Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe

Band: 54 (1976)

Heft: 4

Artikel: Die mikroklimatischen Behaglichkeitskriterien für Büro- und Arbeitsräume : eine Zusammenstellung der raumklimatischen Behaglichkeitswerte = Critères de confort micro-climatiques dans les bureaux et locaux de travail : etude portant sur le confort des lo...

Autor: Wiederkehr, Max

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-875824

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: 15.07.2025

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

Die mikroklimatischen Behaglichkeitskriterien für Büro- und Arbeitsräume

Eine Zusammenstellung der raumklimatischen Behaglichkeitswerte

Critères de confort micro-climatiques dans les bureaux et locaux de travail

Etude portant sur le confort des locaux en fonction des facteurs climatiques

Max WIEDERKEHR, Bern

628.8

Zusammenfassung. *Die raumklimatischen Umgebungseinflüsse bestimmen wesentlich über das Wohlbefinden des Menschen und seine Arbeitsleistung. Darum liegt die Anwendung der arbeitshygienischen Erkenntnisse über die raumklimatischen Wirkeinflüsse auf den Menschen bei der Bauplanung und Ausführung im Interesse von Arbeitnehmer und Arbeitgeber. Für den Gebrauch in der Praxis werden nachfolgend die empfohlenen und in der einschlägigen Literatur aufgeführten Behaglichkeitswerte zusammengestellt.*

Résumé. *Le bien-être de l'homme et sa productivité dépendent dans une large mesure de l'influence qu'exerce le climat de son environnement de travail. Par conséquent, il est dans l'intérêt du travailleur et de l'employeur de mettre en pratique, lors de la planification et de la construction de locaux, les connaissances acquises sur le plan de l'hygiène du travail, dans le domaine particulier de l'influence du climat ambiant sur l'homme. A l'usage des particiens, l'auteur expose ci-après les critères de confort recommandés et énumérés dans les ouvrages spécialisés.*

I criteri di agi microclimatici per uffici e locali di lavoro

Riassunto. *Gli influssi climatici dell'ambiente sono determinanti in modo essenziale per la salute e il rendimento dell'uomo. Per questo motivo, in occasione di progetti di costruzione e della loro esecuzione, l'applicazione dello studio sull'igiene del lavoro, concernente gli influssi climatici ambientali sull'uomo, è di estrema importanza e nell'interesse del datore di lavoro e dei suoi dipendenti. Per l'uso pratico, vengono elencati, qui di seguito, i valori di agi raccomandati e descritti nella letteratura specializzata nel ramo.*

1 Anlass

Dieser Beitrag soll zu Raumklima-Diskussionen die Kriterien aufzeigen, die sachlich bei der Beurteilung von Raumluftzuständen zu beachten wären. Dabei beschränkt sich der Überblick auf die Verhältnisse in den Büro- und Arbeitsräumen, auf jene Bereiche also, wo Personal dauernd Arbeit verrichtet und somit ein zuträgliches Raumklima vorfinden sollte.

2 Problemkreise

Die Effizienz der Arbeitsleistung wird vom Raumklima stark beeinflusst. Dass die menschliche Arbeitsatmosphäre nicht allein vom guten Raumklima abhängt, dürfte ebenfalls einleuchten. Trotzdem sollten die arbeitshygienischen Probleme nicht unterschätzt werden, da ihre Vernachlässigung im Ernstfall zu gesundheitlichen Störungen des Arbeitnehmers führen kann und somit auch dem Arbeitgeber Schaden zufügt. Die Einwirkungen des Raumklimas auf den Betroffenen müssen darum mit den ergonomischen Behaglichkeitswerten verglichen werden. Zu starke Abweichungen werden mit Vorteil ausgeschaltet, was mit baulichen und im Sonderfall mit lufttechnischen Massnahmen möglich sein sollte. Eine bewusste Beeinflussung des Raumluftzustandes durch lufttechnische Vorkehren muss sehr sorgfältig überlegt und angewandt werden, da sie die äusseren und inneren Immissionen sowie die baulichen Voraussetzungen einschliesslich der konstruktiven Besonderheiten berücksichtigen muss. Mit diesem kurzen Hinweis ist eine sehr schwierige Optimierungsaufgabe der Bauverantwortlichen angedeutet, die in der Bauplanung ein fundiertes technisches Wissen voraussetzt. Die zusätzliche Korrekturmöglichkeit mit lufttechnischen Einrichtungen muss ebenso gezielt eingesetzt werden in all jenen Fällen, in denen eine künstliche Wärme- und Feuchtigkeitsregulierung und Abfuhr unumgänglich ist. Dabei darf auf keinen Fall die negative Seite solcher Massnahmen unberücksichtigt bleiben; die mögliche Störanfällig-

