



Abb.1 Zuluftdecke im Operationssaal des Klinikums Lich

## Klimatechnik im Krankenhaus

Zu den anspruchsvollsten und komplexesten Disziplinen in der Raumluftechnik gehört das Krankenhaus. Die Auseinandersetzung mit diesem Thema stellt für TGA-Planer, Anlagenbauer und Komponentenhersteller eine besondere Herausforderung dar und bedarf großer Erfahrung und Kompetenz. Die genaue Kenntnis von Struktur und Ablauf ist ebenso Voraussetzung wie die Kenntnis und sichere Interpretation der einschlägigen Vorschriften und Regelwerke. Der Einsatz der „Life-Cycle-Costs“-Analyse auf die Zentralklimaanlage stellt in diesen Bereichen mittels der Energieberechnungen nach DIN V 18955 sowie VDI 2067-1 ein anschauliches Planungsinstrument dar.

### Systemkompetenz in der Raumluftechnik

Dipl.-Ing. Wolfgang Schmitt, Key-Account-Manager Krankenhaus/Hygiene

Dipl.-Ing. Georg Hetzel, Forschung & Entwicklung

Tomas Hecker, Business Development

Dipl.-Betriebsw. Daniel Fischhaber, Business Development

Die im Krankenhaus anzutreffenden Aufgabenstellungen sind vielfältig und zum Teil sehr unterschiedlich. Nutzungsbereiche mit normalen Anforderungen umfassen beispielsweise Pflegebereiche, Aufenthalts- und Besprechungsräume für das Personal sowie Büroräume der Verwaltung und der sozialen Dienste. Den größeren Anteil stellen Nutzungsbereiche mit besonderen Anforderungen dar. Das Spektrum reicht von Küchen und Bädern über Wä-

schereien und Räumlichkeiten für die Sterilisation bis zu Intensivpflegestationen und Isolierzimmern. Den höchsten Anspruch stellen Behandlungs- und OP-Abteilungen dar, in denen direkte Eingriffe am Patienten durchgeführt werden. Hierzu wurden aktuell neue Richtlinien veröffentlicht, die genau beachtet und gewissenhaft umgesetzt werden müssen.

Diesem teilweise sehr hohen technischen Anforderungen steht die wirtschaftliche Si-

tuation der meisten Krankenhäuser gegenüber. Durch die Einführung von Fallpauschalen und steigenden Energiepreisen ist ein hoher Kostendruck entstanden, der die Einrichtungen zum Handeln zwingt. Längst fällige Sanierungsmaßnahmen müssen umgesetzt werden, wobei neue Konzepte und Lösungen gefragt sind, die zu niedrigeren Betriebskosten bei höherer Produktivität führen. Kurzfristige Maßnahmen und irreparable Fehlplanungen führen nur tiefer in die roten Zahlen. Ein frühzeitig erstelltes Pflichtenheft, das von Investor, Betreiber, Planer, Ärzteschaft und dem Hygieniker getragen wird, ist Basis für eine optimale Planung. Hoheitlicher Koordinator wird auch zukünftig der Fachplaner mit entsprechender ingenieurtechnischer Fachkompetenz sein, unterstützt von Architekten.

Die folgenden Beispiele beschreiben Anforderungen und Lösungsansätze für die Raumlufttechnik unterschiedlicher Nutzungsbereiche und deren Systemkomponenten.

## OPERATIONSÄRÄUME

Der Operationsraum nimmt unter allen Räumlichkeiten im Krankenhaus eine bautechnische Sonderstellung ein. Diese betrifft neben Architektur und Ausführung auch die gebäudetechnische Ausstattung. Oberstes Gebot ist hierbei die Verhinderung von **postoperativen Infektionen (POI)**, die im Nachgang von chirurgischen Eingriffen durch die Kontamination der Wunde durch Keime und Bakterien stattfinden können. POI erhöhen einerseits den Leidensdruck und die Unzufriedenheit des Patienten, andererseits sind die erhöhten klinischen Aufwendungen durch die Fallpauschalen finanziell nicht abgedeckt.

Die Raumlufttechnik kann bei der Verhinderung von POI eine maßgebliche Hilfestellung leisten. Als erste Maßnahme wird hierbei im Raum eine positive Luftbilanz (Überdruck) eingehalten, um so ein Eindringen von Kontaminationen aus den Nachbarräumen zu verhindern. Die zweite Maßnahme besteht in der Installation eines wirksamen TAV-Systems (Turbulenzarme



Abb.2 Klimagerät AT4 in Hygieneausführung

Verdrängungsströmung), um damit eine dynamische Schutzzone mit keimfreier Luft in ausreichender Größe zu erzeugen, Abb.1. Diese ist in der Lage, die vom Personal und vom Patienten ausgehenden mikrobiellen Kontaminationen vom Wund-



Abb.3 Baumusterprüfung Hygiene ILH Berlin

bereich fernzuhalten und den Instrumententisch keimfrei zu halten.

