

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 91 (1973)
Heft: 38

Artikel: Klimatechnik für Büro- und Verwaltungsgebäude
Autor: Faeh, Alfons J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-71995>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 20.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die eingeführte Leistung ist bei der Spannung V

$$(2) \quad P = V^2/R \quad \text{oder} \quad (2a) \quad V = \sqrt{P \cdot R}$$

Um bei einer Farbfläche von 1 m^2 mit einem Widerstand von $1,7 \text{ Ohm}$ pro Quadrat und einem Überzugsgewicht von 50 g Trockenfarbe eine Leistung von 150 W/m^2 zu erreichen, ergibt sich die erforderliche Spannung zu

$$V = \sqrt{150 \cdot 1,7} = 16 \text{ V/m}$$

Bei einer Höhe von $2,5 \text{ m}$ ist somit eine Spannung von 40 V anzulegen. Um bei niedrigeren Spannungen eine gleich grosse Abgabeleistung einzuhalten, könnte der R -Wert durch Steigerung der Farbdicke verringert werden. Bild 3 zeigt für die gleiche Farbe, wie sich R mit dem Überzugsgewicht verändert. Um bei Halbierung der Spannung die gleiche Wärmeabgabe zu erzielen, ist somit ein Anstrich erforderlich, dessen spezifischer Widerstand viermal kleiner ist. Zwar wäre die Dicke der Farbe für diesen extremen Fall nicht unmöglich. Man wird aber mit Vorteil für die Stromschienen eine Anordnung nach Bild 4, oben rechts mit normaler Farbdicke wählen. Es wurden Stromschienenkuppelungen entwickelt, die für solche Verbindungen genügend flach sind.

Installations- und Betriebskosten

Bei einem Farbpreis von $0,20 \text{ £/m}^2$ für leitende Flächen, die 150 W/m^2 abstrahlen, würden die Materialkosten für das Heizelement $1,33 \text{ £/kW}$ betragen. Leitende Farbe für kleine Häuser kostet nicht mehr als das Zehnfache dieser Summe. Die Kosten anderer Systemteile müssen jedoch berücksichtigt werden, so insbesondere für Transformatoren mit etwa 10 bis 12 £/kW Leistung. Ebenfalls zu berücksichtigen sind die Kosten zur Vorbereitung der Wand sowie für die eigentlichen Anstrich- und Tapezierarbeiten. Die Installationskosten in einem Neubau sind ähnlich wie für andere Elektroheizsysteme und halb so hoch wie für Warmwasserheizungen.

In Tabelle 2 werden die vergleichsweisen Installationskosten für $2,5\text{-kW}$ -Anlagen den Kosten anderer Elektroheizsysteme gegen übergestellt.

Die Betriebskosten hängen von den örtlichen Strompreisen ab. Für verschiedenartige 10-kW -Systeme werden in Tabelle 3 die vergleichsweisen Kosten aufgeführt.

Für Dauerbetrieb ist das Wärmespeichersystem eindeutig wirtschaftlicher, doch ergeben die nur in der Hauptlastzeit betriebenen Systeme im Kurzzeitbetrieb allgemein beträchtliche Einsparungen. Es ist diese Betriebsart, in der leitende Wandanstriche die grösste Anwendung finden dürften, denn sie bieten hier den Vorteil einer leichten Regelung und eines schnellen Ansprechens.

Subjektive Faktoren

Bei der Auswahl eines Heizsystems müssen natürlich neben den Kosten auch andere Faktoren berücksichtigt wer-

