

Autor

Dr.-Ing. Wolfgang Reichel

Gesellschafter-Geschäftsführer,

Ingenieurbüro Timmer Reichel GmbH,

42781 Haan

Zukünftige Temperierung und Lüftung im Verwaltungsbau

Anspruch und Realität

Temperierung und Lüftung im Verwaltungsaufbau sind Faktoren die für ein behagliches Raumklima erforderlich sind. Es sind jedoch nicht die einzigen. Welche Ansprüche an die Technik heute bestehen und welche Faktoren bereits zukünftige Trends aufspüren lassen, zeigt dieser Beitrag.

Ein Jahrhundert Rückschau auf die Literatur der technischen Gebäudeausrüstung schafft Nachdenklichkeit, wenn dort bereits Technik erkennbar ist, die heute als recht fortschrittlich gilt. Schlüsse, dass die Komponentenentwicklung recht behäbig verläuft, könnten allerdings voreilig gezogen werden. Scholz [1] zeigt z. B. 1881 im oberen Teil von Bild 1 ein Brüstungsinduktionsgerät mit Außenluftanschluss, das wir bis heute nur um die Komponenten Filter und Ventilator erweitert haben. Die 1988 von Esdorn [2] in Deutschland empfohlene Wiedereinführung von Kühldecken war nach Schwarz [3] bereits 1888 Standard in der Bierkühlung wie die mittleren Figuren in Bild 1 zeigen. In Fig. 118 als linke Abbildung in Bild 1c ist bereits 1888, ein heute als besonders leistungsfähig dargestellter Deckenkühlkonvektor zu sehen. Jetzt könnte die Fragestellung lauten: „Was hat die TGA auf diesem Gebiet in 120 Jahren, neben der Produktion von einem wenig überschaubaren Vorschriftenberg, geleistet?“ Beruhigend wirkt, dass in den zitierten Bänden von Scholz und Schwarz kaum technische Auslegungen, wie sie heute mit höchster Präzision selbstverständlich sind, vorkommen. Aber ob dafür eine so lange Zeit vergehen musste, ist wiederum fraglich. Aus diesem Ausflug in die Vergangenheit soll nicht der Eindruck entstehen, mit Innovationen sei zukünftig nicht zu rechnen. Vielmehr setzt eine Zeit ein, wo revolutionäre Entwicklungen auf anderen Fachgebieten, in die technische Gebäudeausrüstung eingreifen und zu plötzlich sichtbaren Veränderungen führen.

Gegenwärtiger Anspruch an die Temperierung und Lüftung

Die Schaffung eines behaglichen Umfeldes am Arbeitsplatz unterliegt derart vielen Einwirkungen, dass die Technische Gebäudeaus-

rüstung einen wesentlichen, aber längst nicht den alleinbestimmenden Einfluss ausübt. Es beginnt mit der Büroform und dem Wiederaufbau niedergerissener Wände in Großraumbüros. Untersuchungen zeigten, dass 84 % alle Angestellten am liebsten ihre eigenen vier Bürowände hätten [4]. Der notwendige Kontakt mit anderen Menschen wird in Gruppenzimmern gesucht. Das Kombibüro ist geboren.

Aus Untersuchungen zwischen August 1994 und Januar 2000 geht hervor, die als Hauptverursacher des Sick Building Syndromes (SBS) verdächtigten Klimaanlage spielen eine geringere Rolle als bislang angenommen [5]. Auf die Befindlichkeitsstörung wirkte besonders

- Unterforderung bei der Tätigkeit,
- fehlende Selbständigkeit,
- ergonomisch schlecht bewertete Software
- und der fehlende direkte Einfluss auf das Raumklima, somit der Ruf nach einer Einzelraumregelung.

Zugerscheinungen spielen kaum noch eine Rolle, da 1988 Kröling [6] recht öffentlichkeitswirksam zu hohe mittlere Luftgeschwindigkeiten in zahlreichen klimatisierten Gebäuden bemängelt hat und daraufhin ein Umdenken in der Klimawirtschaft einsetzte. Die in der DIN 1946, Teil 2, vom Januar 1983 noch zulässigen Raumluftgeschwindigkeiten von ca. 0,28 m/s bei 26 °C Raumlufttemperatur wurden, unter Berücksichtigung der Turbulenz, mit der DIN von Januar 1994 im Prinzip weiter herabgesetzt. Die Marktbeherrschung von Kühldecken, somit großflächige Kühlwirkung, senkte die Raumluftgeschwindigkeit auf nicht mehr spürbare Werte.