Das TAV-System besteht aus mehreren Einzel-Komponenten, die zur Erzielung einer optimalen Schutzwirkung genau aufeinander abgestimmt sein müssen.

### ▶ TAV-Auslass

Vorzugsweise kommen Bauarten mit Schwebstofffiltern H13 und Gewebelaminaristoren zum Einsatz. Die erforderliche Größe des Auslassfeldes richtet sich nach der geforderten Raumklasse und der vorgesehenen OP-Disziplin. Für die Raumklasse Ia sind Schutzbereiche von min. 2,8x2,8 m anzustreben, was in der Regel mit Außenmaßen von 3,2x3,2 m realisierbar ist. Die Zuluft sollte mit einer Geschwindigkeit von 0,23–0,25 m/s und einer Untertemperatur von 0,5–3 K eingeblasen werden. Die Zulufttemperatur muss zwischen 19 und 26 °C einstellbar sein, Umluftbetrieb ist zulässig, der Mindestaußenluftanteil muss berücksichtigt werden.

### ▶ Strömungsstabilisatoren

Zur Verhinderung der Einschleppung kontaminierter Raumluft in den Zuluftstrom und zur Vermeidung von Kontrak-

tionen der Kolbenströmung sind Strömungsstabilisatoren (Luftleitschürzen) hilfreich. Die optimale Unterkante der Schürze liegt bei ca. 2,1 m ü. FFB. Mit abnehmender Länge verlieren sie ihre Wirksamkeit. Als bevorzugte Ausführung wird Verbundsicherheitsglas eingesetzt.

### ▶ OP-Leuchte

Einen bedeutenden Einfluss auf das TAV-System und den erzielbaren Schutzgrad haben die Anordnung und Ausführung der eingesetzten OP-Leuchten. Luftseitige Versperrung durch den Leuchtenkörper und die Oberflächentemperatur im Betriebszustand beeinflussen die Strömung nachhaltig. Da die Leuchtauswahl häufig primär nach den Anforderungen und Vorlieben der Chirurgen erfolgt, sollte es das Anliegen der Klimatechnik sein, auf die Wechselwirkungen mit der Luftströmung hinzuweisen und sich in den Prozess der Leuchtauswahl einzubringen.

### ▶ Abluft- und Umluftdurchlässe

Einen weiteren wichtigen Bestandteil eines TAV-Systems stellen die Ab- und Umluftdurchlässe dar, die zum Schutz des Kanalsystems mit Flusenabscheidern ausgerüstet sein müssen. Zwischenzeitlich setzten sich vermehrt große Zuluft-Deckenfelder durch, wobei die Maße des OP-Raumes selbst nicht größer wurden. Dabei war festzustellen, dass bei überwiegend oberer Absaugung die strengen Werte der neuen Abnahmeverfahren nur selten erreicht werden konnten. Neue Untersuchungen zeigen, dass bei überwiegend bodennaher Anordnung der Abluftdurchlässe bessere Schutzgrade erreichbar sind. Dabei ist die symmetrische Anordnung vorzuziehen.

### ▶ Raumheizung

Im OP-Raum werden vorzugsweise Wandflächenheizungen eingesetzt. Fußbodenheizungen oder Wärme aus darunter gelegenen Räumen können die Wirkung des TAV-Systems negativ beeinflussen. Der TAV-Auslass kann während des OP-Betriebes nicht für den Heizbetrieb eingesetzt werden. Heizeinrichtungen mit Konvektionswirkung sind nicht zulässig.

**ISOLIERZIMMER**

Ein weiteres anspruchsvolles Spezialthema aus dem Bereich Krankenhaus-Klimatisierung stellen Isolierzimmer dar. Um hierbei die unterschiedlichen RLT-Konzepte richtig bewerten zu können, müssen die Gründe für die Isolierung des Patienten differenziert werden. Man unterscheidet hier zwischen Isolierpflege und Sterilpflege.

Unter Sterilpflege versteht man im Allgemeinen die Pflege von infektionsgefährdeten Patienten, die vor ihrer Umgebung geschützt werden müssen (z.B. Immun-

suppressionen, Knochenmark-Transplantationen, Verbrennungen). Die Abluft strömt komplett in die Schleuse über und wird dort abgeführt (aktive Schleuse) oder im Sterilpflegeraum abgeführt und der Luftüberschuss strömt in die Schleuse über (passive Schleuse).

