luftströme von maximal $200 \text{ m}^3/\text{h}$ zu bewältigen. Die integrierte Wärmerückgewinnung kostet zwar Platz, geht aber auch. Luft filtern geht auch, aber hinreichend große Filterflächen unterzubringen wird bisweilen schwierig. Richtig eng wird es aber bei drei Punkten:

■ Erstens bei der Luftbefeuchtung. Es gibt zwar kleine, schnuckelige Luftbefeuchter, die

für dezentrale Klimatisierung geeignet sind, allerdings ist das notwendige Wasser- und Hygienemanagement für viele Einzelgeräte schon sehr aufwändig.

■ Zweitens bei der Luftentfeuchtung. Das klappt zwar theoretisch in dem Kühler des Dezentralgeräts ebenso spitzenmäßig wie im großen RLT-Zentralgerät, doch stellt sich hier die Frage: Was mache ich mit dem Kondenswasser? Es abführen – aber wohin? Extra dafür nochmal ein Kondensatablaufnetz zu installieren ist viel zu aufwändig und viel zu teuer. Und das Kondensat sich so einfach selbst in einer Wanne zu überlassen und zu warten, bis es irgendwann von selbst verdunstet ist, hat auch so seine Haken: In dem warmen Wasser vermehren sich Mikroben und Bakterien wie die Weltmeister, und irgendwann fängt es dann auch an zu miefen. Daher haben sich die Anbieter solcher dezentralen Geräte dazu entschlossen, den Entfeuchtungsbetrieb konsequent zu vermeiden (über eine entsprechende Regelungstechnik) und Kondensat erst gar nicht entstehen zu lassen. Im Fachjargon heißt das: Die Oberflächentemperatur des Kühlers wird so eingestellt, dass sie um mindestens 1 bis 2 Kelvin über der Taupunkttemperatur der Außenluft liegt. Das wiederum hat Konsequenzen: Wenn nämlich die angesaugte Außenluft schwül und feucht ist, muss die Temperatur des in den Kühler strömenden Kaltwassers solange erhöht werden, bis wirklich kein Kondensat entstehen kann – und das kostet Kühlleistung, die der Raum vielleicht

dringend braucht, um die Temperatur erträglich und behaglich zu halten.

■ Drittens bei der Kühlleistung. Bei einem Luftstrom von etwa $120 \text{ m}^3/\text{h}$, die so ein typisches Dezentralgerät im Standardbetrieb ansaugt, beträgt die auf den Luftstrom übertragbare Kälteleistung um die maximal 600 bis 800 W. Wenn man nun bedenkt, dass Außenluft im Sommer schon mal sehr deutlich über $30 \text{ }^\circ\text{C}$ ansteigen kann und im Raum kuschelige $26 \text{ }^\circ\text{C}$ aufrecht erhalten werden sollen, muss man nicht lange rechnen: Diese Kälteleistung reicht gerade mal aus, um die Außenluft zur Zuluft auf das Niveau der Raumluft runterzukühlen (oder vielleicht um 1 bis 2 Kelvin darunter). Das bedeutet: Die Kühlwirkung des Dezentralgeräts ist quasi Null. Darum bieten die meisten Hersteller dieser Geräte diese auch als „unterstützende mechanische Lüftung mit ergänzender Kühlfunktion“ an und nicht als Klimaanlage.

Eine weitere Besonderheit muss bei den dezentralen Geräten noch hinsichtlich der eingesetzten Ventilatoren berücksichtigt werden. Da die Geräte ja im Raum stehen, müssen nun besonders geräuscharme Ventilatoren eingesetzt werden, die aber hinsichtlich ihres Wirkungsgrads nicht immer ganz toll sind (Abb. 17).