Die Flächenkühlung führt natürlich zur einseitigen Abkühlung, infolge uneinheitlicher Umgebungsflächentemperaturen. Da die Kühlflä-

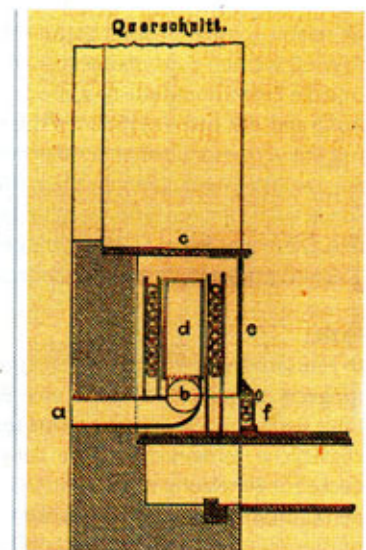


Bild 1a: Rückschau auf ein Jahrhundert Technik: Belüftungsinduktionsgerät

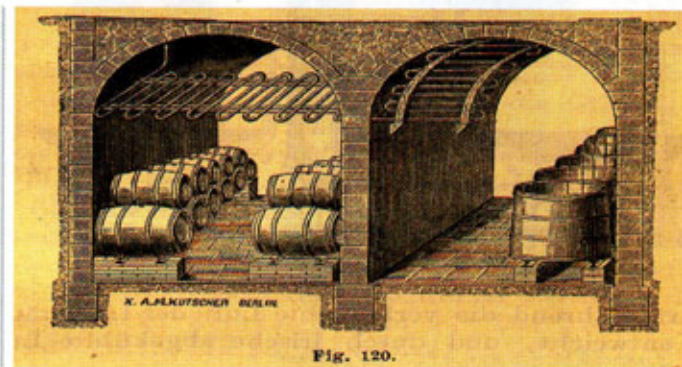


Bild 1b: Rückschau auf ein Jahrhundert Technik: Bierkühlung

chen analog der Beheizung dienen, bilden diese Strahlungstemperatur-Asymmetrien die Grenzen der Heiz-/Kühlleistung.

Im Bild 2 sind die gegenwärtigen Maxima der Differenz der Strahlungstemperatur der jeweils beiden Halbräume gezeigt. Die DIN 1946, Teil 2, nennt für gekühlte Deckenflächen einen Grenzwert von 17,0 K. Natürlich wirken glatte Kühldeckenflächen anders als Hochleistungskühldecken mit erhöhtem konvektivem Anteil, so dass die zukünftigen Halbraumstrahlungstemperaturdifferenzen wahrscheinlich nochmals systemabhängig unterteilt werden. Den höchsten thermischen Komfort erreicht man in der Kombination großflächige Kühldecke und mechanische Lüftungsanlage.

Seit ca. 1988 werden derartige Anlagen betrieben, in der Regel zur vollen Zufriedenheit der Nutzer. Erhöhter Kostendruck brachte die Kühlkonvektoren wieder in die Deckenlandschaft. Die großflächige Kühldecke schrumpft damit auf schmale Streifen mit höherer spezifischer Flächenleistung. Erhöhte Luftgeschwindigkeiten unter den Elementen können dann bei falscher Anordnung am Arbeitsplatz auftreten [7].

Inzwischen wandert die Kühltechnik in neuen Bürogebäuden von der Decke an die Fassade. Die dezentrale Klimatisierung löst die zentrale Ver- und Entsorgung ab. Mit der Konzentration auf die Fassade und der Temperierung in die Raumtiefe ist gegenüber der großflächigen Kühldecke ein gewisser Komfortverlust verbunden. Der zukünftige Komfortanspruch dürfte jedoch grundsätzlich in die Diskussion kommen, da mit zurückgehenden inneren Bürolasten öfters Fensterlüftung, wo früher mechanische Lufttechnik notwendig war, gewählt wird [8]. Gleichzeitig geraten alle Büroräume insbesondere die ohne Kühlung, infolge einer neuen juristischen Auseinandersetzung (26 °C-Urteil, 2003), theoretisch in die zukünftige Klimatisierungspflicht, was natürlich die Frage nach der Finanzierung aufwirft [11]. Sollten sich die wärmeren Sommer wiederholen, sind die bisherigen Standardauslegungen 32 °C, 40 % Außenfeuchte für raumluftechnische Anlagen anzupassen, da der Behaglichkeitsbereich nach DIN 1946, T2 verlassen wird. Für die Stadt Dresden beispielsweise bedeutet die Anlagenauslegung bei Verwendung der Wetterdaten zwischen Mai 2001 und Dezember 2002 einen Kältemehrbedarf von 33 % [12]. Natürlich vergrößern sich die Rückkühler mit der höheren Umgebungstemperatur. Sofort sollten Schaltungen im Kälteprozess Stan-

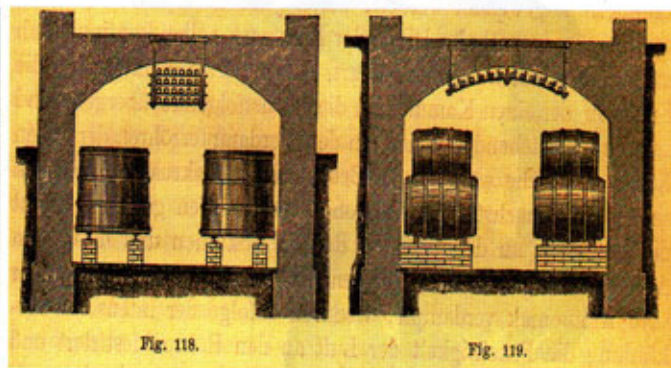


Bild 1c: Rückschau auf ein Jahrhundert Technik: Deckenkühlkonvektor

dard werden, die bei Überschreitung der Rückkühlerleistungsfähigkeit Kompressorstufen zurücknehmen um den Gesamtausstieg der Kälteanlage zu verhindern.