Für Räume der Isolierpflege gibt es verschiedene Ansätze der raumluftechnischen Behandlung.

Der Vorteil hierbei ist die Möglichkeit der multifunktionalen Verwendung des Pflegeraums für Steril- und Isolierpflege. Dabei müssen jedoch eine absolut dichte Raumhülle und eine sichere Verriegelung der Schleusentüren vorausgesetzt werden.

Darüber hinaus sind weitere Konzepte denkbar, insbesondere für die multifunktionale Verwendung der Pflegeräume. Beispielsweise Umschaltssysteme, bei denen unter Verwendung von motorisch absperrbaren Volumenstromreglern Unterdrucksysteme temporär als Überdrucksysteme betrieben werden können.

Bei hoch ansteckenden Infektionskrankheiten mit Seuchengefahr gelten besondere Anforderungen für Pflege, Isolation und Quarantäne, die im Einzelfall festgelegt und umgesetzt werden müssen.

In jedem Fall ist in der Planungsphase der zuständige Hygieniker hinzuzuziehen. Er definiert die Anforderungen des Nutzers, bringt seine Erfahrungen und Wünsche ein und begleitet die Abnahme der RLT-Anlage.

**HYGIENISCH EINWANDFREI  
AUFBEREITETE ZULUFT IST  
VON ZENTRALER WICHTIGKEIT**

Die Klimatisierung von Krankenhäusern, Praxen oder weiteren Einrichtungen, in denen jegliche Beeinträchtigung der Prävention hinsichtlich Infektion unbedingt auszuschließen ist, erfordert besondere Kenntnis in Planung und Manufaktur der Zentralklimaanlagen. Selbst in Räumen eines Krankenhauses abseits hoher infektiöser Gefahrenpotenziale gilt es, die Raumluft auf ein gesundheitsförderndes Niveau zu bringen. Grundsätzlich sind zentrale Lüftungs- oder Klimaanlagen konform der VDI 6022 [3] sowie der DIN 1946-4 [1, 2] auszulegen und zu planen. Ziel ist es, mikrobielles Wachstum durch die Wahl der richtigen Materialien zu vermeiden. Besonders die Konstruktionen mit glatten Innenflächen und einer kontinuierlichen und vollständigen Kondensatabführung sind hier die primäre Voraussetzung, Abb.2. So sind einige Sonderregeln für den Geräteaufbau eines Lüftungsgeräts als Hygieneapplikation zu beachten. Es sind zunächst

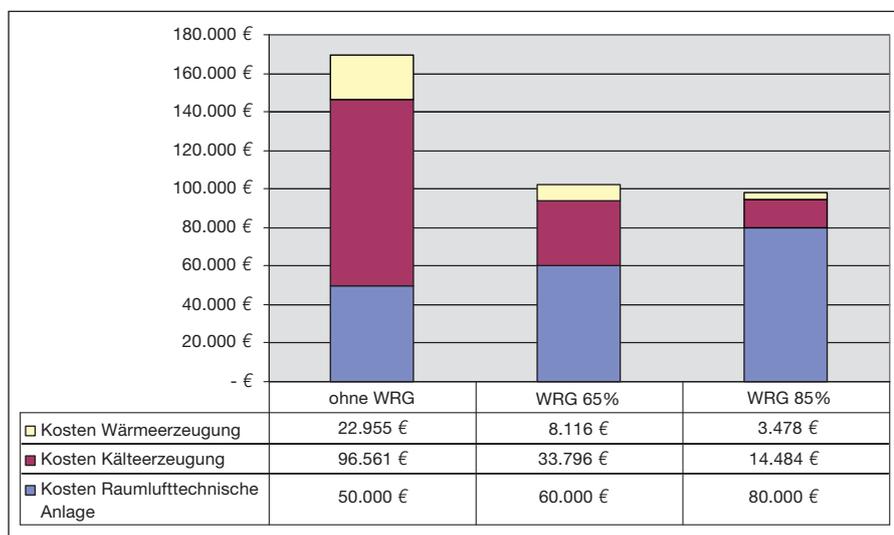


Abb.4 Investitionskostenvergleich für RLT-Anlagen mit verschiedenen Wärmerückgewinnungen unter Berücksichtigung des Investitionskostenanteils für die Wärme- und Kälteerzeugung

Isolierpflege bezeichnet die Pflege von infektionsgefährdenden Patienten, deren Umgebung vor ihnen geschützt werden muss (z.B. aerogen übertragbare Krankheiten, offene Tuberkulose, Varizelleninfektion).

Beide Raumtypen werden mit einer vorgelagerten Schleuse ausgerüstet, bei der sich beide Türen nicht gleichzeitig öffnen lassen. Hierdurch wird eine unkontrollierte Überströmung zwischen den zwei unterschiedlichen Raumzonen verhindert.