Ein anderer Knackpunkt ist der Luftanschluss über die Fassaden. Jeder Fassadendurchbruch bedeutet naturgemäß eine thermische Schwachstelle. Bei 100 oder 200 Fassadendurchbrüchen – für jedes dezentrale RLT-Ge-



Abb. 17: Blick in ein Dezentral-Lüftungsgerät mit allen Funktionen zur Filterung, Temperierung und Förderung der Zuluft

räten braucht es ja einen Außenluftansaug und einen Fortluftauslass – wird eine Fassade schon arg perforiert, was zu Problemen führen kann – und auch manchen Architekten in den Selbstmord treiben könnte.

Dezentrale Klimatisierung ist aber schon was ganz Feines. Denn nun kann ja jeder Nutzer sein eigenes, individuelles Kleinklima genau so einstellen, wie er es gerade für angenehm empfindet – und das ist sehr wichtig für den, der nun an einem Knöpfchen drehen kann. Da kann der „Afrika-Typ“ nun die Temperaturen im Winter auf $26 \text{ }^\circ\text{C}$ hochjubeln, während sich der „Eskimo-Typ“ im Sommer die für ihn angenehmen $16 \text{ }^\circ\text{C}$ gönnt. Alles ist möglich, alles ist gut und jeder ist glücklich. Oder etwa doch nicht?

Aus rein technischer Sicht kann jedes dezentrale RLT-Gerät natürlich beliebig gefahren werden, praktisch kommt man da aber schnell an Grenzen. Grenzen hinsichtlich der Versorgung mit Heiz- und Kühlenergie für die Wär-

metauscher und an Grenzen hinsichtlich der Energieaufnahme bezogen auf das gesamte Gebäude. Dies bedeutet, dass bei der dezentralen Klimatisierung ein Prozess- und Energiemanagementsystem über das Gebäude gestülpt werden muss, an dem jedes dezentrale RLT-Gerätchen angeschlossen ist, und dass dann von diesem Managementsystem im Rahmen vorgegebener Grenzen gecoacht und überwacht wird. Grenzen könnten hierbei zum Beispiel sein, dass die maximal mögliche einstellbare Temperatur im Winter auf 24 °C und die minimal möglich Temperatur im Sommer auf 19 °C beschränkt wird. Oder dass bei Abwesenheit die Raumklimatisierung auf einen Standby-Modus geschaltet wird. Oder dass bei hohen Gesamtleistungsbedarfen ein so genanntes Lastabwurfmanagement aktiviert wird, bei dem der Stromverbrauch und damit auch die Klimatisierung in unwichtigeren Bereichen des Gebäudes zurückgefahren beziehungsweise abgeschaltet werden. Und vieles mehr. Dieses Managementsystem hat damit die Aufgabe eines Nervensystems, bei dem die Funktionen des Gebäudes bedarfsgerecht optimiert werden, wobei die Kosten hierfür immer im Blick bleiben. Und das ist was ganz Feines, wenn es denn auch richtig funktioniert.

Es gibt noch eine Reihe von Spielarten und Varianten bei der dezentralen Klimatisierung. Nach der reinen Lehre hat bei dezentraler Klimatisierung jedes RLT-Gerätchen einen eigenen Außenluftansaug und einen eigenen Fortluftauslass über die Fassade. Wir können

von diesem Konzept aber abweichen, in dem wir weiter für jede Dezentraleinheit einen individuellen Außenluftansaug haben, die Abluft nun aber über ein zentrales Abluftnetz mit zentraler Wärmerückgewinnung aus dem Raum absaugen (Abb. 18). Mit dieser Methode kann zum Beispiel sichergestellt werden, dass in einem Raum immer ein minimaler Luftaustausch stattfindet, auch wenn der Raum über längere Zeit nicht genutzt wird.