Entwicklung der thermischen Lasten

Ein eindeutiger Trend zu geringeren thermischen Lasten im Bürogebäude ist erkennbar, was mit dem Rückzug zentraler Raumluftechnischer Anlagen einhergeht. Inzwischen gewinnt die Fensterlüftung derart an Bedeutung, dass an die Grenzen erinnert werden muss. Moderne Büroarchitektur zeichnet sich durch raumhohe Verglasung (Transparenz), leichte Bauweise und somit wenig Speicherfähigkeit aus. Die Pufferung schwerer Wände früherer Gebäude muss heute mit Anlagentechnik ausgeglichen werden. Oft werden dem Nutzer Prozentsätze suggeriert, wie viele Stunden im Jahr die Temperatur im Raum außerhalb der Behaglichkeit liegt, ohne Hinweis auf erhebliche Nutzungseinschränkungen. Wo die gegenwärtige Kühllast liegt und wohin die Entwicklung evtl. geht, soll an einer Büroachse näherungsweise für eine raumhohe Verglasung und einem mittleren Raumtyp (300 bis 800 kg/m³FB) dargestellt werden.

Ohne Beachtung einer möglichen höheren Außentemperatur dürfte die Kühllast zukünftig nur wenig unter 60 W/m² liegen. Den Wärmebedarf auf die gleiche Größenordnung zu bringen, erfordert ein sehr eingeschränktes Lüftungsverhalten. Durch geschickte Anordnung der Heizflächen stellt sich jedoch kein Problem dar. Die Zuordnung der Kühllast zum Raum und der Fassade ist in Bild 3 skizziert. Aus der Darstellung der getrennten Zuordnung der Kühllast zur Fassade und dem Raum liegt der Hinweis der kommenden Anlagentechnik. Die zum Raum gehörende Last von ca. 39 W/m² bewirkt gegenüber früheren Werten einen verminderten Wärme- und Stoffaustausch um den menschlichen Körper. Die Folge sind weniger Klagen über die Austrocknung der Haut. Probleme mit zu trockener Luft werden abnehmen, selbst wenn nicht befeuchtet wird [8].

Aktuelle Untersuchungen deuten an, zukünftig die 30 %-Markierung, was noch als behaglich für die relative Luftfeuchtigkeit gilt, erheblich nach unten zu verschieben. Ein derartiges Büro über Fenster zu lüften, ist nur sehr eingeschränkt möglich. Bei zwei geöffneten Kippfenstern sind zwar bis ca. 40 W/m² an Last abführbar, allerdings sollte die Außentemperatur nicht unter 0 bis 6 °C liegen [13]. Treten Windkräfte

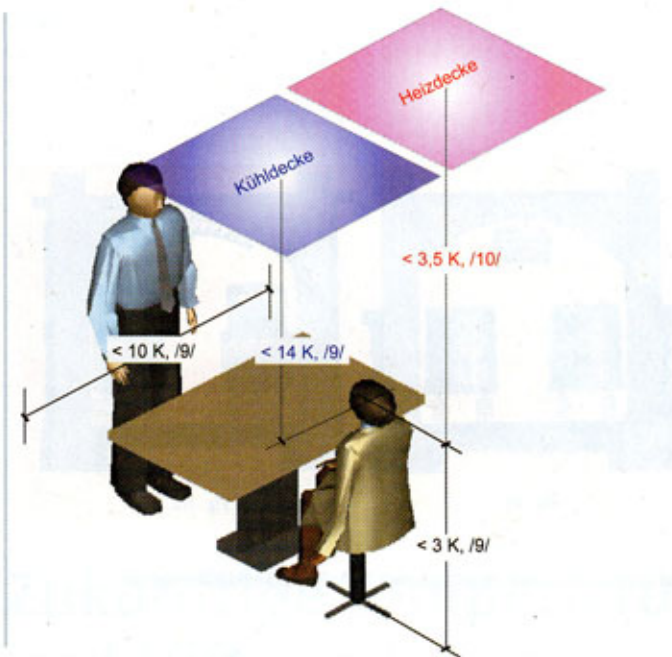


Bild 2: Maxima der Differenz der Strahlungstemperatur für zwei Halbräume



Bild 3: Zuordnung Kühllast zum Raum und zur Fassade

Tabelle 1: Daten für eine Büroachse vom mittleren Raumtyp

Fassadenachse	2,6 x 1,2 m'		
Glasanteil	2,4 x 1,0 m'		
Büroachsfläche	4,5 x 1,2 m'		
bezogen auf Büroachsfläche			
innere Last			
eine Person	à 70 W		13 W/m'
PC mit Monitor	130 W		24
Beleuchtung	10 W/m'		10
			47 W/m'
äußere Last			
	b= 0,5 (Reflexionsglas)		
	b= 0,2 (Sonnenschutz)		
	Gesamtstrahlung Süd, August, 12.00 Uhr, Raumtyp M		
Strahlung	483 x 1 x 2,4 x 0,1 x 0,78 = 90 W	17 W/m'	
Transmission	1,2 x 2,6 x 1 (28 - 26) = 6 W	1	... 5 W/m'
	mit Außentemperatur 35 °C		
		18 W/m'	... 22 W/m'
Außenluftanteil 30 m³/(h Pers)			
0,35 x 30 (28 - 26)	= 21 W	4 W/m'	... 18 W/m'
	mit Außentemperatur 35 °C		
	Gesamt:	69 W/m'	... 87 W/m'
zur Fassade gehörend	-		
zum Raum gehörend	-		
davon wenig variabel			
eine Person à 70 W			13 W/m'
Außenluft		4	... 18 W/m'
		17 W/m'	... 31 W/m'
abhängig vom technischen Fortschritt			
PC	24 W/m'	in einigen Jahren geschätzt	18 W/m'
Beleuchtung	10	in einigen Jahren geschätzt	8
Strahlung	17	in einigen Jahren geschätzt	15
Transmission	1	in einigen Jahren geschätzt	1
			... 5 W/m'
	Gesamt:		59 W/m' ... 77 W/m'