1 But

Cet article vise à dégager les critères permettant de juger en toute objectivité du climat des locaux lors de discussions à ce sujet. L'analyse se limite d'ailleurs aux conditions régnant dans les bureaux et locaux de travail où le personnel se tient en permanence, à savoir à l'environnement de travail où devrait régner une ambiance climatique favorable.

2 Problèmes

Le climat des locaux exerce une influence prédominante sur la productivité des travailleurs. Il est toutefois clair que ce facteur n'est pas seul déterminant en ce qui concerne l'atmosphère de travail. Malgré cela, il importe de ne pas sous-estimer les problèmes touchant à l'hygiène du travail, car une telle attitude pourrait, à l'extrême, porter préjudice à la santé du personnel et, par conséquent, nuire à l'employeur. Il en résulte qu'il est nécessaire de comparer les influences exercées par le climat des locaux avec les facteurs ergonomiques de confort. Il sera favorable d'éliminer les écarts trop prononcés, chose en principe possible à l'aide de mesures architectoniques ou, dans des cas particuliers, au moyen de dispositifs de climatisation. Il importe cependant d'examiner soigneusement s'il est indiqué de modifier l'état climatique des locaux par des moyens techniques de ventilation, car, ce faisant, il faut tenir compte des nuisances extérieures et intérieures ainsi que des conditions architectoniques comprenant aussi les particularités de la construction considérée. Ces quelques indications font pressentir la délicate tâche d'optimisation qui incombe aux responsables de la construction, lesquels doivent posséder de sérieuses connaissances techniques en matière de planification. Il sied aussi d'utiliser judicieusement toute possibilité de correction subséquente du climat des locaux à l'aide de moyens techniques, dans tous les cas où une régulation et une évacuation artificielles de la chaleur et de l'humidité se révèlent indispensables. A ce propos, on ne négligera jamais les côtés

keit der Anlage, die anfallenden Energieprobleme, die baulichen Auswirkungen und die individuellen Reaktionen menschlicher Klimaempfindung.

3 Ergonomische Ausgangslage

Die Ergonomie ist jene wissenschaftliche Disziplin, die die hygienischen, physiologischen und psychologischen Zusammenhänge des Menschen mit seiner Tätigkeit untersucht, vergleicht und weiterentwickelt, damit gesunde, menschenwürdige und ökonomische Arbeitsverhältnisse gesichert werden können. Dies beginnt schon mit der richtigen Konstruktion von Arbeitsstuhl und -tisch. Die vom Menschen benützten Maschinen, Geräte und technischen Einrichtungen sind nur dann eine Arbeitshilfe, wenn sie den Funktionen und Proportionen des menschlichen Körpers angepasst sind. Dem Arbeitenden ist es ebenfalls nur dann möglich, eine optimale Leistung zu erbringen, wenn die Umgebungsbedingungen ausgeglichen und behaglich sind, das heisst, wenn sie entspannend und zugleich motivierend auf ihn einwirken. Der Behaglichkeitszustand beziehungsweise das menschliche Behaglichkeitsempfinden im arbeitshygienischen Sinne setzt sich deshalb aus folgenden Wirkeinflüssen zusammen:

- Den spezifischen Raumluftzustandswerten
- Den Einflussgrössen der Umgebung (zum Beispiel Strahlungstemperatur)
- Dem räumlichen Farb- und Beleuchtungszustand
- Der Raumgeometrie (Innenarchitektur)
- Den akustischen Gegebenheiten des Raumes und der Arbeitsplatzumgebung.

