

# Soft-Factor „Wohlbefinden“

## Ein wichtiger Bestandteil des Gebäudemanagements und Added Value

Facility Management ist nicht nur eine Maßnahme zur Kostensenkung, denn der Wert eines Gebäudes bemisst sich nicht allein an einer niedrigen Kostenquote, sondern es soll Investoren wie Mietern den höchst möglichen Nutzen bringen. Hierbei spielt der Soft-Factor „Wohlbefinden“ der Gebäudenutzer eine wesentliche Rolle, da die Steigerung der Arbeitsproduktivität wie die damit einhergehende Reduzierung von Krankheitstagen und Fehlerquoten im modernen Geschäftsleben unabdingbar sind. Wer zum Wohlbefinden der Gebäudenutzer beiträgt, erzielt einen „Mehrwert“, der sich für den Investor dann auch in einer höheren Miete niederschlägt.

### Raumluftqualität und Olfaktorik

Das subjektive Wohlbefinden von Gebäudenutzern lässt sich nur bedingt aus Messwerten und Normen ableiten. Einer der wichtigsten Faktoren bildet – vor den akustischen und optischen Parametern – die Raumluftqualität. Die traditionelle Auffassung, eine gute Raumluftqualität manifestiere sich vor allem in der Eliminierung der Schadstoffe und einer nach Normen festgelegten thermischen Behaglichkeit, gilt heute als überholt. Die Diskussion konzentriert sich vielmehr auf die subjektive Empfindung der Innenraumluft durch die Raumnutzer. Trotz optimierter RLT-Anlagen ist es bis heute nicht gelungen, die nach wie vor bestehende Unzufriedenheitsrate bei einer raumlufttechnisch behandelten Innenluft signifikant zu reduzieren. Im Rahmen des EU-Audit[1] zur Raumluftqualität wurde ermittelt, dass auch bei modernsten Anlagen mit einer Unzufriedenheitsrate von bis zu 40 % zu rechnen ist. Dieser Umstand macht es erforderlich, neue Wege zur Steigerung des Wohl-

befindens zu gehen, da eine derart hohe Unzufriedenheitsrate – die bei durchschnittlichen Anlagen noch um ein Vielfaches höher ausfällt – für einen Facility Manager nicht tragbar ist, der sich das Ziel gesetzt hat, die Zufriedenheitsrate der Gebäudenutzer zu steigern.

Durch eine Reihe von Untersuchungen ist bekannt, dass die Unzufriedenheitsrate mit der Raumluft in Zusammenhang steht, und somit ein großer Teil der Abwesenheitsrate und des Produktivitätsverlustes vor allem auf der subjektiven Wahrnehmung der Luftqualität beruht. Entscheidend ist der Umstand, ob die Raumluft positiv oder negativ empfunden wird, inwieweit also der Raumnutzer das Gefühl hat, sich in einer so genannten „Kunstluft“ zu befinden oder ob er die Luft als „natürlich“ akzeptiert. Klagen über eine angeblich stickige Luft stellen tatsächlich Klagen über die Empfindung der Innenraumluft als Kunstluft dar. Hintergrund dieser Klage bildet meist die unzureichende Abstimmung der olfaktorischen Behaglichkeit mit der thermischen Behaglichkeit. Mit der Eliminierung der negativen Geruchsstoffe in der Luft werden zugleich auch positiv wirkende Geruchsstoffe, die es aller-

Foto: Hines



dings in urbanen Gebäuden nur noch vereinzelt gibt, ebenfalls herausgefiltert. Eine als natürlich empfundene frische Luft vermittelt diese Empfindung aber gerade durch die in ihr vorhandenen positiv stimulierenden olfaktorischen Substanzen. Fehlen diese Stoffe, führt dies zwangsläufig dazu, dass der Nutzer sich nicht wohl fühlt und die Luft als künstlich und negativ empfunden[2]. Der nachfolgende Text konzentriert sich daher auf die Olfaktorik, da sie nach wie vor ein vernachlässigtes Gebiet darstellt, obwohl sie den höchsten Stellenwert in Bezug auf das Wohlbefinden hat. Wie neurophysiologische und psychologische Erkenntnisse zeigen, hat der Geruchssinn des Menschen den unmittelbarsten Zugang zu seinem Gefühlsleben und entscheidet darüber, ob sich ein Mensch in seiner Umgebung wohl fühlt oder nicht. Überwiegen negative Geruchsstoffe oder befinden sich überhaupt keine

Dieser Artikel ist ein Summary des Vortrages anlässlich des Facility Management-Kongresses vom 11. bis 13. Juni 2002 in Düsseldorf.

positiv stimulierenden Geruchsstoffe in einem Raum, führt dies zu einer – unbewusst wahrgenommenen – Desorientierung und einem Unwohlsein, das sich am Ende sogar in physisch vermittelten Symptomen, wie dem Sick Building-Syndrom (SBS), niederschlagen kann.