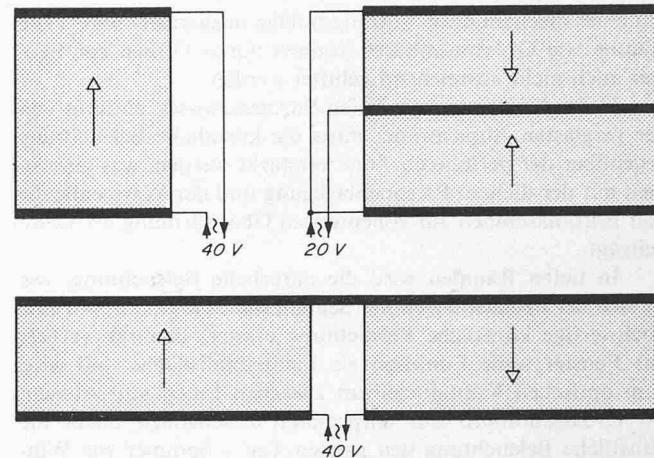


Bild 4. Verschiedene Anordnungen der Stromschienen. Bildteil oben links: Normale Anordnung für 40 V . Bildteil oben rechts: Dreischienensystem für 20 V . Unterer Bildteil: Anordnung für 40 V bei halber Höhe des leitenden Anstrichs

Tabelle 3. Ungefährre Jahrestkosten in £ bei verschiedenen Systemen bei einer Anschlussleistung von 10 kW

System	Kapital- aufwand	Jahres- gebühr (10 %)	Wartung	Energie- kosten		Gesamt- kosten	
				A	B	A	B
Kohlenkessel	500	50	20	40	35	110	105
Leitende Farbe	210	21	1	165	35	186	56
Deckenheizung	200	20	—	165	35	185	55
Warmluft	170	17	6	165	35	188	58
Unterboden	250	25	—	83	83	108	108
Wärmespeicher	150	15	—	83	83	98	98

A Dauerbetrieb (20°C , 24 h täglich)

B Kurzzeitbetrieb (20°C , 8 h täglich)

den. Warmluftsysteme, Fußboden- und Wärmespeicherheizungen haben den Nachteil, dass sie grösstenteils konvektive Wärme liefern. Obwohl Rohrleitungsradiatoren eine ähnliche Heizleistung wie Heizwände abstrahlen, ist eine Seite des Radiators durch die Wand verdeckt, was die Wärmeabstrahlung auf nicht mehr als 30 % der Gesamtleistung reduziert. Ihre relativ kleinen Abstrahlflächen begrenzen die direkte Abstrahlung, und in Bodennähe kann ein Kältegefühl auftreten. Demgegenüber verteilt sich beim PRA-System die Wärme dank des grossen Abstrahlungsanteils von 60 % bei grossflächiger Wandbeheizung und von fast 100 % bei Deckenbeheizung schnell und gleichmäßig im Raum.

Klimatechnik für Büro- und Verwaltungsgebäude

DK 697.94

Von J. Faeß, Volketswil

In allen Räumen, in denen sich Personen aufhalten, muss die Luft ständig erneuert werden. Infolge des stets wachsenden Verkehrsstroms und des dadurch bedingten Anfalls von Lärm, Staub und Abgasen genügt die früher übliche Fensterlüftung heute oft nicht mehr. Aussenlärm und Luftverschmutzung zwingen im Stadtzentrum, in Industriegebieten und in verkehrsreichen Gegenden vielfach zum Einbau luftdichter, schalldämmender Fenster. Damit werden keine Komfortbedürfnisse befriedigt, sondern Immissionen abgewehrt. In oberen Geschos-

sen hoher Gebäude verunmöglicht der Winddruck das Öffnen der Fenster, daher werden heute viele solcher Bauten festverglast ausgeführt.

Grosse Fensterflächen bringen wohl gute Lichtverhältnisse in den fensternahen Zonen, aber auch einen erheblichen Wärmeanfall durch Sonneneinstrahlung. Dieser kann so gross sein, dass die Räume selbst bei niedrigen Außentemperaturen übermäßig warm werden. Bei grosser Bautiefe müssen innenliegende Räume, in denen sich Menschen aufhalten sollen,

mit einer mechanischen Lüftungsanlage ausgerüstet sein. Tiefe Räume wie Grossraumbüros können durch Öffnen der Fenster auch nicht ausreichend gelüftet werden.