Die betreffenden Behaglichkeitswerte sind von kompetenter Seite entsprechend untersucht, festgelegt und veröffentlicht worden, so dass der Bauplaner und Betriebsingenieur sich nicht mehr im Ungewissen bewegen muss. Indem diese Behaglichkeitswerte angestrebt werden, ist nicht nur das normale Wohlbefinden in psychologischer und in physiologischer Sicht angesprochen, sondern gleichzeitig auch grösstenteils die Unfall- und Betriebssicherheit mitberücksichtigt. Diese minimalen Fachkenntnisse über die Raumklimafaktoren sollen kurz und für die Praxis brauchbar zusammengestellt werden, wobei die weiteren Einflussfaktoren auf das integrale Raumklima einer späteren Veröffentlichung vorbehalten bleiben.

Von besonderer Bedeutung ist der Raumluftzustand, da er weitgehend die sogenannten mikroklimatischen Verhältnisse mitbestimmt. Die Raumluftverhältnisse werden durch folgende charakteristischen Faktoren gekennzeichnet:

- Temperatur
- Feuchtigkeit
- Luftbewegung
- Lufterneuerung
- Sauerstoffgehalt
- Luftreinheit
- luftelektrischer Zustand.

Diese sinnlich fühlbaren Einflussgrössen sind mess- und im allgemeinen auch beeinflussbar.

Gute Raumluftverhältnisse ermöglichen dem gesunden menschlichen Organismus innerhalb eines kleinen Schwan-

négatifs que peuvent entraîner de telles mesures, à savoir la sensibilité éventuelle de l'installation aux dérangements, les problèmes d'énergie, les conséquences sur le plan de l'architecture ainsi que les réactions quant au climat, pouvant différer sensiblement d'un individu à l'autre.

3 Situation de départ au point de vue de l'ergonomie

L'ergonomie est une discipline scientifique qui s'occupe de l'interaction entre les sciences humaines telles que l'anthropologie, la physiologie et la psychologie et les réactions de l'homme à sa place de travail. Cette étude a pour objet d'assurer au travailleur, par le truchement de comparaisons et de perfectionnements, des conditions de travail respectant la dignité humaine, compte tenu des divers impératifs économiques. Ces considérations commencent déjà au niveau des chaises et des tables de travail, dont la construction doit être correcte. Les machines, les appareils et les équipements techniques utlisés par l'homme ne sont une aide de travail pour lui que s'ils sont adaptés aux fonctions et aux proportions du corps humain. De même, le travailleur ne pourra fournir des prestations optimales que si son environnement est harmonieux et confortable, c'est-à-dire capable de le détendre tout en le motivant. Les facteurs suivants exercent une influence sur le bien-être ressenti par ceux qui occupent les locaux, à savoir sur la manière dont l'homme réagit aux critères propres à l'hygiène du travail:

- Les variables physiques de l'état de l'air
- Les caractéristiques de l'environnement (par exemple la température de rayonnement)
- Les effets exercés par la couleur et par l'éclairage
- La disposition géométrique des éléments (décoration intérieure)
- Les propriétés acoustiques du local et de l'environnement de la place de travail.

Les facteurs de confort entrant en considération ont été analysés, définis et publiés par des spécialistes autorisés, si bien que le planificateur et l'ingénieur d'exploitation n'en sont pas réduits à tâtonner. En s'efforçant de tenir compte de ces facteurs, on ne favorise pas seulement le bien-être psychologique et physiologique, mais on diminue du même coup les risques d'accidents en améliorant la sécurité d'exploitation. Les connaissances spécialisées minimales nécessaires, propres au climat des locaux, sont résumées ci-après sous une forme utilisable en pratique, les autres facteurs définissant le climat intégral de ces derniers feront l'objet d'une publication ultérieure.