### Olfaktorik und Environment

Da bereits aus Materialien, Geräten und Menschen negativ wirkende Geruchsmoleküle emittiert werden und auch eine in ihrer olfaktorischen Zusammensetzung neutrale Luft nicht das gewünschte Ergebnis zeigt, ist es notwendig, der Raumluft in einer die natürliche olfaktorische Kulisse nachahmenden Weise die positiv stimulierenden olfaktorischen Stoffe zuzuführen. Dies schafft eine hedonische Note, die den Raum in seiner olfaktorischen Umgebung angenehm empfinden lässt.

Bei der Beurteilung von Geruchsstoffen werden üblicherweise nur drei Kriterien in den Vordergrund gestellt, die partiell auch in den Normen und Richtlinien Eingang gefunden haben: Wahrnehmbarkeit, Intensität und Qualität. Das vierte Kriterium, das in der Aromakologie die entscheidende Rolle spielt, wird dagegen außer Acht gelassen, nämlich die hedonische Note. Diese entscheidet darüber, ob ein Geruchsstoff den Menschen positiv oder negativ beeinflusst. Dieses Kriterium ist sowohl in den ASHRAE Fundamentals[3] wie auch in der VDI-Richtlinie Nr. 3882 zu finden, die sich daraus ergebenden Konsequenzen werden jedoch nicht gezogen. Behaglichkeit und Wohlbefinden setzen vielmehr voraus, dass eine Umgebung geschaffen wird, die ein positives Erlebnis vermittelt. Dies ist für die thermische Behaglichkeit unbestritten – es soll nicht nur ein Raumklima geschaffen werden, das Gesundheitsschädigungen vermeidet, sondern die Temperatur und Feuchte im Raum sollen als angenehm empfunden werden. Für die Olfaktorik dagegen fehlt dieser aus der thermischen Behaglichkeit her bekannte Ansatz.

### Physiologische und psychologische Auswirkungen

Die neurophysiologischen und psychologischen Auswirkungen von Geruchsstoffen auf die Befindlichkeit des Menschen werden nach wie vor unterschätzt.

Alle bisher durchgeführten Forschungen über die aromakologische Bedeutung von Geruchsstoffen führen zu dem Schluss, dass es nicht ausreicht, Geruchsstoffe in der Luft ausschließlich als negativ zu klassifizieren, sondern dass bei deren Beurteilung als weiteres Kriterium die hedonische Note hinzukommen muss.

Damit wird deutlich, dass die herkömmliche Lösung, die nur eine vollständige Ausfilterung von Geruchsstoffen jeglicher Art präferiert, nicht allein zu einer signifikanten Senkung der Unzufriedenheitsrate bei Raumnutzern führen kann. Eine derart künstlich herbeigeführte vollständig geruchsfreie Luft ist mit einem schalltoten Raum zu vergleichen, in den keinerlei Geräusche dringen und der sehr schnell zu Gesundheitsbeeinträchtigungen führt. Tatsächlich braucht der Mensch für sein Wohlbefinden Geruchsstoffe – und zwar ihn positiv beeinflussende, wie sie beispielsweise in einer natürlichen Umgebung vorhanden sind[4]. Fehlen diese Stoffe oder sind sie in nicht ausreichendem Maße vorhanden, führt dies zu