In der Kernzone eines tiefen Bürogeschosses, entfernt von der verglasten Außenwand, muss die künstliche Beleuchtung gegenüber der peripheren Zone verstärkt werden, was zusammen mit der dichten Personenbelegung und der Wärmeabgabe von Büromaschinen zur zonenweisen Überwärmung im Raum beiträgt.

In tiefen Räumen wird die natürliche Beleuchtung, wie sie sich bei Arbeitsplätzen mit Seitenfenstern ergibt, durch eine hochwertige künstliche Beleuchtung ersetzt; dadurch verliert das Fenster seine Funktion als Lichteinfallsfläche und wird zum optischen Kontaktellement zwischen Innen und Außen. Im Grossraumbüro mit fensterlosen Innenzonen bleibt die künstliche Beleuchtung den ganzen Tag – Sommer wie Winter – eingeschaltet; die Beleuchtung in dieser Zone muss ständig Tageslichtcharakter aufweisen, damit kein unangenehmer Kontrast zu den vom Tageslicht überfluteten peripheren Zonen entsteht.

Die Stärke der Leuchten spielt für die Klimatisierung eine grosse Rolle. So werden beispielsweise bei einer Fluoreszenzleuchte nur ungefähr 20% der aufgewendeten elektrischen Energie als Licht sichtbar, rund 4/5 werden direkt in Wärme umgesetzt. Es ist erwünscht, dass bei Leuchten von einer Stärke von 1000 Lux und mehr die Wärme direkt von der Leuchte weggeführt wird, dies trägt zur Steigerung der Lichtausbeute bei. Da die Wärmestrahlung von Leuchten von über 1500 Lux als unangenehm empfunden wird, müssen solche Leuchten gekühlt werden. Mit der Forderung nach immer mehr Licht am Arbeitsplatz werden immer stärkere Leuchten eingesetzt.

Die Luftfeuchtigkeit ist ein wichtiger Klimafaktor. In geheizten Räumen sind Luftfeuchtigkeiten von 40 bis 50% erwünscht, und Werte unter 30% führen zu Austrocknungsscheinungen der Schleimhäute. Ferner steigt bei sinkender Raumluftfeuchte die elektrische Aufladung – durch Verringerung der elektrischen Leitfähigkeit der Luft – was sich nachteilig auf das Wohlbefinden des Menschen auswirkt.

Damit sich der Mensch in einem Raum wohl fühlt, braucht es in erster Linie frische Luft, angenehme Temperatur und die richtige Luftfeuchte. In modernen Bauten ist es oft nur mit einer Klimaanlage möglich, diese Voraussetzungen zu erfüllen. Der Einbau einer Klimaanlage lässt auch eine dichtere Beleuchtung von Büroräumen zu, und was noch vor wenigen Jahren lediglich für erhöhten Komfort gebaut wurde, wird heute als notwendig anerkannt.

In einem klimatisierten Bürogebäude mit automatischer Regelung sind die Raumtemperaturen im Sommer, im Gegensatz zum Winter, nicht konstant, sondern werden in Abhängigkeit der jeweiligen Aussentemperatur, unabhängig von momentanen Einflüssen wie unterschiedlicher Beleuchtung oder Sonneneinstrahlung, reguliert.

Eine vollautomatische Klimaanlage, die zu jeder Jahreszeit das dem Menschen gemäss Raumklima erzeugt:

- sorgt ständig für die notwendige Luftrneuerung,
- reinigt die Luft von Staub, Russ und anderen Verunreinigungen,
- heizt im Winter und kühlt im Sommer,
- hält die relative Luftfeuchte im Behaglichkeitsbereich und
- verteilt die Luft leise, gleichmässig und zugfrei.

Mit allen für einen wirtschaftlichen Betrieb erforderlichen Einrichtungen ausgerüstete Klimaanlagen – unter Berücksichtigung der vielfach gestellten Forderung, die Büronutzfläche in Zellen- und Grossraum-Büros mit eventuell variablem Anteil Einzelraum bzw. Grossraum aufzuteilen zu können – werden sich aus den Ersparnissen infolge Produktionssteigerung und Qualitätsverbesserung innert kurzer Frist amortisieren.