Räume der Sterilpflege werden mit schwebstoffgefilterter Zuluft (H13) versorgt und müssen immer eine positive Luftbilanz (Überdruck) zur Schleuse aufweisen. Im Pflegeraum werden Auslässe zur Erzeugung einer turbulenten Mischströmung eingesetzt, in Sonderfällen können auch Auslässe zur Erzeugung einer turbulenzarmen Verdrängungsströmung zum Einsatz kommen (z.B. Verbrennungen).

Im ersten Ansatz (VDI 2167 E-12/2004) wird eine umgekehrte Druckhierarchie aufgebaut, d.h. der Isolierpflegeraum weist eine negative Luftbilanz (Unterdruck) zur Schleuse auf. Dabei wird F9-gefilterte Zuluft in die Schleuse eingeleitet, strömt in den Isolierpflegeraum über und wird dort als belastete Abluft über H13 Filter abgeführt. Für derartige Installationen sind derzeit Lösungen in der Erprobung, die den Außenluftanteil durch die zusätzliche Verwendung von mobilen Umluftgeräten mit F9 Filtern reduzieren sollen.

Ein weiterer Ansatz (DIN 1946-4 E-2/2005) verwendet für die Räume der Isolierpflege das gleiche Konzept wie für die Räume der Sterilpflege, lediglich ist hier wegen der möglichen mikrobiellen Belas-

# ZIEHL-ABEGG...

## jetzt auch mit kleinen Ventilatoren!

Innovative Produkte auf höchstem technischen Niveau sind seit fast einem Jahrhundert Synonym für Ziehl-Abegg.

Als kompletter Systemanbieter von lufttechnischen Komponenten ist der Kundennutzen für uns von höchster Priorität. Hierzu gehört auch, Ihnen alles aus einer Hand anbieten zu können: Um diesem Grundsatz noch besser gerecht zu werden, wurde die Produktpalette um die Motorbaugröße 68 erweitert.

Somit erweitern wir unser Produktportfolio der Axialventilatoren um die Baugrößen 350 mm bis zu 200 mm und unserer Radialventilatoren von 250 mm bis 120 mm.



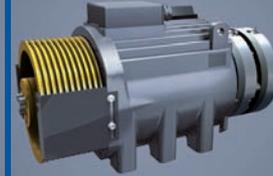
Lufttechnik



Regeltechnik



Antriebstechnik



Service



**ZIEHL-ABEGG** 

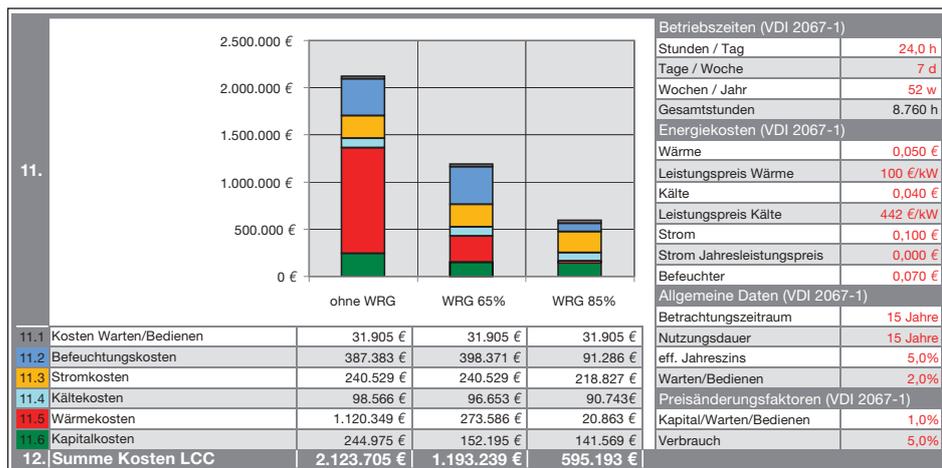


Abb.5 „Life-Cycle-Costs“-Analyse mittels AL-KO Software „LCC-optimize“; leistungsfähige WRGs verhelfen zu hohen Gesamtkosteneinsparungen.

ausreichende Einbauabstände zwischen den Komponenten für Wartungs- und Reinigungszwecke einzuplanen. Zur Vermeidung von Kondensatbildung sind die Außenluftklappen innerhalb des Gehäuses anzuordnen. So ist es beispielsweise nicht zulässig, Filter oder Schalldämpfer nach einer Befeuchtereinheit im Gerät zu platzieren. Auch Kühler ohne Tropfenabscheider sind nicht zulässig. Im Hinblick auf den Geräteaufbau ist auch auf die verwendeten Dichtungsmaterialien besonderes Augenmerk zu richten. Diese sollten desinfektionsmittelbeständig sein sowie eine physikalische und chemische Reinigung erlauben. Komponenten wie Luftfilter und Ventilatoren müssen erhöhten Anforderungen entsprechen.