L'état physique de l'air revêt une importance particulière, car il concourt dans une large mesure à déterminer les conditions micro-climatiques. Les caractéristiques de l'air ambiant sont définies par les facteurs suivants:

- Température
- Humidité
- Circulation
- Renouvellement
- Teneur en oxygène
- Pureté
- Etat électrique.

Ces variables ne sont pas seulement perceptibles, mais peuvent être mesurées de même qu'en général influencées.

Si les caractéristiques de l'air ambiant sont bonnes, la thermorégulation des personnes en bonne santé fonctionne parfaitement dans les limites d'une étroite plage de variations.

kungsbereiches das einwandfreie Funktionieren seines Wärmehaushaltes. Absolut konstante Raumluftverhältnisse würden hingegen eine dem Menschen unnatürliche Klima-Monotonie ergeben. Der Wärmeaustausch mit der Umgebung geschieht durch Wärmestrahlung, Wärmeleitung, Konvektion (Luftbewegung) und Flüssigkeitsverdunstung (abhängig von Temperatur und Luftfeuchtigkeit). Steigt die Körpertemperatur über 42 °C oder sinkt sie unter 35 °C, so liegt eine Überforderung des menschlichen Wärmehaushaltes vor, da die normale Kerntemperatur 36,5 °C...37°C beträgt (normale Schalen- oder Hauttemperatur 32 °C...33 °C).

4 Behaglichkeitswerte und arbeitshygienische Forderungen

41 Temperatur

Für einen Raumbenützer ist nicht allein die physikalisch messbare Raumtemperatur, sondern auch die empfundene sogenannte *Behaglichkeitstemperatur* von Bedeutung (*Tab. I*). Diese hängt nicht von der Raumlufttemperatur, der Oberflächentemperatur der Umgebung (Boden, Wände, Decke, Gegenstände), der relativen Luftfeuchtigkeit und der Luftbewegung im betreffenden Raum ab.

Tabelle I. Richtwerte für Raumtemperaturen
Tableau I. Valeurs indicatives pour les températures d'un local

Art der Tätigkeit Genre de travail	Raumlufttemperatur Température de l'air ambiant Minimal Minimale	 Optimal Optimale	 Maximal Maximale
Geistig, sitzend Intellectuel, assis	18° C	20...21° C	24° C
Manuell, sitzend, leicht Manuel, assis, aisé	18° C	20° C	24° C
Manuell, stehend, leicht Manuel, debout, aisé	17° C	18° C	22° C
Körperlich, stehend, schwer Corporel, debout, pénible	15° C	17° C	21° C
Raumluftfeuchtigkeit Humidité de l'air	70%	50%	30%

Im Sommer sind die Temperaturwerte 2 °C...3 °C höher als obige Angaben - En été, les températures sont de 2 °C...3 °C supérieures à celles du tableau.

411 Richtwerte für Temperaturdifferenzen

Der Unterschied der Raumlufttemperatur gegenüber der Aussenlufttemperatur soll bei Luftkonditionierung im Sommer nie mehr als 4 °C betragen.

Bei 50% relativer Feuchtigkeit gelten folgende Richtwerte:

Aussentemperatur	20	22	24	26	28	30	32 °C
Innentemperatur	20	21	22	23	24,5	26	28 °C

412 Oberflächentemperaturen

Fensterfronten, Fassadenelemente, Böden, Wände, Dekken sowie Gegenstände im Raum wirken als Temperaturstrahler. Sie sollen deshalb eine der Raumlufttemperatur möglichst angeglichene Temperatur aufweisen, wobei eine Differenz von 2 °C...3 °C nicht überschritten werden sollte.

413 Temperaturgrenzwerte

Raumtemperaturen über 24 °C werden als unangenehm empfunden; sie führen bei 25 °C zu Schweissbelästigung und bei mehr als 27 °C...28 °C zur Leistungsverminderung.