Letztlich ist die grössere Anziehungskraft klimatisierter Büoräume auf das Personal nicht zu unterschätzen.

Beim Bau von Büoräumen liegen die Schwerpunkte neben der architektonischen Gestaltung und Konzeption immer mehr auf der gezielten Koordinierung

- der akustischen Verhältnisse,
- der sorgfältigen Ausbildung der künstlichen Beleuchtung,
- der einwandfreien Klimatisierung,
- der zweckentsprechenden Materialwahl und
- der farblichen Gestaltung der Umgebung der Arbeitsplätze.

Die verschiedenen Einflussfaktoren wie Klima, Beleuchtung und Akustik dürfen nicht mehr einzeln, sondern müssen von Anfang an im Gesamtrahmen behandelt werden.

Heute kosten die technischen Einrichtungen wie Heizung, Elektrisch, Sanitär, Aufzüge, Klimatisierung, Brandschutz usw. schon fast die Hälfte oder mehr des gesamten Büro- und Verwaltungsgebäudes. Dies verlangt neue Wege in der Planung: Baukörper und Haustechnik sind gleichwertig, sie beeinflussen sich gegenseitig und sie müssen gleichzeitig nebeneinander geplant werden. Schon vor Baubeginn müssen alle notwendigen Schritte und Einzelheiten sinnvoll geplant und gezielt koordiniert werden.

Neben der generellen Abklärung des Standortes der Heiz- sowie der Kälte-Zentrale im Keller oder über dem Dachgeschoss (sofern kein Fernenergiebezug möglich ist) drängen sich bei einem Büro- oder Verwaltungsgebäude mit umfangreichen und platzbeanspruchenden lufttechnischen Anlagen bereits im Planungsstadium wichtige Fragen auf, wie:

- Wie fügen sich die Aussenluftfassungen, unter Berücksichtigung der Luftqualität und der Lärmimmissionen, und die Fortluftausblasöffnungen ästhetisch in den Baukörper ein, ohne die Nachbarschaft zu stören?
- Welches ist die zweckmässige Anordnung und Grösse der Maschinenräume? Welcher Platz wird für Ausbau und Wartungsarbeiten an den technischen Anlagen benötigt? Bei den Installationsschächten ist auf geringe Lärmübertragung und einfache Führung der Luftkanäle zu achten. Energie sparende oder energierückgewinnende Anlageteile sind zu untersuchen. Schallschutzmassnahmen sind zu prüfen.
- Welches ist die minimale Zwischendeckenhöhe für die unsichtbare Verlegung der Lüftungsanlagen und anderer Leitungen und Installationen?

Der Bauingenieur hat in echter Partnerschaft mit dem Architekten bereits beim Erarbeiten des Vorprojektes den wichtigen Entscheid bezüglich der optimalen Tragkonstruktion zu fällen. Dabei bedeutet «optimal» nicht unbedingt die statisch günstigste Lösung, sondern diejenige, die der gesamten Anlage – Rohbau, technische Installationen, Ausbau, Betriebs einrichtungen usw. – und den betrieblichen Erfordernissen am besten Rechnung trägt. Da neben Sanitär, Elektro und Heizung die platzbeanspruchenden Lüftungs- und Klimaanlagen die Ausbildung der Tragkonstruktion eines Bauwerkes wesentlich beeinflussen können, ist der Entscheid über das Anlagensystem um seine Anordnung herbeizuführen, bevor die Konstruktionspläne gezeichnet sind.