Bei einstufiger Luftfilterung sind mindestens Filter der Klasse F7 zu verwenden, bei zweistufiger Luftfilterung mindestens die Klassen F5 plus F7. Staubluftseitige Filterwartung über eine Wartungskammer oder Schnellspannvorrichtung sollte gegeben sein. Außerdem muss das Feuchtigkeitspotenzial an den Außenluftfiltern sehr gering gehalten werden. Es ist daher günstig, die Außenluft mit einem Vorerhitzer zu erwärmen. Gespeist werden könnte dieser durch die zurückgewonnene Wärme mittels Kreislaufverbund-System oder durch Kreuzstromwärmetauscher aus der Abluft. Auch die Rückführung eines Teilluftstromes bis vor den Außenluftfilter ist ein probates Mittel zur Reduktion der Feuchtigkeit am Außenluftfilter. Weiterhin ist die Verwen-

dung von biostatistischen Filtermedien von Vorteil. Werden keilriemengetriebene Ventilatoren eingesetzt, sollte nach dem Ventilator ein Filter der Klasse F7 eingesetzt werden. Besser noch ist der Einsatz von freilaufenden Rädern oder flachriemengeführten Ventilatoren. Ab einer Baugröße von 400 sind Gehäuseventilatoren mit Wasserablauf und Reinigungsöffnung zu installieren. Insgesamt ist eine Vielzahl von Besonderheiten zu beachten, wenn es um eine hygienisch einwandfreie Gerätekonstruktion geht. Dementsprechend sollte auf ein entsprechendes Prüf-Zertifikat (Baumusterprüfung; ILH Berlin-Institut für Lufthygiene) des Lüftungsgeräteherstellers geachtet werden, Abb.3.

Ebenso wichtig wie die korrekte Auslegung und Manufaktur ist die problemfreie Wartbarkeit dieser Zentrallüftungsanlagen. So stellte Prof. Ole Fanger in früheren Studien fest, dass die Qualität der Zuluft sich zu annähernd 40% an dem hygienischen Status des Zuluftgerätes orientiert. Trotz hygienisch einwandfreier Bauteile und Komponenten sowie vorschriftsmäßiger Innenkonstruktion können sich Verschmutzungsherde im Zentralgerät entwickeln. Dies bleibt jedoch nur unentdeckt, falls die Wartungen nicht konsequent stattfinden.

### WIRTSCHAFTLICHE KRANKENHAUS-KLIMATISIERUNG DURCH BETRACHTUNG DES GESAMTSYSTEMS

Neben den bereits geschilderten Anforderungen, die es hinsichtlich einer RLT-Hygie-

neausführung zu beachten gilt, gewinnt die Möglichkeit eines effizienten Betriebs solcher Zentralgeräte signifikant an Bedeutung. Oftmals sind installierte Anlagen bereits nach der Inbetriebnahme ein energetischer und betriebswirtschaftlicher Sanierungsfall, da eine Betrachtung der Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit nicht verlangt wurde und die Belange der Bauherren nicht ausreichend geprüft wurden. Häufig erreichen daher die operativen Kosten (insbes. die Energiekosten) ungeahnte Höhen.

Entwicklungen in der Praxis zeigen, dass diese Problematik durch eine Ausschreibung nach „Life-Cycle-Costs“ [1] zu lösen ist. Nachdem oftmals mehr als eine zentrale Klimatisierungs-Variante in Frage kommt – beispielsweise mit unterschiedlichen Varianten der Wärmerückgewinnung – ist neben der technisch kompetenten Auslegung von Lüftungs- und Klimageräten auch eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung vonnöten. Anhand von Berechnungsverfahren, welche aus der Normung entwickelt wurden, sind die „Life-Cycle-Costs“ verschiedener zentraler Klimatisierungskonzepte dem Investor/ Betreiber anschaulich darzustellen. Zumeist sind Amortisationszeiten (insbes. bei der hohen Auslastung in Krankenhäusern) von optimierten bzw. in ihrer Kombination richtigen Funktionseinheiten im Gerät überaus kurz. Der Energiekostenvorteil in den darauf folgenden Jahren ist deutlich im Budget der Betreiber spürbar.