Die je nach Tätigkeit noch zumutbaren Werte der Temperatur und Feuchtigkeit sind in *Tabelle II* angegeben.

En revanche, si les caractéristiques de l'air ambiant étaient absolument constantes, le climat paraîtrait anormalement monotone pour l'homme. L'échange thermique avec l'environnement se produit par rayonnement, conduction, convection et évaporation de liquide (en fonction de la température et de l'humidité). Si la température du corps monte au-dessus de 42 °C ou tombe au-dessous de 35 °C, il y a mise à contribution excessive de la thermorégulation, la température centrale du corps humain étant de 36,5 °C...37 °C et la température superficielle ou cutanée normale s'établissant à 32 °C...33 °C.

4 Facteurs de bien-être et exigences de l'hygiène du travail

41 Température

Les utilisateurs d'un local ne ressentent pas seulement la température en tant que facteur physique pouvant être mesuré, mais sont aussi sensibles à ce que l'on pourrait appeler la *température de bien-être (tab. I)*. Celle-ci ne dépend pas uniquement de la température de l'air ambiant, mais également de la température des surfaces dans l'environnement (sol, parois, plafond, ameublement), de l'humidité relative et du mouvement de l'air dans le local considéré.

411 Valeurs indicatives pour les différences de température

En été, dans un local où l'air est conditionné, la différence entre la température de l'air ambiant et celle de l'air extérieur ne devrait jamais dépasser 4 °C.

Les valeurs indicatives suivantes s'appliquent pour une humidité relative de 50%:

Température extérieure	20	22	24	26	28	30	32°C
Température intérieure	20	21	22	23	24,5	26	28°C

412 Température des surfaces

Les baies vitrées, les éléments des façades, les sols, les parois, les plafonds et les objets d'ameublement jouent le rôle de radiateurs de chaleur. De ce fait, il est souhaitable que leur température soit harmonisée avec celle de l'air ambiant, une différence de 2 °C...3 °C ne devant pas être dépassée.

413 Valeurs limites de température

Si la température d'un local excède 24 °C, les personnes qui y travaillent ressentent une impression désagréable; si elle s'élève au-dessus de 25 °C, la transpiration commence à importuner et, au delà de 27 °C...28 °C, le rendement diminue.

Le *tableau II* indique les conditions de température et d'humidité sous lesquelles on peut encore raisonnablement exercer les activités mentionnées.

Tabelle II. Temperatur- und Feuchtigkeitswerte in Funktion der Tätigkeit
Tableau II. Température et humidité en fonction de l'activité

Tätigkeit Activité	Temperatur Température	Relative Luftfeuchtigkeit Humidité relative
Leichte körperliche Arbeit (8 Stunden/Tag) Travail corporel aisé (8 heures/jour)	37°C 34°C 32°C	30% 50% 70%
Schwerarbeit (8 Stunden/Tag) Travail de force (8 heures/jour)	32°C 30°C 28°C	30% 50% 70%

42 Feuchtigkeit

Die anzustrebende beziehungsweise bevorzugte relative Feuchtigkeit ist von der Jahreszeit abhängig.

Bevorzugte Werte im *Sommer*	40...60%
Bevorzugte Werte während der *Heizperiode*	40...45%

Werte unter 30% oder über 70% sind aus Gründen der Behaglichkeit und der Hygiene nicht erwünscht. Sofern *Luftbefeuchter* nötig sind, ist folgender Wasserverbrauch für die künstliche Befeuchtung erforderlich:

Räume	
bis 50 m³	0,3...0,5 l/h
50...100 m³	0,6...1,0 l/h

43 Luftbewegung

Im Arbeitsbereich soll bei sitzender Tätigkeit die Luftgeschwindigkeit den Grenzwert von 0,2 m/s nicht übersteigen. Bei körperlich anstrengender Arbeit darf sie bis 0,5 m/s betragen.