hinzu, können diese die Fensterlüftung unterstützen, aber auch behindern, womit Abstriche an den Behaglichkeitsforderungen gemacht werden müssen [14]. Die gezeigte Lastaufspaltung nach Bild 3 erklärt den derzeitigen Trend der Dezentralisierung, d.h. Konzentration der Technischen Gebäudeausrüstung an der Fassade. Die Fassadenlast am Ort der Fassade auszugleichen, entlastet die Temperierung in die Raumtiefe.

Anlagentechnik im modernen Büroumfeld

Die gewählte Technik der Be- und Entlüftung und Temperierung ist eng an das Finanzierungsmodell des Gebäudes gebunden. Eigennutzer planen im Vorfeld die gesamte spätere Technik sehr abgestimmt durch. In zahllosen Objekten sind die Nutzer heute oft bis zur Fertigstellung jedoch nicht bekannt. Die Haustechnik muss somit viele Lösungen zulassen und kommt über die Grundinstallation in der Bauphase in der Regel nicht hinaus. Dezentrale Lösungen bieten diesen Investorenmodellen die höchste Flexibilität. Bei Konzentration auf den Raumrand (die Fassade) bleibt viel Freiheit in der Raumgestaltung und Nutzung.

Temperierung

Die Auflistung in Bild 4 soll gegenwärtige Temperierungsstrategien zeigen und erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. 4.1 und 4.2 verkörpern die statischen Heiz- und Kühlflächen, wobei 4.2 die Bauteilaktivierung mit erfasst. Die Bauteil- oder Betonkernaktivierung setzt ausreichend temperierbare Flächen, kaum abgehängte Decken und in der Fläche minimierte Doppel- oder Hohlraumböden voraus [15]. Die Trägheit der Bauteilaktivierung und die Gefahr von thermischen Fehlbelastungen muss genannt werden.

Die Kühlleistung bei Fußbodenkühlung liegt bei 40 bis 45 W/m² [16]. Schnelle Laständerungen sollten dem System nicht zugemutet werden. Erst die Kombination Bauteilkühlung mit mechanischer Lüftung erfüllt oft die Anforderungen der DIN 1946, Teil 2 [17] und beschleunigt die als extrem unangenehm empfundene langsame Auskühlung der Räume nach einer längeren Schönwetterperiode.

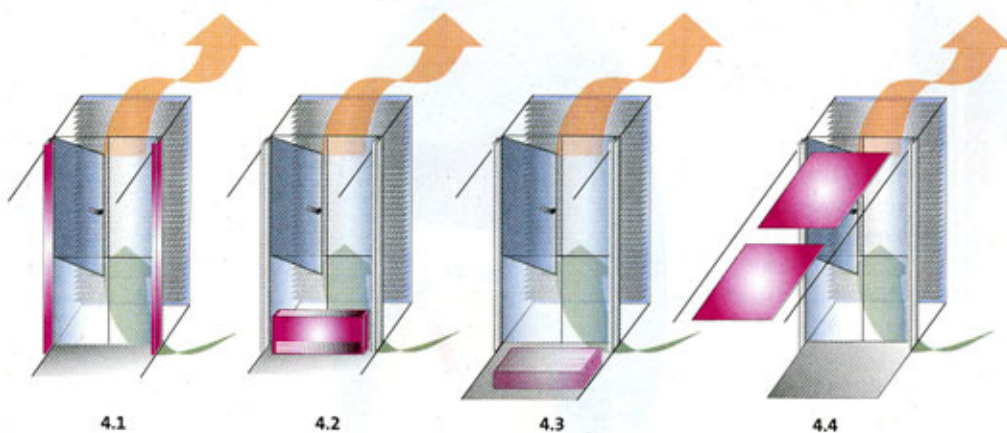


Bild 4: Temperaturstrategien: Statischer Heiz- und Kühlflächen sowie Umluftheiz- und -kühlsysteme

4.2 und 4.3 stellen die Umluftheiz- und Umluftkühlsysteme dar. Der höchste thermische Komfort ist mit 4.4 (inkl. mechanischer Lüftung) erreichbar [7]. Kühllasten bis ca. 90 W/m^2 sind abführbar, was unter 4.2 nur mit Kombistrahl-Brüstungsgeräten erzielt wird. 4.3 als Unterflurgerät dürfte Kühllasten in Analogie zur Quell-Luft bis 45 W/m^2 aus dem Raum bringen. 4.1 verkörpert eigentlich das Idealsystem, da unmittelbar über große Flächen die Fassadenlast kompensiert und wenig Luft bewegt wird. Bekannt unter Fensterrahmen-Heizelemente (Fassadenheizungen) [18] dienen sie gegenwärtig vordergründig der Beheizung da die statische Kühlfläche begrenzt ist. Dieser Nachteil ist inzwischen durch Einzug der Mikromechanik in die Technische Gebäudeausrüstung beseitigt.