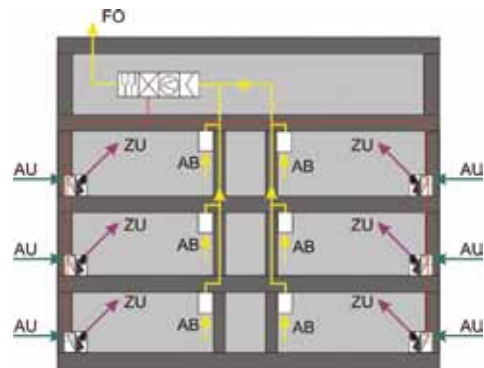


Abb. 18: Aufbau eines Klimasystems mit raumweisen dezentralen Geräten, zentraler Abluftentnahme und Wärmerückgewinnung

Dies könnte zum Beispiel in Hotels ganz hilfreich sein. Es ist aber auch denkbar, dass in einem zentralen RLT-System vor jedem Stichkanal in einen Raum noch eine kleine Kiste mit einem Luftherhitzer und einem Luftkühler dazwischengeflanscht wird. Über diese beiden Wärmetauscher kann dann der Nutzer im Raum die Luft aus der zentralen Luftaufbereitung noch ein bisschen nacherwärmen oder ein bisschen nachkühlen, um somit seinem

Wunschklima näher zu kommen. Diese Mischung aus zentraler und dezentraler Klimatisierung nennt man „hybride Systeme“ und die kleinen, dazwischengeflanschten Kisten mit den Wärmetauschern heißen „Zonenköpfe“.

Die Entscheidung, welche Art der Klimatisierung umgesetzt wird, zentrale Klimatisierung, dezentrale Klimatisierung oder irgendeine Mischform daraus, hängt in erster Linie von der Art der Gebäudes, dem Bedarf an thermischer Energie zum Heizen und Kühlen, von der Art der Nutzung und auch von den Nutzern ab. An dieser Stelle braucht es zur Entscheidungsfindung eine wirklich gute und kompetente Bera-



Abb. 19: Ein Wärmerad zur Wärmerückgewinnung (auch Wärmerotor oder Regenerator genannt)

tung. Und weil Dezentralgeräte nun mal keine großen Kühllasten abdecken können, werden sie meist in Ergänzung zu Kühldeckenflächen eingesetzt.

Zentrale RLT-Systeme – ein paar beständige Wahrheiten

Das mit den beständigen Wahrheiten ist ja immer so eine Sache. Was heute wahr und unumstößlich ist, kann morgen schon zum Treppenwitz rudimentieren. Nicht anders ist es auch im Bereich der technischen Gebäudeausrüstung und der Gebäudeklimatik. Es gibt dennoch Dinge, die unterliegen keinen Modetrends und die kann man auch ideologisch nicht so leicht verbiegen.

Wärmerückgewinnung

Das Thema Wärmerückgewinnung wird immer wieder gern hergenommen, um unnötige Technik am Bau zu brandmarken. „Zu teuer“, „nicht rentabel“, „unnötig“, „ideologisch grün angemalt“; das sind Attribute, die im Zusammenhang mit Wärmerückgewinnung manchmal zu hören sind. Eine Vielzahl von Untersuchungen landauf, landab hat aber gezeigt, dass das alles nicht haltbar ist. Die Wärmerückgewinnung in RLT-Anlagen mit normalen Laufzeiten ist aufgrund der Netto-Energieeinsparung immer ein Geschäft. Das heißt, wir müssen über Wärmerückgewinnung heute gar nicht mehr diskutieren, wir müssen

Wärmerückgewinnung einfach nur standardmäßig einbauen. Außerdem wird die Energieeinsparung 2009 (EnEV) /1/ – wenn sie so im Bundesrat durchgeht wie vorgesehen – bei neuen und modernisierten RLT-Anlagen eine Wärmerückgewinnung zwingend vorschreiben (Abb. 19).

Lufttransport

Ein anderer Komplex betrifft den Bereich des Lufttransports. Die Ventilatoren saugen Luft an, schieben sie durch das Kanalsystem und blasen sie wieder aus. Dies gilt sowohl für den Zuluftstrang als auch für den Abluftstrang. Eine physikalische Grundtatsache ist es aber, dass Luft, die durch Kanäle und um Ecken und Kanten strömt, durch Reibungs- und Widerstandskräfte abgebremst wird. Um dieses Abbremsen zu kompensieren, müssen die Ventilatoren schneller sausen um einen höheren Druck aufzubauen. Es ist einsichtig, dass die Ventilatoren umso mehr sausen müssen, je größer die Widerstandskräfte sind, wenn man weiter die gleiche Menge Luft transportieren will. Und dass die Ventilatoren umso mehr Strom benötigen, je schneller sie sausen müssen, liegt auch auf der Hand. Unser Ziel muss es daher sein, RLT-Systeme so zu planen und zu bauen, dass sie möglichst geringe Widerstandskräfte und damit Druckverluste haben. Wir müssen die Druckverluste im RLT-System reduzieren, wo es nur geht. Die Frage ist nur, wie wir das anstellen sollen. Dazu haben uns