Grundsätzlich wird angenommen, dass Komponenten in Klimageräten mit höheren Wirkungsgraden eine weitaus höhere Investitionssumme verursachen. Dem kann nur sehr bedingt zugestimmt werden. Es ist allgemein bekannt, dass sich höhere Investitionssummen – oder vielmehr die zusätzlichen Anschaffungskosten z.B. für Wärmerückgewinnungen mit höheren Wirkungsgraden – durch die signifikant geringeren Primärenergiekosten sehr schnell amortisieren. Nach der Amortisationszeit erwirtschaften die Betreiber sozusagen „Budgetgewinne“, welche für andere Zwecke investiert werden können. In vielen Fällen ist es sogar so, dass die Investitionskosten insgesamt gesehen niedriger sind. Energierückgewinnungseinheiten



# The art of handling air

## Lösungen für gutes Klima

- Luftdurchlässe
- Luft-Wasser-Systeme
- Dezentrale Lüftung
- Brand- und Rauchschutz
- Volumenstromregelung
- Schallschutz
- Luftfilterung
- Kommunikations-/ Automationssysteme
- Lüftungslösungen für Laboratorien

**TROX<sup>®</sup> TECHNİK**

The art of handling air

TROX GmbH

Heinrich-Trox-Platz  
D-47504 Neukirchen-Vluyn

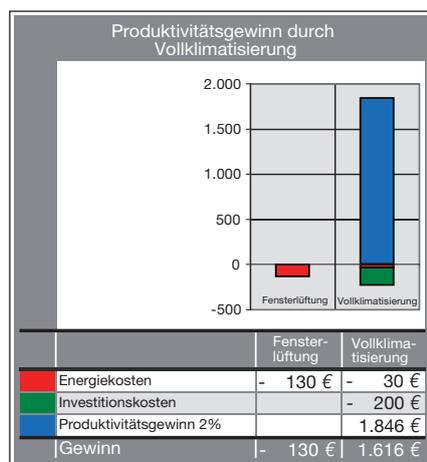
Telefon +49(0)28 45 / 2 02- 0  
Telefax +49(0)28 45 / 2 02- 2 65  
E-mail [trox@trox.de](mailto:trox@trox.de)  
[www.trox.de](http://www.trox.de)

mit hohen Wirkungsgraden sind zwar im Anschaffungspreis höher als solche mit geringeren Wirkungsgraden, doch kann in den meisten Fällen die separate Wärme- oder Kälteerzeugungseinheit kleiner und somit kostengünstiger dimensioniert werden. Kann mehr thermische Energie aus der Abluft zurückgewonnen werden, muss weniger thermische Energie zur Zuluftaufbereitung extern eingesetzt werden. Blockheizkraftwerke, Heizkessel oder Kältemaschinen/Wärmepumpen für die Erzeugung der thermischen Energie können so deutlich kleiner ausfallen. Verrechnet man diese Minderung der Investitionskosten mit den höheren Investitionskosten für leistungsfähigere Wärmerückgewinnungen in Lüftungsgeräten, so entsteht schon innerhalb der Investitionskostenstruktur für den Bauherrn ein finanzieller Vorteil, nicht erst innerhalb der Operativkostenstruktur.

Natürlich ist in der Planung die technische Gebäudeausrüstung bei der Investitionsentscheidung als eine Einheit zu sehen.

Beispielhaft wurde ein Investitionskostenvergleich angestellt. Hierbei wurde ein Zentrallüftungsgerät ohne WRG mit einem Zentrallüftungsgerät mit WRG (Wirkungsgrad 65 %) und einem Zentrallüftungsgerät mit WRG (Wirkungsgrad 85 %) hinsichtlich der Investitionskosten und der Kosten für Wärme- und Kälteerzeugung verglichen. Die Beispielrechnung bezieht sich jeweils auf eine Luftmenge von 31.000 m³/h. Die Berechnung zeigt, dass die günstigste Gerätekonzeption ohne WRG einen hohen Investitionskostenfaktor für Wärme- und Kälteerzeugung aufweist. Hier werden Wärme und Kälte extern erzeugt und in die Zuluft eingespeist. Gesamte Investitionssumme: 170.000 Euro. Im zweiten Beispiel kann die Investition in eine externe Wärme- und Kälteerzeugung signifikant reduziert werden aufgrund einer durchschnittlichen WRG im Lüftungsgerät. Gesamte Investitionssumme: 100.000 Euro. Im dritten Beispiel kürzt eine leistungsstarke WRG die gesamte Investitionssumme auf nur mehr 97.000 Euro, Abb.4. Eine Berücksichtigung weiterführender, indirekt mit der Zentralklimaanlage zusammenhängender Investitionen in technische Gebäudeaus-

rüstung wie Rohrnetze, Pumpen, Ventile, MSR, umbauter Raum etc. fand für diese abgekürzte Berechnung nicht statt. Insgesamt betrachtet kann festgehalten werden, dass eine leistungsstarke WRG die Investitionskosten für technische Gebäudeausrüstung deutlich verringert. Deshalb sollte sich der Fachplaner gleichermaßen mit den Auftragsempfängern für die zentrale Wärme- oder Kälteerzeugung als auch mit



dem Hersteller der Zentrallüftungseinheit abstimmen.