Luftgelagerte Kleinstventilatoren längs der Fassadenstütze drücken Raumluft durch Lamellentauscher und führen die Luft dem Raum ohne Umlenkung durch den Querstromstab zu [19]. Das neue System ist auf die zukünftige Kühllast optimiert und leistet bei Fassadenanströmung nach Bild 5 bezogen auf die Raumgrundfläche ca. 67 W/m^2 bei 4,5 m Raumtiefe. Die Decke bleibt damit frei für indirekte Beleuchtung oder zur Nutzung des Speichervermögens, da Abhängungen vermieden werden.

Fragen zur Raumökonomie spielen zukünftig auch bei den technischen Systemen eine größere Rolle, da jedes benötigte Zusatzvolumen für Heiz- oder Kühltechnik den Mietpreis mindert. Was die vorgestellten Temperierverfahren an Kühlleistung pro Gerätevolumen bieten, soll Tabelle 2 zeigen. In der Aufstellung sind Gerätedaten genannt, die von Hersteller zu Hersteller natürlich variieren. Liegt der Vermarktungspreis für das Gebäudevolumen vor, ist aus der Aufstellung schnell entnommen was das Temperierverfahren kosten darf.

Be- und Entlüftung

Unverkennbar ist derzeit die Loslösung der Be- und Entlüftung von Zentralanlagen. Die Trennung der Lüftung von der Raumtemperierung wird ebenfalls verstärkt betrieben. Natürliche Lüftung über offenbare Fenster und statische Heiz- oder Kühlflächen erfüllen die Behaglichkeitsanforderungen streng genommen nur in der Übergangszeit. Unterhalb der Außentemperaturen 0 bis $5 \text{ }^\circ\text{C}$ ist mit Zugescheinungen und oberhalb $26 \text{ }^\circ\text{C}$ Außentemperatur mit Überhitzung zu rechnen.

In windschwachen Zeiten muss zusätzlich von verminderten Luftaustauschraten ausgegangen werden. Allein die Feuchtigkeitsabgabe von Topfpflanzen (5 bis $20 \text{ g/(Stunde, Topf)}$) [20] kann die statischen Kühlflächen in ihrer Leistung infolge Taupunktunterschreitung min-

Tabelle 2: Kühlleistung bezogen auf Gerätevolumen

	Hochleistungs-kühldecke	Deckenkühl-konvektor	Fassaden-gerät	Querstrom-stab
$t_i/t_e/t_{\text{raum}}$	16/18/16	16/18/26	10/15/26	15/17/26
q/A	173 W/m^2	340 W/m	1972 W/m	205 W/m
h [m]	0,085	0,25	0,605	0,12
b [m]	1	0,6	0,245	0,06
l [m]	1	1	1,3	1
Q_0/V [W/m^3]	2035	2267	10 234	28 472

dern. Zu kleine Luftaustauschraten verstärken die Wirkung der Schadstoffausdampfungen aus Baumaterialien.

Terpene-Ausdampfungen aus unbehandeltem Nadelholz wurden bereits zu Problemstoffen erklärt [21]. Emissionsdatenbanken [22] oder Zertifikate für Baustoffe und Interieur können zur Vermeidung derartiger Schadstoffeinträge beitragen [23] und sind zukünftig Teil der Planung der Technischen Gebäudeausrüstung.

Mit der dezentralen Anlagentechnik wandert die Außenluftansaugung in Raumnähe und somit auch über die Fassadenhöhe. Systeme unter 4.2 und 4.3 in Bild 4 erhalten den Außenluftansaug aus der Gebäudengrenzschicht die bei solarer Einstrahlung bis zu 1 m Dicke erreichen kann [24]. Bei schlitzförmiger Ansaugung liegen die Ansaugtemperaturen um 35 bis $40 \text{ }^\circ\text{C}$, was die Kühlerauslegung von $45 \text{ }^\circ\text{C}$ erfordert und

Zertifiziert nach ISO 9001

AIRFLOW

Thermische Anemometer TA45/TA35

zur Messung von Strömungsgeschwindigkeit

- Anzeige der Strömungsgeschwindigkeit, der Temperatur und des Volumenstroms (TA45)
- Momentanwert oder integrierter Mittelwert aller Messwerte
- Teleskopsonde gerade oder flexibel
- Kalibrierzertifikat im Lieferumfang
- unschlagbares Preis-Leistungsverhältnis

AIRFLOW
 Airflow Lufttechnik GmbH
 D-53349 Rheinbach Telefon 0 22 26 / 92 05-0
 Postfach 1208 Telefax 0 22 26 / 92 05-11
 e-mail: airflow@t-online.de, internet: <http://www.airflow.de>