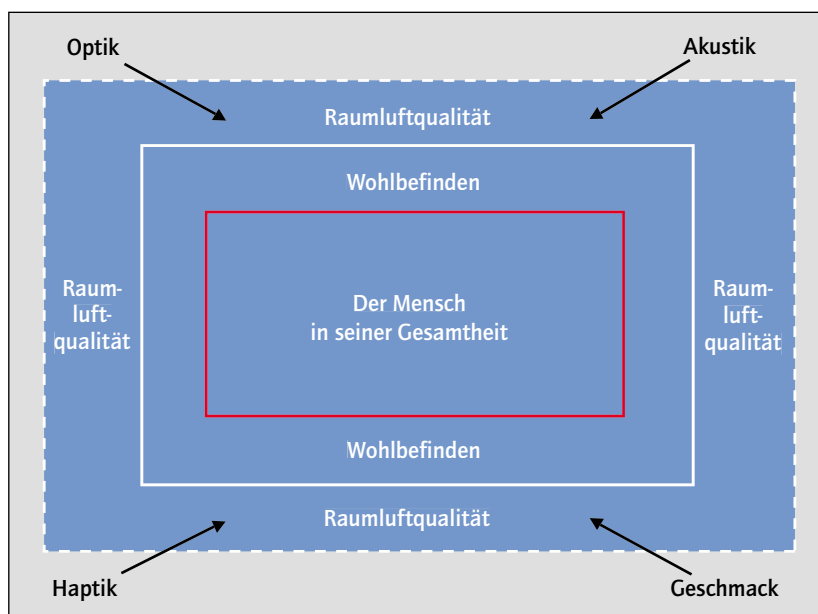
einem Unwohlsein, das sich bis zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen steigern kann.

### Raumluft-Essenzen-Zugabe

Da die Außenluft in den Innenstädten üblicherweise nicht in ausreichendem Maße über derart positiv wirkende olfaktorische Substanzen verfügt und darüber hinaus Filtersysteme in RLT-Anlagen zu einer zusätzlichen Veränderung der olfaktorischen Zusammensetzung der Raumluft führen, müssen derartige positiv wirkende olfaktorische Substanzen dem RLT-System beigelegt werden.

Die Klimabranche hat darauf reagiert, indem sie einen neuen Weg mit der Methode der „REZ Raumluft-Essenzen-Zugabe“ gefunden

Grafik 1: Profilierung durch multisensuale Atmosphäre



hat. Diese Methode basiert auf wissenschaftlichen Untersuchungen des Geruchssinns im Hinblick auf das subjektive Wohlbefinden des Menschen[5].

Um dieses olfaktorische Gleichgewicht der Luft wieder herzustellen, dürfen allerdings der Zuluft nur solche natürlichen olfaktorischen Wirkstoffe zugefügt werden, die sich knapp an der Wahrnehmungsschwelle halten und die vor allem in ihrer Zusammensetzung einer natürlichen Außenluft entsprechen. Hierbei müssen sehr strikte technische wie auch aromakologische Parameter unbedingt eingehalten werden, um Fehldosierungen und die damit häufig auftretenden Akzeptanzprobleme zu vermeiden.

Die Erkenntnisse über die olfaktorische Behaglichkeit haben in der letzten Zeit dazu geführt, dass in immer größerem Umfang Systeme zur REZ Raumluft-Essenzen-Zugabe eingesetzt werden, und zwar entweder als Stand-Alone-Geräte innerhalb des Raums oder als Zusatzkomponenten zu RLT-Anlagen. Die Erfahrungen sind allerdings zwiespältig. Eine Reihe von Systemen

verfügen nicht über die notwendige MSR-Technik, die es erlaubt, zusätzlich dem Klimatisierungsluftstrom beigefügte olfaktorische Stoffe nicht nur gleichmäßig und ständig konstant in der Raumluft zu verteilen, sondern darüber hinaus die empfundene Intensität der Stoffe in dem Bereich zwischen der Wahrnehmungs- und Erkennungsschwelle zu halten.

Gelingt es aber nicht, durch eine ständige Anpassung der Dosierung an die vier raumlufttechnischen Parameter, nämlich das Luftvolumen, die Temperatur (Kanal/Raum), das Außen-/Umluftverhältnis sowie die Luftfeuchte (Kanal/Raum), anzupassen, entstehen Überdosierungen in der Raumluft, die wiederum zu einem olfaktorischen Unbehagen führen. Olfaktorische Behaglichkeit kann deshalb immer nur im Zusammenhang mit der thermischen Behaglichkeit bzw. den sie bestimmenden raumlufttechnischen Parametern, der Luftfeuchte und der Lufttemperatur, gesehen werden. Die empfundene Intensität von Geruchsstoffen – selbst bei gleichbleibender Konzentration – hängt in hohem Maße von der Raumlufttemperatur und der Luftfeuchte ab. Der empfundene Intensitätsgrad – bei gleichbleibender Konzentration – steigt mit erhöhter Raumlufttemperatur an, während er umgekehrt bei fallender Temperatur sinkt[6]. Diese Erkenntnis hat nicht nur im Hinblick auf den Einsatz von olfaktorischen Stoffen im Zusammenhang mit REZ Raumluft-Essenzen-