Zur „Life-Cycle-Costs“-Analyse gehört neben der Berücksichtigung der Investitionskosten insbesondere die Berechnung der zu erwartenden Energiekosten. Exemplarisch für die Anwendung im Krankenhaus wurde hier die entsprechende Berechnung nach DIN V 18599 sowie VDI 2067-1 angestellt. Zugrunde gelegt wurden hier Betriebszeiten, Energiekosten, Preisänderungsfaktoren und allgemeine Daten (betriebswirtschaftlich relevante Werte) sowie eine Luftmenge von 31.000 m³/h, Abb.5. Anhand dieser Darstellung ist die Entscheidungsfindung für den Bauherren und Fachplaner nicht schwer. Die Gesamtkosten (über 15 Nutzungsjahre hinweg kalkuliert) differieren zwischen einer Zentrallüftungsanlage ohne WRG zu einer Zentrallüftungsanlage mit WRG (Wirkungsgrad 65 %) in Höhe von mehr als 900.000 Euro. Zwischen einer Zentrallüftungsanlage mit WRG (Wirkungsgrad 65 %) und einer Zentrallüftungsanlage

mit WRG (Wirkungsgrad 85 %) ergibt sich wiederum ein Gesamtkostenunterschied über 15 Nutzungsjahre hinweg in Höhe von mehr als 590.000 Euro.

## PFLEGEBEREICHE UND PERSONAL-RÄUME

Nach Vorschriftenlage müssen Personal- und Aufenthaltsräume, aber auch große Teile der Pflegebereiche nicht zwangsläufig

Abb.6 Die Lohnkosten einer Krankenschwester betragen im Jahr ca. brutto 22.300 Euro [4] plus 38 % Personalnebenkosten [5] ergeben gesamte Personalkosten pro Mitarbeiter von 30.774 Euro mal 2 % Produktivitätssteigerung mal 3 Dienstschichten ergeben 1.846 Euro Rendite pro Mitarbeiter und Jahr. Zieht man hiervon die Investitionskosten für die raumlufttechnischen Anlagen (Vollklimaanlage) in Höhe von 200 Euro pro Person und Jahr ab (160 Euro pro m² [8] mal 14 m² pro Person [10] mal Annuitätsfaktor [(aus 4 % Zinsen bei 15 Jahren) [11] 0,09] = 200 Euro) sowie die Energiekosten für den Betrieb der Vollklimaanlage in Höhe von 30 Euro pro Person/Jahr und saldiert das Ergebnis mit dem sich dadurch erübrigenden Energieverlust der Fensterlüftung in Höhe 130 Euro, so entspricht dies einer jährlichen Kosteneinsparung pro Arbeitsplatz oder Patient in Höhe von 1.746 Euro.

klimatisiert werden. Jedoch ist es sinnvoll, auch für diese Bereiche eines Krankenhauses eine Klimatisierung vorzusehen. Nicht nur, dass somit eine ganzheitlich hohe Luftqualität im Krankenhaus für den weiteren Genesungsweg der Patienten von Vorteil wäre – es käme hier auch die Ausweitung der Klimatisierung auf alle Bereiche des Krankenhauses den Mitarbeitern und schlussendlich auch den Krankenhausbetreibern zugute.

Der Produktivitätsverlust ohne Vollklimatisierung reicht in verschiedenen Studien von 2 % bis zu 100 %; ein Produktivitätsverlust von 10 % bei einer minderwertigen Raumluftqualität kann sehr leicht eintreten, und umgekehrt ist ein Anstieg der Produktivität um mindestens 6 % durch eine verbesserte Raumluftqualität durchaus realisierbar. Dies deckt sich auch mit den praktischen Werten für ein Bürogebäude [5, 6].

Eine hohe Luftqualität mittels maschineller Vollklimatisierung trägt also enorm zur Produktivitätssteigerung bei. So würde

sich ein Krankenhaus pro Jahr und Arbeitsplatz 1.567 Euro (Produktivitäts-Rendite Vollklimatisierung 1.437 Euro abzüglich negativer Produktivitäts-Rendite 130 Euro Fensterlüftung) einsparen, Abb.6. Auch die Attraktivität eines Arbeitsplatzes im Krankenhaus würde gesteigert werden.