die alten Meister der Physik ein paar hilfreiche Naturgesetze ins Köfferchen gepackt:

- je länger ein Kanal ist, desto höher werden die Druckverluste;
- je mehr Kurven ein Kanal hat, desto höher werden die Druckverluste;
- je schneller die Luft durch einen Kanal strömt, desto mehr – mit dem Quadrat der Geschwindigkeit – steigt der Druckverlust (das heißt: aus der doppelten Geschwindigkeit folgt ein vierfacher Druckverlust);
- je mehr die Querschnittsform eines Kanals vom Kreis oder Quadrat abweicht, desto höher werden die Druckverluste.

Mit diesen schlaun Aussagen können wir nun an die Optimierung unserer RLT-Systeme rangehen. Fangen wir mit dem Wichtigsten an: dem Strömungsquerschnitt. Wir haben doch gehört, dass der Druckverlust quadratisch mit der Strömungsgeschwindigkeit ansteigt. Die Strömungsgeschwindigkeit ist aber wiederum vom Luftvolumenstrom selbst und von der Querschnittsfläche des Kanals abhängig. Bei gleich bleibendem Luftvolumenstrom nimmt die Strömungsgeschwindigkeit ab, wenn die Querschnittsfläche zunimmt – logisch! Und wenn die Luft nun mehr Platz hat, kann sie sich mehr Zeit lassen und damit auch langsamer bewegen. Für unser RLT-System heißt das, dass wir die Luftkanäle so groß wie möglich machen sollten. In der Praxis finden wir Beispiele, in denen Luft mit 12 m/s und mehr durch Minikanäle gepresst wird. Das ist energetischer Wahnsinn. Aber wenn man das den Bauver-

antwortlichen dann um die Ohren haut, heißt es nur ganz lapidar: es war kein Platz da für größere Kanäle. Prima, sehr schön, wunderbar, so können wir weitermachen. Das Schlimme daran ist nur, dass das nicht die Ausnahme ist, sondern die Regel.

Es stimmt, Luftkanäle haben Dimensionen, dass wir sie nicht mal schnell hinter Fußbodenleisten verschwinden lassen können. Die Kanäle und deren Trassenführung müssen aufgrund ihrer Größe bereits im sehr, sehr frühen Entwurfsstadium eines Gebäudes mit berücksichtigt werden. Und dies geschieht einfach noch zu selten. Und wenn es dann doch einmal geschieht, dass ausreichend Platz für Kanäle vorgehalten wird, kommt spätestens während der Bauausführung irgendein Nasenbär dahergelatscht und montiert seine Kabelpritsche so intelligent, dass da kein Kanal mehr reinpasst. Und dann geht das große Im-

provisieren los: kleinere Querschnitte, ein Rudel von Kanalbögen zum Umfahren von irgendwelchen Hindernissen, Kanäle, die so flach sind wie eine Flunder und eine Trassenführung, die den Vergleich mit einem Wollknäuel nicht zu scheuen braucht. Dass damit dann im Betrieb der RLT-Anlage sinnlos Unmengen an Energie verschleudert werden, muss, glaube ich, nicht eigens betont werden (Abb. 20).