44 Lufterneuerung

Für ein behagliches Klima ist ebenfalls eine genügende Lufterneuerung nötig. Je nach Raumbelegung und Luftverschmutzung (Rauchen, Staubentwicklung usw.) kann dies durch freie Lüftung (zum Beispiel Fensterlüftung) geschehen oder muss künstlich (Zwangslüftung) sichergestellt werden. Für Büroräume sind die Richtwerte in *Tabelle III* zu beachten.

45 Sauerstoffgehalt

Unter normalen atmosphärischen Bedingungen ist der für die Atmung absolut notwendige Sauerstoff mit einem Anteil von 21 Vol-% vertreten. Da der Partialdruck des Sauerstoffs mit abnehmendem Luftdruck (das heisst mit zunehmender Höhe über Meer) sinkt, tritt eine Sauerstoffverarmung ein. Sie ist die Ursache der sogenannten «Bergkrankheit». Bei weniger als 11% Sauerstoff tritt beim Menschen sehr rasch Bewusstlosigkeit oder sogar Tod ein.

In normal ausgebauten Räumen ist auch bei geschlossenen Fenstern und Türen der natürliche Luftwechsel durch die Undichtigkeiten der Umschliessungsteile so hoch, dass bei üblicher Raumbelegung weder ein bedrohlicher Sauerstoffmangel noch eine gefährliche Erhöhung des Kohlendioxydgehalts eintreten kann. Die für den Menschen schädliche Kohlendioxydkonzentration liegt über 0,3 Vol-%.

46 Luftreinheit

Die Raumluft wird als schlecht empfunden, wenn sie durch Gerüche, Ausdünstungen, Schwebestoffe (Staub, Tabakrauch usw.) sowie durch geringe, jedoch unangenehme Spuren von organischen Gasen und Dämpfen beeinträchtigt ist. Als rein wird die Luft bezeichnet, wenn sie 18...21 Vol-% Sauerstoff enthält, frei von wahrnehmbaren Gerüchen ist (maximale Duft- oder Geruchs-Konzentration beziehungsweise organische Dämpfe 20 ppm), keine sich pathologisch auswirkenden Keimzahlen (Viren, Bakterien, Sporen) enthält (maxial 20 Keime je Kubikzentimeter Luft) und ihr Staubgehalt nur schwach (0,5 mg/m³) wahrnehmbar ist. Die Atmungsvorgänge werden nicht nur durch die Staubkonzentration beeinflusst, sondern auch durch die Art und die Teilchengrösse des Staubes. Um die zulässige Konzentration gefährlicher Beimengen in der Luft festzulegen, werden die

42 Humidité

L'humidité relative souhaitable dépend de la saison.

Valeurs en *été*	40...60%
Valeurs durant la *période de chauffage*	40...45%

Pour des raisons de confort et d'hygiène, les valeurs inférieures à 30% ou supérieures à 70% sont indésirables. En tant que des *humidificateurs* sont nécessaires, il faut compter avec les consommations d'eau suivantes:

Volume du local	
jusqu'à 50 m³	0,3...0,5 l/h
50...100 m³	0,6...1,0 l/h

43 Mouvement de l'air

Dans l'environnement d'un travailleur accomplissant son travail en position assise, la vitesse de l'air ne devrait pas dépasser la valeur limite de 0,2 m/s. S'il s'agit d'un travail corporel pénible, elle pourra atteindre 0,5 m/s.

44 Renouvellement de l'air

Un climat de bien-être ne peut s'établir que si l'air est renouvelé à une fréquence suffisante. Suivant l'occupation du local et la teneur de l'air en fumée ou en poussières, on peut parvenir à ce résultat par une ventilation naturelle (par exemple en ouvrant les fenêtres) ou par une ventilation forcée (ventilateurs). Pour les bureaux, il y a lieu d'observer les valeurs indicatives du *tableau III*.