Eine neutrale und ausführungsreife, im Einklang mit den örtlichen Vorschriften sachgemäss durchgeföhrte Projektierung der Klimaanlage ist die Grundlage für eine Ausarbeitung der Ausschreibungsunterlagen, die neben klaren Leistungsangaben und eindeutigen Garantiewerten einen dem tatsächlichen Projektumfang entsprechenden Materialauszug enthalten müssen. Diese Unterlagen erlauben

- den bewerbenden Ausführungsunternehmern die Preisein gabe auf einheitlicher Grundlage auszuarbeiten und
- dem Bauherrn und dem Architekten die eingegangenen Unternehmerofferten miteinander zu vergleichen (beispielsweise im Hinblick auf eine Pauschalvergebung).

Die Projektierung ist auch Voraussetzung für einen gezielten und zeitsparenden Arbeitsablauf der nachfolgenden Ausführungsarbeiten.

Weitere dem Beratenden Ingenieur übertragene Mandate wie Ausführungsbearbeitung, Fachbauleitung und Abnahme der Klimaanlage erlauben, die treuhänderische Wahrung der Interessen des Bauherrn bis zur Fertigstellung der installa-

tionsbezogenen Garantiearbeiten auszudehnen. Im Interesse einer optimalen Gesamtplanung müssen Bauherr, Architekt und Bauingenieur sowie ausgewiesene unabhängige Beratende Ingenieure der verschiedenen Arbeitsgattungen von allem Anfang an zusammenarbeiten.

Adresse des Verfassers: *Alfons J. Faeh, Lindenhof 16, 8604 Volketswil.*

Sicherheit für Gasverbraucher

Von **M. Stadelmann**, Zürich

Wenn die im Stadt-, Erd- oder Propangas gespeicherte Energie am falschen Ort und im falschen Zeitpunkt freigesetzt wird, kann sich ein Unfall ereignen. Umfangreiche Sicherheitsmaßnahmen bei der Verteilung des Energieträgers Gas sorgen jedoch dafür, dass hier möglichst nichts geschehen kann. Auch die Gasgeräte werden auf ihre Sicherheit geprüft, bevor sie auf den Markt gelangen. Damit sind alle Voraussetzungen für einen sicheren Gebrauch von Gas gegeben, sofern die Verbrauchsgeräte richtig installiert sind, und der Benutzer sich an die Bedienungsvorschriften des Apparates hält.

Sicherheitsvorrichtungen im Gasverteilssystem

In den Schweizer Zeitungen wurde am 10. April 1973 von einem Unglück in Turin berichtet, wo durch einen plötzlichen Druckanstieg im Gas-Verteilernetz Lecks entstanden sind, welche mehrere Gasexplosionen auslösten. Natürlich stellt sich die Frage, ob dies in der Schweiz auch geschehen kann. Die Sicherheitsvorschriften, welche die schweizerischen Gasverteilwerke zu beachten haben, schliessen solche Unfälle jedoch aus.