Wir müssen daher darauf achten, dass sowohl die Dimensionen der Kanäle hinreichend groß als auch die Trassenführung der Kanalnetze kurz und einfach gehalten werden. Darüber hinaus ist es sehr wichtig, dass die Kanäle auch dicht sind. Es macht ja nun wirklich keinen Sinn, Luft aufwändig und für viel Geld aufzubereiten, und dann verschwindet diese tolle Luft durch irgendwelche Undichtigkeiten im Nirwana des Gebäudes. Mehr dazu im Kapitel 2.3.



Abb. 20: Bereits bei der frühen Planungsphase eines RLT-Systems ist auf eine optimale Führung der Luftkanäle zu achten, um unnötige Abknickungen, Abzweigungen usw. zu vermeiden und dadurch die Druckverluste zu minimieren

Betrieb und Wartung von RLT-Anlagen

Viele Fachleute beschäftigen sich mit jeder Menge Engagement und Grips mit der Planung und Umsetzung von tollen und energieeffizienten RLT-Anlagen. Wenn dann die Anlagen aber fertig sind und in Betrieb genommen wurden, wenn also der Alltag im Gebäude eingetreten ist, wird es meist sehr ruhig um diese Anlagen. Eigentlich fühlt sich niemand so recht dafür verantwortlich - warum auch, es funktioniert ja alles. Und wenn mal was kaputt geht, wird halt schnell repariert, so wie bei all den anderen Dingen im Haus auch. Da RLT-Anlagen in der Regel aber recht robuste Kerlchen sind, geht da auch so schnell nichts kaputt. Das ist zwar auf der einen Seite erfreulich, führt aber auf der anderen Seite dazu, dass die Anlagen sukzessive in Vergessenheit geraten.

Nicht dass die RLT-Anlagen als solche mit diesem Vergessenwerden ein psychisches Problem hätte („Heul, Flenn, Wimmer, keiner hat mich lieb!“). Nur, wer vergessen wird, der wird auch nicht gewartet und gepflegt. Und darin liegt das Problem. Ich spreche jetzt nicht von den großen Dingen dieser Welt, wie zum Beispiel dem Umstand, dass die Regelung von RLT-Anlagen, für teures Geld beschafft und einmal eingestellt, in der Regel nicht mehr verändert wird, auch wenn sich die Bedarfe und Anforderungen im Gebäude ständig ändern und eigentlich nach Anpassung schreien. (In diesem Fall hätte man sich die teure Regelungs- und Automatisierungstechnik auch schenken kön-

nen.) Nein, ich spreche von den kleinen Dingen am Wegesrand.

Ich wurde einmal in einen Industriebetrieb gerufen, weil man eine neue Lüftungsanlage für die Produktionshalle benötigte. Grund: „Die alte (Anlage) tut es nicht mehr. Sie (die Anlage) ist wohl zu schwach.“ Nun gut, ich habe mir die Situation vor Ort angesehen. Die Anlage war mit ca. 15 Jahren schon in die Jahre gekommen, und der Ventilator winselte auch schon ganz kläglich auf seiner Antriebswelle. Eine Luftbewegung an den Zuluftdurchlässen war nicht feststellbar, von Luftaustausch in der Halle konnte keine Rede sein. Auf meine schüchtere Frage, ob ich bitte die Filterkammer sehen dürfte, wurde ich mit großen, erstaunten Augen angeguckt:

Betreiber: „Filterkammer, was ist das?“

Ich: „Filterkammer; das ist der Teil in der Lüftungskiste, in dem die Taschenfilter eingebaut sind“.

Betreiber: „Taschenfilter – nie gehört?“

Ich: „Wer hat denn bei Ihnen den letzten Filterwechsel durchgeführt?“

Das Erstaunen über diese fast schon unsittliche Frage wuchs ins Grenzelose, wick aber dann einer vagen, aber doch greifbaren Erkenntnis.

Betreiber: „Ich glaube, das könnte der Maier wissen, unser alter Hausmeister“ (der Name des Herrn wurde zum Schutz der Person und des Unternehmens geändert, obwohl Hausmeister ja wirklich häufig Maier heißen).