#### FAZIT

Krankenhausklimatisierung erfordert Spezialisten in Planung, Manufaktur der Klimasysteme und Ausführung. Dies gilt primär hinsichtlich der besonderen hygienischen Anforderungen für Krankenhäuser – speziell bei derart hochsensiblen Anforderungen einzelner Bereiche und Räume. In der Planungsphase sollte die Zentralklimaanlage einer „Life-Cycle-Costs“-Analyse unterzogen werden. D. h. auf Basis von Energiemengenberechnungen nach DIN V 18599 sowie VDI 2067-1 werden die zu erwartenden Gesamtkosten für die Gesamtnutzungsjahre der Klimatisierung mittels der AL-KO Software „LCC-optimize“ anschau-

lich dargestellt. So wird es dem Bauherrn und den Betreibern möglich, sich für das insgesamt für ihn wirtschaftlichste Zentralklimasystem zu entscheiden. Auch ist es grundlegend sinnvoll, insgesamt eine Vollklimatisierung für das gesamte Krankenhausgebäude anzustreben, da optimale Luftqualität nicht nur die Genesungsdauer der Patienten verkürzt, sondern sich auch die Produktivität der Mitarbeiter erhöht. Die Unternehmensrendite aufgrund von Produktivitätssteigerung pro Mitarbeiter übersteigt um ein Vielfaches die Klimatisierungskosten pro Mitarbeiter. Gerade Krankenhäuser haben immer häufiger mit Rentabilitätsproblemen zu kämpfen. Deshalb ist auch die Wirtschaftlichkeit der technischen Gebäudeausrüstung unbedingt zu gewährleisten.

#### Autoren

*Dipl.-Ing. Wolfgang Schmitt, Key-Account-Manager Krankenhaus/Hygiene*  
*Dipl.-Ing. Georg Hetzel, Forschung & Entwicklung*

*Tomas Hecker, Business Development*  
*Dipl.-Betriebsw. Daniel Fischhaber, Business Development*  
*AL-KO Lufttechnik, Jettingen-Scheppach*  
*Fotos und Grafiken: AL-KO Lufttechnik*  
[www.al-ko.de](http://www.al-ko.de)

#### Literatur

- [1] DIN 1946/4: Raumluftechnische Anlagen in Krankenhäusern, Ausgabe 3/1999.
- [2] DIN 1946/4-Entwurf: Raumluftechnische Anlagen in Krankenhäusern, Ausgabe 5/2005.
- [3] VDI 6022: Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte, Ausgabe 4/2006.
- [4] Lohnspiegel; [www.lohnspiegel.org](http://www.lohnspiegel.org).
- [5] Kempfski, Diotima, von: „Soft-Factor Wohlbefinden“ vom Juni 2002, Düsseldorf.
- [6] ASHRAE Handbook of Fundamentals, Kap. 8 (2001).
- [7] Wyon, D.P.: The effects of indoor climate on productivity and performance, VVS & Energie, 1986.
- [8] Gebäudekosten Ausg.95, BKB Archit.-Kammer Bad.-Württbg.
- [9] DIN EN 13779, Lüftung von Nichtwohngebäuden. Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlagen; Deutsche Fassung EN 13779:2004.
- [10] DIN V 18599 T 10: Energetische Bewertung von Gebäuden, Ausgabe 2007 Nutzungsrandbedingungen Nichtwohngebäude.
- [11] VDI 2067 T1.

# Energieeffizienzlabel für RLT-Geräte



**Wie energieeffizient ist das verwendete RLT-Gerät? Wie hoch sind die Energiekosten?** Das Energieeffizienzlabel nach dem Zertifizierungsprogramm der RLT-Richtlinie 01 gibt Planern, Anlagenbauern und Nutzern zukünftig eine solide, einfache und überschaubare Grundlage für die Bewertung der Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit von RLT-Geräten.

Kurz: Es gibt Sicherheit. Die RLT-Richtlinie 01 berücksichtigt alle wesentlichen Faktoren, die sich auf die Energieeffizienz der Geräte auswirken und bietet Herstellern die Möglichkeit, energetisch sinnvolle Geräte eindeutig zu kennzeichnen.

**Mehr dazu: [www.rlt-geraete.de](http://www.rlt-geraete.de)**



# Die Welt ist keine Scheibe - Ihre Anzeigen auch nicht [...]



**innovatools**

*Werkzeuge für den Erfolg*

Fach.**Journal**

*Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung*

[Hier mehr erfahren](#)



**innovapress**

*Innovationen publik machen  
schnell, gezielt und weltweit*

Filmproduktion | Film & Platzierung | Interaktive Anzeige | Flankierende PR | Microsites/Landingpages | SEO/SEM | Flashbühne