Lufttechnische Messgeräte · Radial-Ventilatoren · Lüftungssysteme m. Wärmerückgewinnung

Wir stellen aus: SHK Essen 16.–20. 03. 2004, Halle 2.0 - Stand 2-308

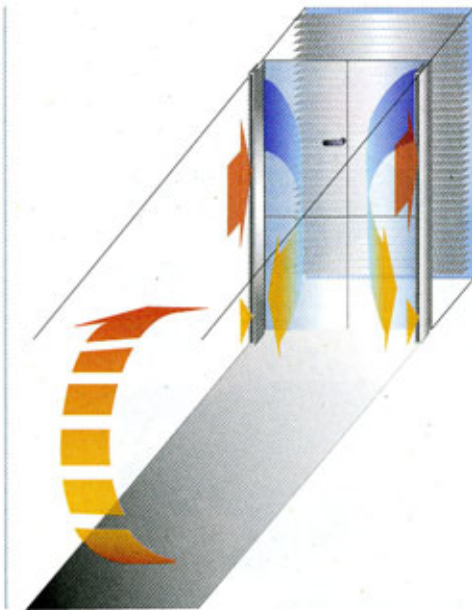


Bild 5: Neues System

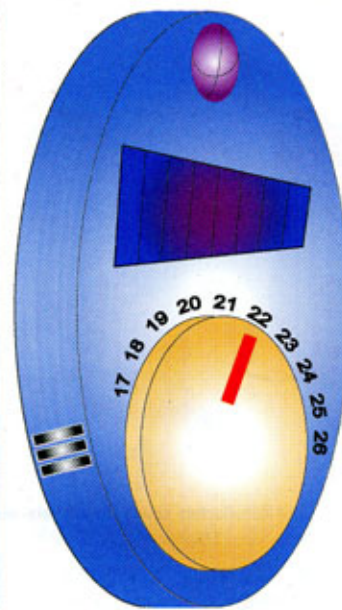


Bild 6: Autonom arbeitender Temperaturfühler

zwangsläufig zu höheren Investitions- und Betriebskosten führt [24]. Dynamische Druckänderungen (Böen) dürfen natürlich nicht in den Raum durchschlagen und müssen durch Regelungen in den Geräten ausgeglichen werden. Eine neue Güte- und Prüfrichtlinie für dezentrale Lüftungsgeräte schreibt dafür zukünftig zulässige Außen- und Fortluftstromänderungen je nach Gerätekategorie von +/- 20 % vor. Die Filterstufen nach DIN 1946, Teil 2 sind in den dezentralen Geräten infolge begrenzter Abmessungen auf die Filterklasse G 4 [25] reduziert. Die Begründung liegt im fehlenden Luftkanalnetz, was sonst durch die Filter geschützt wird und setzt eine regelmäßige Wartung voraus.

Die Außenluftmenge ist auf einzelne dezentrale Lüftungsgeräte bezogen natürlich gering (50 bis 100 m³/h), womit Wärmerückgewinnungen nicht wirtschaftlich sind. Ein schwergewichtiger Vorteil ist die geringere Gebäudehöhe, die mit „Dezentral“ erzielbar ist [26]. Der Bauablauf ist rationeller gestaltbar bei Konzentration auf die Fassade und erlaubt den hohen Vorfertigungsgrad mit weiteren logistischen Vorteilen (Thiel, D. [27]).

In größeren Gebäuden muss die Frage erlaubt sein, ob es ökologisch vertretbar ist, infolge fehlender Wirtschaftlichkeit der Wärmerückgewinnung an dezentralen Einzelgeräten bei mehreren tausend m³ Gesamtaußenluft auf die Wärmerückgewinnung ganz zu verzichten. Hier dürften zukünftig neue Konzepte entstehen wie:

- Mindestaußenluftversorgung von Zentralanlagen jedoch Bereichen (Einzel- oder mehrere Etagen zusammengefasst) zugeordnet,
- Temperierung von der Außenfassade durch statische Heiz- und Kühlflächen.

Die zukünftige „zentrale“ Mindestaußenluftaufbereitung ähnelt der heutigen nur noch in Teilen. Inzwischen mehren sich Anzeichen, dass eine übertriebene Hygiene zur Fehlleitung des Immunsystems und damit zu Allergien führen kann [28]. Eine fatale Entwicklung hat eingesetzt, wenn die VDI 6022 (Hygieneanforderungen an Raumlufttechnische Anlagen in Gewerbe und Produktionsbetrieben) im Befeuchterwasser fordert, dass die Gesamtkoloniezahl den Wert von 1000 KBE/ml (KBE = Kolonie bildende Einheiten) nicht überschreiten soll und der Betreiber die Lösung in der Chemie sucht. Die Zugabe von

Wasserstoffperoxid, Bakterizide wie Silberionen oder Desinfektion mit biofilmverhindernden Chemikalien, UV- oder Elektrolyse-Desinfektion soll nur als Ausschnitt gelten, was der Atemluft zugemutet wird. Hier zeichnet sich für Sprühkammerbefeuchter erhebliches Entwicklungspotential ab. Andererseits dürfte zukünftig die Befeuchtung im Verwaltungsbau nur noch in Sonderfällen (Druckereien, Papierlager usw.) eine Rolle spielen.