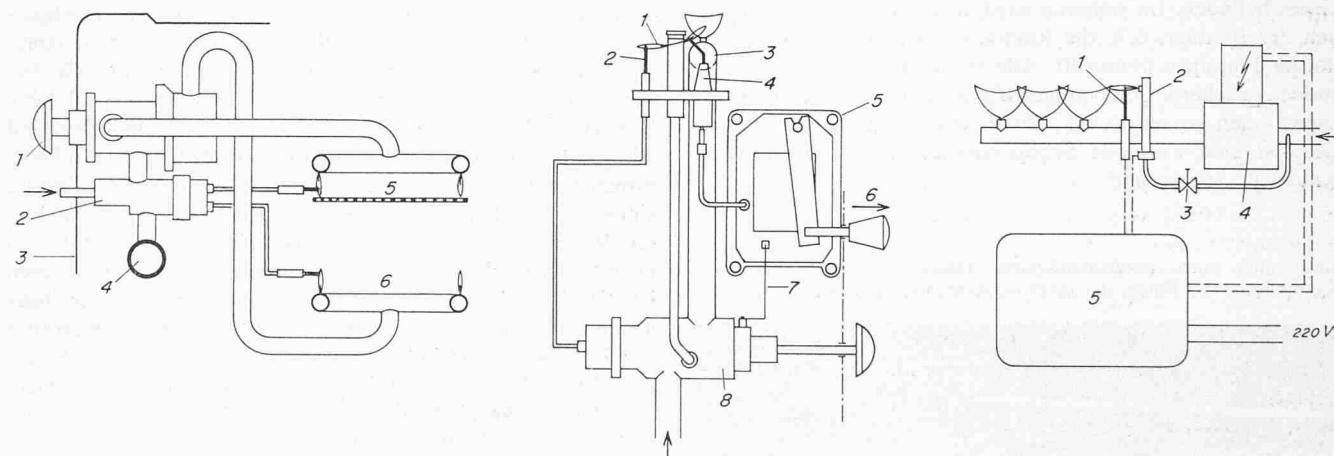
Verteilnetz

Die Gasverteilung durch die Verbundgesellschaften und lokalen Gasversorgungsunternehmen erfolgt in drei Druckstufen, nämlich durch Hochdruckleitungen (bis 64 atü), Mitteldruckleitungen (rd. 25 atü) und Niederdruckleitungen, mit welchen das Gas zum Konsumenten transportiert wird. Hoch- und

Mitteldruckleitungen stehen unter der Aufsicht des eidg. Rohrleitungsinspektors, dessen Bewilligung für den Bau vorliegen muss. Ausser einer Reihe von Sicherheitsmaßnahmen, welche die Leitung vor Schäden schützen – Kunststoff- oder Bitumenüberzug der Rohre, kathodischer Korrosionsschutz – wird der Druck in diesen Leitungen von den Betriebszentralen der Verbundgesellschaften laufend überwacht und aufgezeichnet. Tritt ein ungewöhnlicher Betriebszustand auf, wird in der Zentrale Alarm ausgelöst. Durch ferngesteuerte Schieber, welche alle 15 bis 20 km eingebaut sind, kann der betreffende Leitungsabschnitt unterbrochen werden. Diese Schieber werden monatlich auf ihre Funktionstüchtigkeit geprüft. Auch die von den Hochdruckleitungen ausgehenden Mitteldruckleitungen, die zu den einzelnen Versorgungsgebieten der Partnerwerke führen, werden von den Betriebszentralen aus überwacht. Im Falle von Störungen werden die Schieber in den Druckreduzierstationen, aus welchen diese Druckleitungen gespiesen werden, geschlossen. Die Abnahmestationen, bei denen das Gas aus der Mitteldruckleitung in die einzelnen Versorgungsnetze eingespiesen wird, stehen unter laufender Aufsicht des entsprechenden Gasversorgungsbetriebs.

Sämtliche Druckreduzierstationen müssen über zwei unabhängige Sicherheits-Absperrventile oder je ein Sicherheits-Absperrventil und ein Sicherheits-Auslassventil verfügen. Der Druck hinter dem Reduzierventil wird laufend überprüft. Steigt er über einen bestimmten Wert an, wird durch eine pneumati-

Schematische Darstellung verschiedener Flammenüberwachungssysteme



Thermoelektrische Sicherungsvorrichtung mit zwei Thermoelementen für Backöfen mit Grillbrennern

- 1 Dreiweg-Hahn mit Thermostat
- 2 Thermoelektrisches Ventil bzw. Sicherungssystem
- 3 Frontplatte des Kochherdes
- 4 Gaszufuhr
- 5 Infrarot-Grillbrenner
- 6 Backofenbrenner

Thermoelektrische Sicherungsvorrichtung mit Hochspannungsmagnet

- 1 Zündflamme (zweiflammig)
- 2 Thermoelement
- 3 Brenner
- 4 Zündelektrode
- 5 Hochspannungsmagnet
- 6 Betätigungshebel
- 7 Massenanschluss
- 8 Thermoelektrisches Gasventil

Elektronische Sicherungsvorrichtung durch Flammenionisation

- 1 Ionisierungselektrode
- 2 Zündflamme mit Brenner
- 3 Hahn
- 4 Elektromagnetisches Ventil
- 5 Schaltkasten mit Verstärker und Relais