Zugabe große Bedeutung, sondern ist auch bei der Evaluierung von Geruchsstoffen allgemein zu berücksichtigen. Gelingt es beispielsweise nicht, negativ empfundene Gerüche vollständig oder in ausreichendem Maße zu eliminieren, kann zumindest durch eine Absenkung der Raumlufttemperatur der Grad der empfundenen Intensität reduziert werden.

## Produktivität und Environment

Wenn man davon ausgeht, dass der moderne Mensch bis zu 90 % seines Lebens in einem Gebäude verbringt, wird verständlich, warum die Raumluftqualität eine bedeutende Rolle im Environment eines Gebäudes spielt, insbesondere in Bezug auf Gesundheit und Produktivität. Das Environment setzt sich aus folgenden Faktoren zusammen, die in einem Zusammenspiel die Harmonie der Umgebung vermitteln müssen: Geruch, Temperatur, Feuchte, Schall, Licht, Innenraumdesign, Gebäudehülle und strukturelle Systeme. Die Raumluftqualität wird durch folgende Faktoren bestimmt: Geruch, Temperatur, Feuchte, Luftbewegung, Schadstoffe.

Heutzutage geht der Trend zu multisensualen Gebäuden (siehe auch Grafik 1). Dies heißt, dass die Softfactors eine bedeutende Rolle bei der Planung eines Gebäudes darstellen. Unter multisensualen Gebäuden versteht man diejenigen, die den Einschluss aller Sinne, Olfaktorik, Akustik, Optik, Haptik, Schmecken berücksichtigen. Denn nur durch die Harmonisierung aller Sinne wird ein Environment geschaffen, in dem der Mensch sich wohlfühlt.

Das Wohlbefinden der Raumnutzer ist der wichtigste Parameter für eine größere Leistungsfähigkeit und weniger Abwesenheitstage. Es gibt dem Gebäude durch eine hochwertige Technologie – zur Erreichung der angestrebten Ziele – einen Added Value und bedeutet eine höhere Rendite[7]. Eine nicht zufriedenstellende Raumluftqualität beinhaltet eine Menge negativer Faktoren wie Unwohlsein und Krankheitssymptome der Gebäudenutzer, welche in Arbeitsverminderung ausschlagen und die Unzufriedenheit derer Kunden nach sich ziehen. Der Produktivitätsverlust reicht in verschiedenen Studien von 2 % bis zu 100 % in einem SBS-Gebäude, welches dann sogar zur Schließung führte[8]. Studien haben gezeigt, dass ein Produktivitätsverlust von 10 % bei einer minderwertigen Raumluftqualität sehr leicht eintreten kann. Umgekehrt ist ein Anstieg der Produkti-

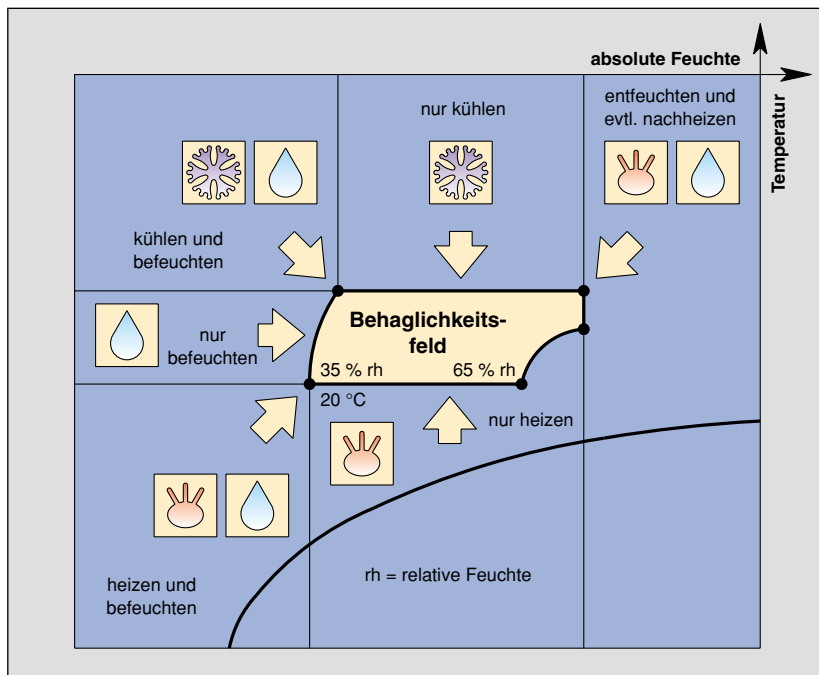
Bild 2: Raumluft-Essenzen-Zugabe (REZ) als Zusatzkomponente zur RLT-Anlage