Regelungstechnik

Die Mess-, Steuer- und Regeltechnik übernimmt in Großanlagen schon erhebliche Teile des technischen Gebäudemanagements durch Verbrauchsdatenlieferung oder in Kleinanlagen nur einfache Schaltfunktionen. Argumentationsbedarf besteht, wenn die Anbindung an die Gebäudetechnik mehr als die Anlagenkomponente kostet. Ein erheblicher Teil der Kosten wird durch Verkabelungen und zentrale Schaltschränke verursacht. Hier dürften neue Entwicklungen ansetzen die Kosten zu senken. Erste Schritte gehen derzeit verschiedene Firmen der Gebäudetechnik mit Funkraumthermostaten. Autonome Raumfühler steuern Stellorgane per Funk codiert im näheren Umfeld an. Nur noch die Stellorgane sind zur Stromversorgung verkabelt. Eine bestimmte Anzahl (8 bis 10) Raumfühler stehen im Kontakt mit einer zugeordneten Basisstation die dann wieder zur Zentrale verkabelt ist. Ein nächster Schritt sollte die weitere Loslösung von den Basisstationen sein.

Bild 6 zeigt einen zukünftigen Raumtemperaturfühler der autonom arbeitet. Die Sicherheitstechnik arbeitet bereits mit Systemen, die Daten (Videobilder) aufnehmen und immer zum nächsten Sensor weiterreichen. Der neue Temperatursensor soll mit dem Stellorgan (Ventilantrieb) kommunizieren und Daten vom Sensor nebenan empfangen und weiterreichen zum nächsten Sensor. Eine Analogie zur Lauflichtsteuerung mit Schieberegistern besteht hier. Die Datenprotokolle sind dafür sehr einfach. Die anfänglich infolge der Datenflut etwas langsamen Systeme sollten nicht das Problem sein, da bei der Raumtemperatursteuerung in der Schnelligkeit nicht die Herausforderung liegt. Die Flexibilität dürfte ein besonderes Argument für derartige Neuentwicklungen darstellen. Fehlende Verkabelungen redu-

zieren die Gesamtkosten, obwohl der Anteil an den Regelkomponenten anfänglich etwas höher ausfallen wird.

In Zukunft soll weniger mehr sein

Mit der fortschreitenden Minderung des Wärmebedarfs und dem sehr hohen Niveau der Verbrennungstechnik zeichnen sich bei der Wärmeversorgung gegenwärtig nur wenige Möglichkeiten der Effizienzsteigerungen bei vertretbarem Aufwand ab [29]. Anders sieht es mit dem Elektroenergieverbrauch der Nebenaggregate aus. Eventuell steckt das Reduzierungspotential nur in der Verringerung der Anzahl der Antriebe, Pumpen oder Bereitschaftsschaltungen. Wichtiger werden zukünftig funktionale nachvollziehbare Techniken die Nutzereingriffe zur individuellen Luftzustandsänderung ermöglichen [30]. Fenster müssen natürlich aus psychologischen Gründen zu öffnen sein und der Nutzer muss auch Anlagen abschalten können (Diskussionsbeitrag [31]). Mehr Öffentlichkeitsarbeit ist um den Begriff Klimaanlage notwendig, da unter Klima oft nur Kühlung gemeint ist und dann tatsächlich installierte Split-Kälte nicht die Behaglichkeitskriterien einer DIN 1946, Teil 2 beinhalten kann.

Aufgaben für den Fortschritt

Die Richtung der Entwicklung der zukünftigen Technischen Gebäudeausrüstung wird beeinflusst vom Erfolg zu lösender Einzelaufgaben, die in den Ausführungen angerissen wurden jedoch nicht vollständig

sein können aber trotzdem nochmals benannt werden sollen.

- Neufestlegung von Standardaußenluftzuständen (bisher 32 °C, 40 % rel. Feuchte) infolge Klimaänderung,
- Untersuchung zur Verschiebung des Behaglichkeitsfeldes für Raumfeuchten < 30 %,
- Erweiterung von Emissionsdatenbanken zur Schadstoffausdampfung aus Bau- und Einrichtungsteilen,
- Untersuchungen zur Grenzschichtausbildung an Gebäudefassaden in Richtung Außenluftansaugung für dezentrale Lufttechnik,
- Schaden-, Nutzenaufstellung zu mehr Hygiene,
- Überarbeitung von Sprühbefeuchtern Richtung Entfall der Wannen,
- Klärung der Frage ob mineralienhaltige Leitungswässer aus gesundheitlicher Sicht für Sprühbefeuchtung geeignet sind,
- Überarbeitung der Regelstrategien bei weniger Verkabelung und
- Entwicklung von Standardraumfühlern mit enthaltener Intelligenz zum Datentransport,
- Senkung des Elektroenergieverbrauchs der Nebenaggregate,
- Entwicklung von Bedienungselementen, die ohne Betriebsanleitung (Handbuch) auskommen.

Möglicherweise lassen sich einige Punkte ohne langwierige Untersuchungen beantworten oder Ergebnisse liegen bereits im Hintergrund vor. Die Anregungen sollten in jedem Fall positiv auf die Fortentwicklung der zu lösenden Einzelaufgaben wirken.