Es stellte sich dann heraus, dass der gute Mann schon seit sieben Jahren in Pension war. Aber

ein kurzer Anruf bei ihm zu Hause hat dann das Rätsel gelöst: Die Filter der RLT-Anlage wurden noch nie ausgetauscht. Gut, nach längerer Suche haben wir dann auch die Filterkammer gefunden (sie war in der Deckenkonstruktion des Hallendachs so integriert, dass man erst nach längeren Demontagearbeiten rankam). Als dann die Kammer geöffnet wurde, war alles klar. Die Filtertaschen waren steif vor Dreck. Eine etwa zwei Zentimeter dicke Schicht aus Staub, Eisenrost und Ölschlamm waren auf den Filtermatten. Dass da keine Luft mehr durchging, war in der Tat kein Wunder. Der Dreck von 15 Jahren Dauerbetrieb einer Fertigungshalle war auf dem Filter vereinigt (ein Leckerbissen für Industriearchäologen). Mit wenigen Handgriffen waren die Filter ausgetauscht, und die Anlage funktionierte wieder



Abb. 21: ohne Worte!

(trotz wimmerndem Ventilator; der wurde erst einige Wochen später ausgetauscht).

Diese Geschichte ist leider kein Einzelfall. Oft wird schlicht und einfach vergessen, die einfachen, aber regelmäßig notwendigen Wartungsarbeiten an RLT-Anlagen durchzuführen. Der Grund hierfür ist einfach und leicht zu erklären. Verschmutzte Luft aus RLT-Anlagen sieht man nicht, daher fällt sie auch nicht gleich auf. Und wenn es dann im wahrsten Sinne des Wortes schon zum Himmel stinkt, kommt niemand auf die Idee, die wahren Ursachen zu ermitteln.

Wartung und Reinigung von RLT-Anlagen sind kein luxuriöses Hobby. Es ist dringende Notwendigkeit. Ohne regelmäßige Wartung und Reinigung werden RLT-Anlagen mit der Zeit zu gefährlichen Dreckschleudern, die mit dem ursprünglichen Ziel, nämlich der Schaffung von Behaglichkeit, nun wirklich nichts mehr zu tun haben. Sie bewirken dann das Gegenteil: Sie generieren Krankheiten, Demotivation und wirtschaftliche Verluste. Und für wen das nicht Ansporn genug ist, für den habe ich noch den rechtlichen Fingerzeig. Die Richtlinie VDI 6022 /2/ schreibt bereits seit mehreren Jahren Art und Umfang der Wartung von RLT-Anlagen vor. Die Richtlinie VDI 6022 /2/ (siehe dazu Kapitel 4.3 in diesem Buch) schreibt sogar spezielle Schulungen über die Hygiene in RLT-Anlagen vor. Und wer sich nicht daran hält, ist der Mops vom Dienst. Denn wenn irgendetwas passiert, egal, ob es mittelbar oder unmittelbar mit

dem hygienischen Zustand der RLT-Anlage zutut hat oder nur zu tun haben könnte, und es können Mängel in der Wartung und Reinigung nachgewiesen werden, wird es verdammt eng für die Verantwortlichen.

Lassen Sie uns daher die Wartung und Reinigung von RLT-Anlagen nicht auf die leichte Schulter nehmen, sondern sie wie auch das Thema Trinkwasser als essentiellen Bestandteil des Facility Managements eines Gebäudes oder einer Liegenschaft ansehen.

Denn Luft ist das wichtigste Lebensmittel, das wir kennen – versuchen Sie doch mal, zwei Minuten ohne Luft klarzukommen. Lassen Sie sie uns also auch als solches behandeln.

Im Kapitel 2.1 verwendete Normen, Literaturstellen und Quellen:

/1/ EnEV 2009

Verordnung der Bundesregierung zur Änderung der Energieeinsparverordnung 2007.
Bundestagsdrucksache 569/08 vom 8. August 2008 (Entwurf, noch nicht verabschiedet)

/2/ VDI 6022

Blatt 1: Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte (4/2006)

Blatt 2: Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte –

Messverfahren und Untersuchungen bei Hygienekontrollen und Hygieneinspektionen (7/2007)