vität um mindestens 6 % durchaus realisierbar bei einer verbesserten Raumluftqualität. Dieses deckt sich auch mit den praktischen Werten für das Bürogebäude, das später als Fallbeispiel dargestellt wird.

### Environment und thermische Behaglichkeit

Die thermische Behaglichkeit wird bei ASHRAE[9] wie folgt definiert: Thermische Behaglichkeit ist ein Bewusstseinszustand, der Zufriedenheit mit der thermischen Umgebung ausdrückt. Die Temperatur und die Feuchte in einem Raum müssen derart gestaltet sein, dass sie den im Raum stattfindenden Aktivitäten entsprechen. Wyon[10] hat bei verschiedenen Untersuchungen herausgefunden, dass bei einer Temperatur von 20 °C die Quote des Maschinenschreibens bis zu 49 % steigt im Vergleich zu einer Raumtemperatur von 24 °C. Ferner wurde festgestellt, dass ebenfalls die Lesegeschwindigkeit und das Begriffsvermögen bei einer Temperatur von 20 °C sehr viel höher sind als bei 24 °C. Ein kühleres Raumklima ist also für geistige Arbeit günstiger. Je nach Erdteil ist auf die Luftströmung im Raum zu achten. Die Amerikaner zum Beispiel bevorzugen es, wenn sie den Luftzug wahrnehmen können, ein Europäer hingegen empfindet es als störend. Es ist um so erstaunlicher, dass die Wärme- und Kälteempfindungen für Komfort unter den gleichen Bedingungen der Kleidung, der Aktivität, der Feuchte und der Luftströmung nicht wesentlich voneinander in den verschiedenen Kulturen abweichen. Die Bekleidung ist ein Faktor, der mit in die Berechnungen des Raumklimas einbezogen werden muss. Eine nicht ausgewogene thermische Behaglichkeit unter Berücksichtigung der Aktivitäten und der Kleidung erzeugt Unwohlsein und verringert die Leistungsfähigkeit. Dieses ist ebenso ein negativer wirtschaftlicher Effekt für das Unternehmen. Die aus hygienischen Gründen immer mehr missachtete Feuchte ist dennoch eine Notwendigkeit, wenn es um das Wohlbefinden der Menschen geht.



Eine zu trockene Luft bedeutet ausgetrocknete Schleimhäute, irritierende Augen, Kopfschmerzen usw. Die relative Luftfeuchte sollte daher nicht geringer sein als 35 %.

Grafik 2: Das so genannte hx-Diagramm wurde in der GLT berücksichtigt, um einen thermischen Komfort mit Energieeinsparung sicherzustellen

### Environment und Akustik

Geräusche haben wie die Olfaktorik ebenfalls einen starken Einfluss auf das Wohlbefinden und Krankheits-symptome der Gebäudenutzer. Quellen der meisten Geräusche in Bürogebäuden sind z. B. Büromaschinen, raumluftechnische Anlagen, Zimmernachbarn und Straßengeräusche. Diese Art von Lärmeinträchtigungen weisen eine Reihe

Tabelle 1: Gebäudekosten-Betrachtung seitens des Investors: Ziel war eine Rendite um 5 %