Literatur

- [1] Scholz, A.: Handbuch der Feuerungs- und Ventilations-Anlagen Stuttgart, Verlag von Gustav Weise 1881, S. 179
- [2] Esdorn, H.: Deckenkühlung- neue Möglichkeiten für alte Ideen 10. Internationaler Velta-Kongress, Arlberg-Hospitz, Tagungsband, 1988, S. 9/20
- [3] Schwarz, A.: Die Eis- und Kühlmachines und deren Anwendung in der Industrie München und Leipzig, Druck und Verlag von R. Oldenbourg, 1888, S. 432/433
- [4] Hier ist es, das Büro der Zukunft, PM, 6, 1994, S. 76/82
- [5] „Klagen über Klimaanlage bei Unterforderung am Arbeitsplatz“, VDI nachrichten, Nr. 29, 19. Juli 2002, S. 12
- [6] Kröling, P.: Gesundheits- und Befindensstörungen in klimatisierten Gebäuden, Institut für medizinische Balneologie und Klimatologie der Ludwig-Maximilians- Universität, München, Nov. 1985
- [7] Sodec, F., Makulla, D. Sanierung von Hochdruck-Induktionsanlagen, TAB 8, 2001, S. 51 bis 56
- [8] Fitzner, K.: Wandlung der Lüftungskonzepte von Büros durch verringerte thermische Lasten, Gesundheits-Ingenieur, 124, 2003, Heft 5, S. 223/231
- [9] Goodfellow, H., Tähti, E.: Industrial ventilation design guidbook, Academic Press, 2001, S. 187, S. 381
- [10] DIN 1946, Teil 2, Raumlufttechnik, Gesundheitstechnische Anforderungen, Januar 1994, S. 3
- [11] Schmidt, M.: 26 ° und kein Ende !!?, HLH, Bd. 54, 2003, S. 3
- [12] Franzke, U.: Bei Klimaplanungen wärmere Sommer beachten, Gastkommentar, CCI.Print, 7, 2003, S. 16
- [13] Zeidler, O.: Freie Lüftung in Bürogebäuden, HLH, Bd. 51, 2000, Nr. 7, S. 71/73
- [14] Trogisch, A.: „Freie Lüftung“ - eine Alternative, TAB 6, 2003, S. 47 bis 52
- [15] Schimmel, W.: Gebäudetechnische Zukunft oder exotische Randlösung?, HLH, Bd. 54, 2003, Nr. 2, S. 31/33
- [16] Meierhans, R., Olesen, B., W.: Betonkernaktivierung, D.F. Liedelt „Velta“ Produktions- und Vertriebs-GmbH, 1999
- [17] Ideal: mechanische Lüftung plus TAD, Sanitär- und Heizungstechnik, 9, 1999, S. 91/93
- [18] Recknagel, Sprenger, Schramek: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik, R. Oldenbourg Verlag, 2001, S. 902
- [19] Luvas: Heizen und Kühlen, Firmenprospekt, K-Metall GmbH, www.k-metall.de
- [20] Moriske, H.-J.: Mögliche Auswirkungen luftdichter Gebäude auf die Innenraumluftqualität, Gesundheits-Ingenieur, 124, 2003, S. 172/175
- [21] Diehl, H.-J.: Technische Gebäudeausrüstung – quo vadis?, HLH, Bd. 54, 2003, S. 46/49
- [22] Umweltbundesamt, Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB), Umwelt-medizinischer Informationsdienst, Heft 1, 2001, Anlage
- [23] Hartmann, T., Richter, W.: Lüftungsdiskussion – quo vadis ?, HLH, Bd. 53, 2002, Nr. 6, S. 73/82
- [24] Finke, U.: Dezentrale Außenluftansaugung bei raumlufttechnischen Geräten, HLH Bd. 53, 2002, S. 32/37
- [25] Roth, H., W.: Das Geheimnis der Forks, Raumklimatechnik mit dezentraler Fassadenlüftung, CCI.Print, 4, 2002, S. 51/55
- [26] Franzke, U.: Wirtschaftlichkeitsaspekte des Einsatzes dezentraler Lüftungsgeräte, FLT- Fachtagung „Dezentrale Lüftungstechnik in Fassaden“, Frankfurt/ Main, 12. Sept. 2003
- [27] Dezentrale Klimatisierung, Die Pro- und Contra-Diskussion in CCI.Print (Teil 1), 8, 2003, S. 16/17
- [28] Allergien, Wohlhabende trifft es häufiger, Robert Koch Institut, 2003, Bid der wissenschaft 10, 2003, S. 45
- [29] Sprenger, F.: Entwicklungen, Trends und Prognosen in der Heizungstechnik, HLH, Bd. 53, 2002, Nr. 3, S. 24/33
- [30] Diehl, J., Schiller, H.: Entwicklungsstand, neue Systeme, Trends in der Raumlufttechnik, HLH, Bd. 48, 1997, Nr. 11, S. 30/37
- [31] Schmidt, P., C.: Sanierung von Verwaltungsgebäuden mit Großraumbüros aus der Sicht der ausführenden Firmen für Heizungs- und RLT- Anlagen (Diskussionsbeitr. S. 171), Gesundheits-Ingenieur, 111, 1990, H. 4, S. 165/171