Betrachtung Investor	
Gebäudedaten	
Mietfläche	3000 m <sup>2</sup>
Grundkosten - mittlere Ausstattung	
Grundstück und Gebäude	14 730 000 €
technische Ausrüstung (ohne RLT und Kälte)	245 000 €
<b>Subtotal</b>	<b>17 180 000 €</b>
Mehrkosten - hochwertige Ausstattung	
Grundstück und Gebäude	14 730 000 €
RLT und Kälte	400 € per m <sup>2</sup>
RLT und Kälte Kosten	1 200 000 €
sonstige techn. Ausrüstung	2 450 000 €
<b>Subtotal</b>	<b>18 380 000 €</b>
Mehrkosten - hochwertige Ausstattung	
Mieteinnahmen für mittlere Ausstattung	22 € per m <sup>2</sup> /Monat
Mieteinnahmen für hochwertige Ausstattung	26 € per m <sup>2</sup> /Monat
Mehrmieteinnahmen für hochwertige Ausstattung	144 000 €
Payback Period	9,5 Jahre
Rendite aktuelle Basis	6,7 %
Rendite konstante Basis	4,1 %
Angenommener Steuerabzug und Abschreibung über 15 Jahre mit einer Inflationsrate von 2,5 %, einem Steuersatz von 43 % und 15 Jahre Lebenserwartung für die Bauteile	

Betrachtung Mieter (mittlere Ausstattung)	
Mietfläche	3000 m <sup>2</sup>
Miete	22,00 € pro m <sup>2</sup> pro Monat
Nebenkosten	3,50 € pro m <sup>2</sup> pro Monat
Miete und Nebenkosten	918 000 € pro Jahr
<b>Personalkosten</b>	
Personal Produktivität	100 Index
Krankheits-/Abwesenheitskosten	6 % Tage pro Jahr
Personal (Vollarbeitsplätze)	120 Mitarbeiter (MA)
Gehälter	3100 € pro MA pro Monat
Personalnebenkosten	38 % des Gehaltes
Büroausstattung und -Mittel	200 € pro MA pro Monat
Gesamt - Personalkosten	6 448 320 € pro Jahr
<b>Gesamt Gebäude- und Personalkosten</b>	<b>7 366 320 €</b>

Tabelle 2: Durch die richtig verstandene Optimierung der Ausstattung kann ein hoher finanzieller Mehrnutzen geschaffen werden. Hier das Fallbeispiel eines Berliner Bürohauses im direkten Vergleich von mittlerer Ausstattung und hochwertiger Ausstattung (siehe Tabelle 3 unten)

von Symptomen auf, insbesondere Gehörschäden, die eine zeitlich begrenzte oder auch permanente Auswirkung auf die physiologische Funktionen des Menschen haben können. Untersuchungen haben ergeben, dass hauptsächlich bei körperlich arbeitenden Personen und Kindern die cognitiven Aufgaben negativ beeinflusst werden[11]. Diese Einflüsse sind durch den richtigen Einsatz schalldämpfender Materialien zu vermeiden. Schallschutz gegen den Außenlärm ist bei der Planung neuer oder zu renovierender Gebäude ebenfalls unabdingbar. Nichteinhaltung dieser akustischen Parameter führt zwangsweise ebenfalls zur Unzufriedenheit der Mitarbeiter und letztendlich zu einer sinkenden Produktivität, die mit hohen negativen wirtschaftlichen Folgen einhergeht. Nicht zuletzt bedeutet es eine beachtliche Wertminderung des Gebäudes.

Tabelle 3: Fallbeispiele eines Berliner Bürohauses - hier mit hochwertiger Ausstattung

Betrachtung Mieter (hochwertige Ausstattung)	
Mietfläche	3000 m <sup>2</sup>
Miete	26,00 € pro m <sup>2</sup> pro Monat
Nebenkosten	4,75 € pro m <sup>2</sup> pro Monat
Miete und Nebenkosten	1 107 000 € pro Jahr
<b>Personalkosten:</b>	
Personal Produktivität	106 Index
Krankheits-/Abwesenheitskosten	4,2 % Tage pro Jahr
Personal (Vollarbeitsplätze)	120 Mitarbeiter (MA)
Erhöhung der Produktivität	(6,8) MA %
Reduzierung der Krankheit/Abwesenheit	(2,0) MA %
Gehälter	3100 € pro MA pro Monat
Personalnebenkosten	38 % des Gehaltes
Büroausstattung und -Mittel	200 € pro MA pro Monat
Gesamt-Personalkosten	5 973 800 € pro Jahr
<b>Gesamt Gebäude- und Personalkosten</b>	<b>7 080 800 €</b>
<b>Einsparungen im Vergleich</b>	<b>(286 000 €) pro Jahr (3,9%) Betriebskosten</b>

## Environment und Optik/Licht

Wie bei allen anderen Sinnen spielt auch die Optik, insbesondere das Licht, eine wesentliche Rolle für das Wohlbefinden der Gebäudenutzer. Untersuchungen haben ergeben, dass Gesundheit und Licht sehr nahe beieinander liegen; daher dienen die Licht- als auch Farbtherapien als Grundlage für eine ganzheitliche Lichtplanung am Arbeitsplatz. Die Tageslichtarchitektur, die Versorgung von Innenräumen mit Tageslicht durch lichtlenkende Elemente in Kombination mit künstlichen Lichtquellen ist schon ein wichtiger Ansatz, der weiter verfolgt werden muss. Da das Licht auch einen wesentlichen Einfluss auf den Tagesrhythmus des Menschen hat und somit zur Leistungssteigerung erheblich beiträgt, ist dieser Aspekt ein wichtiger Punkt zur Erreichung des Added Value eines Gebäudes.

### Fallbeispiel Bürohaus Berlin-Mitte

Hierbei handelt es sich um ein fünfstöckiges Bürohaus mit einer Bruttogeschossfläche von 3000 m<sup>2</sup>. Das historische Gebäude wurde unter Erhalt der alten Bausubstanz modernisiert und auf den neuesten Stand der Technik gebracht. Flexible Raumaufteilung, durchgängige Doppelböden, stille Kühlung durch Kühldecken sowie eine innovative Luftaufbereitung durch Schaffung einer olfaktorischen Behaglichkeit gehören ebenso zu dem Haus wie die Ausstattungsdetails der eigens für das CI des Hauses entworfenen Klinken und Lampen. Das Ziel der Investoren war es, eine Rendite von 5 bis 5,5 % zu erwirtschaften durch einen Mehrwert für den Nutzer. Dieser Mehrwert, der unter anderem in der hochwertigen Raumluftqualität gesehen wurde, sollte sich von den gängigen Immobilienobjekten abheben und eine höhere Miete rechtfertigen. Zur Zeit der Vermietung war im Umkreis von 1 km der mittlere Mietpreis 22 €/m<sup>2</sup> für ein voll ausgestattetes Bürohaus[12]. Die Tendenz war fallend. Berlin hatte 1999 einen Leerstand von 8 % auf 1 239 000 m<sup>2</sup>. Vom In-

	Basis erreichte Zahlen			Weitere Szenarien		
	100	106	110	108	104	102
Personal Produktivität	100	106	110	108	104	102
Krankheits-/Abwesenheitskosten	6 %	4,2 %	3,0 %	3,6 %	4,8 %	5,4 %
Eingesparte operative Kosten in %		(3,9 %)	(7,8 %)	(5,9 %)	(1,8 %)	(0,3 %)

vestor war aber die Vorgabe 26 €/m<sup>2</sup> zu erreichen. Es würde den Rahmen für dieses Fallbeispiel überschreiten, eine umfangreiche technische Beschreibung der Anwendungen detailliert aufzuzählen.

Die RLT-Anlagen haben ein Luftvolumen von 30 000 m<sup>3</sup>/h, welches einem 3 bis 6fachen Luftwechsel entspricht, um die Verdünnung der Biofluessenzen und der Emissionen zu gewährleisten. Die Außenluft rate liegt bei 100 %. Ein 2faches Filtersystem ist eingesetzt, um den Wechsel des hochwertigen zweiten Filters zu verzögern. Die Filter werden überwacht durch Druckverlust und Sensoren. Die Zusatzkomponente (Bild 2) für die olfaktorische Behaglichkeit zur Erfüllung der positiven hedonischen Luftqualität ist ebenfalls installiert. Das hx-Diagramm (siehe auch Grafik 2) wurde in der GLT mit berücksichtigt, um einen thermischen Komfort mit Energieeinsparung sicherzustellen. Die Kühlsysteme und Einzelraumregelung garantieren im Sommer eine Innenraumtemperatur von 22 bis 26 °C. Emissionen sind durch emissionsarme Materialien stark reduziert worden.

Automatische Lichtsysteme sorgen für Energieeinsparung, der Schallschutz ist durch schalldämpfende Materialien an Decken, Böden und Fenster berücksichtigt.

Dass durch eine richtig verstandene Optimierung ein hoher finanzieller Mehrnutzen geschaffen werden kann, zeigt die Rechnung, die im Vergleich in Tabelle 2 und 3 dargestellt ist [13]. Diese Darstellung bezieht sich auf Februar 2002. Folgende Kostenfaktoren sind in dieser Rechnung nicht mit enthalten, da sie in diesem Fallbeispiel nicht relevant sind:

- Kosten (Instandhaltung, Allgemeinflächen, Fassaden etc.) des Investors, die durch die Mieter als Nebenkosten nicht gedeckt werden, werden durch steuerliche Abschreibung kompensiert.

- Die Mietverträge enthalten eine Wertsicherungsklausel entsprechend dem Lebenshaltungskostenindex (Inflationsrate).
- Die „Gehäusekosten“ (Strom, Büroreinigung etc.), die vom Mieter getragen werden, bleiben außer Betracht, da sie hier nicht relevant sind.
- Die dynamischen Parameter (Steuern, Marktpreis etc.) sind jeweils für den Investor und für den Mieter individuell maßgebend und sind hier nicht darstellbar.

Aus diesen Zahlen ist deutlich zu erkennen, dass durchaus mit einem im Hinblick auf die „Soft Factors“ in hochwertigen Gebäuden eine Rendite von 5 % – auch unter erschwerten Marktverhältnissen – erzielt werden kann. Ferner wird durch die Mehrkosten für die hochwertigen Technologien und die damit verbundene Raumluftqualität ein Wettbewerbsvorteil auf dem Markt erreicht, da der wirtschaftliche Mehrnutzen für den Mieter unbestritten ist. Die Tabelle 4 zeigt, welche wirtschaftliche Steigerung

**Tabelle 4: Wirksame Wertverbesserung durch Produktivität und Reduzierung der Abwesenheitsrate**

durch ein entsprechendes Environment in einem Gebäude erzielt werden kann.

Diese Zahlen sollten das Ziel eines jeden Facility Managers sein, um die Profitabilität durch die Steigerung der Zufriedenheit der Mitarbeiter zu sichern. Der Mensch ist das größte Kapital jedes Unternehmens.

*Diotima von Kempfski, (VDI, ASHRAE, IFMA) DVK air vitalizing system, Düsseldorf und Landis & Staefa GmbH, Frankfurt/M.*

## Literatur

- [1] Finke, Ulrich, und Fitzner, Klaus, Bestimmung der Empfundene Luftqualität in Bürogebäuden – Ergebnisse und Wertungen, *gi Gesundheits – Ingenieur – Haustechnik – Bauphysik – Umwelttechnik* 117, Heft 4, 1996. EU Audit „European Audit Project to Optimize Indoor Air Quality and Energy Consumption in Office Buildings“
- [2] von Kempfski, Diotima: „The impact on perceived air quality of adding natural olfactory stimulants“, in: *Healthy Buildings/IAQ '97, USA*
- [3] ASHRAE Handbook of Fundamentals, Kap. 8 (2001)
- [4] Warren, C., Warrenburg, S., Mood Benefits of Fragrances, *Perf & Flav.*, 18, S. 9-16 (1993)
- [5] von Kempfski, Diotima, und Zieger, Harald REZ Raumluft-Essenzen-Zugabe und Raumluftqualität, *HLH Heft 2* (2000) pp 68-74
- [6] von Kempfski, Diotima, und Goepfert, Alexander: „REZ Raumluft-Essenzen-Zugabe ein bedeutender Bestandteil der Raumluftqualität“, „Gerüche in der Umwelt Innenraum- und Außenluft, Kommission Reinhaltung der Luft“, *VDI Berichte* 1373 (1998)
- [7] Clements-Croome, D., and Baizhan Li, Assessment of the influence of indoor environment on occupant productivity of occupants in offices, *Proceedings Fifth International Conference on Healthy Buildings*, Vol. 2, pp 495 - 500, Washington, *Healthy Buildings/IAQ '97*
- [8] Dorgan Charles E., and Dorgan Chad. B., *Productivity Link Assessment to Indoor Air Quality, Proceedings Creating the Productive workplace*, London, 1997.
- [9] ASHRAE Handbook of Fundamentals, Kap. 8 (2001)
- [10] Wyon, D.P. *The effects of indoor climate on productivity and performance VVS & Energi*, 1986
- [11] WHO Guidelines for Community Noise 2001
- [12] Jones Lang Lasalle, *City Profile Berlin*, 2001
- [13] Schwanewilms, Dieter, *Projektanalyse, Myorion Projekt GmbH, Düsseldorf*, 2002