Tabelle III. Richtwerte zur Lufterneuerung in Büroräumen
Tableau III. Valeurs indicatives pour le renouvellement de l'air dans les bureaux

Raumvolumen je Person Volume du local par personne	Raumbelegung Occupation du local	Frischluftbedarf/Person Air frais nécessaire par personne Minimal Minimum	Maximal Maximum	Lufterneuerung Renouvellement de l'air
5m³	Stark Forte	35m³/h	50m³/h	Zwangslüftung
10m³	Normal Normale	20m³/h	40m³/h	Ventilation forcée
15m³	Schwach Faible	10m³/h	30m³/h	Freie Lüftung Ventilation naturelle

45 Teneur on oxygène

Lorsque les conditions atmosphériques sont normales, l'oxygène absolument nécessaire à la respiration représente une proportion d'environ 21 volumes-%. Vu que la pression partielle de l'oxygène baisse en fonction de la diminution de la pression atmosphérique, donc au fur et à mesure que l'on s'élève au-dessus du niveau de la mer, il se produit un appauvrissement en oxygène. Cette oxygénation insuffisante est la cause du «mal de montagne» ou «mal des hauteurs». Si la teneur en oxygène tombe au-dessous de 11%, l'homme s'évanouit très rapidement et risque même de mourir.

Dans les locaux normalement aménagés, l'échange naturel d'air au travers des interstices des cloisons est tel, même lorsque les fenêtres sont fermées, que ni une privation menaçante d'oxygène, ni une concentration dangereuse de gaz carbonique ne sont à craindre dans un local normalement occupé. La teneur en CO_2 dangereuse pour l'homme se situe vers 0,3 volume-%.

Werte der *m*aximalen *A*rbeitsplatz-*K*onzentrationen (MAK-Werte) in der Praxis verwendet, die für jede mögliche Gasart die Luftbelastungsmaxima darstellen.

47 Luftelektrischer Zustand

Der Einfluss der luftelektrischen Eigenschaften (elektrische Feldstärke, Ionisationsgrad, Impulsstrahlung) auf das menschliche Befinden entzieht sich weitgehend unseren Kenntnissen. Auch lassen sie sich durch bauliche oder technische Massnahmen nur teilweise beeinflussen. Ausser den bekannten Gasmolekülen enthält der Luftraum der Erde auch Beimengungen kosmischer und irdischer Herkunft, die unter dem Einfluss der kosmischen Strahlung, der radioaktiven Bodenausstrahlungen und dem atmosphärisch elektrischen Feld mehr oder weniger stark polarisiert werden und damit je nach Masse, Grösse und elektrischer Ladung eine ihnen eigene Beweglichkeit (Ionenbeweglichkeit) erhalten, deren jeweiliger Mittelwert für den momentan herrschenden «Ionisationsgrad» mitbestimmend ist. Die Ionenkonzentration der Aussenluft unterliegt starken Schwankungen, wobei das Witterungsgeschehen vornehmlich als Ursache in Frage kommt. Für den Ionisierungsgrad der Raumluft ist die materialmässige Beschaffenheit der Raumabschlüsse von Bedeutung, je nach Fähigkeit ihres Strahlungsabschirmvermögens.

Der Ionisationsgrad der Luft (Aerosolstruktur) soll weder elektrostatische Raumladungen noch Atmungsbehinderungen hervorrufen. Ähnlich den MAK-Werten für die physiologische Belastung durch Gase, Dämpfe und Rauche sind auch höchstzulässige Richtwerte für Strahlendosen festgelegt worden, die MZK-Werte (*m*aximal zulässige *K*onzentration). Für die Luft in Arbeitsräumen beträgt dieser Wert 2,5 mr/h, für normale Aufenthaltsräume und Wohnbauten 0,45 mr/h.

5 Folgerungen für die Bauplanung und Ausführung

Die im Aufenthaltsbereich des Menschen vorherrschenden Klimabedingungen beeinflussen eindeutig sein Behaglichkeitsgefühl und sein Wohlbefinden. Die geistige Belastbarkeit und körperliche Leistungsfähigkeit wird dadurch in positivem oder negativem Sinne betroffen. Es drängt sich darum auf, den Raumklimazustand innerhalb eines optimalen Wirkbereichs sicherzustellen und Störungen, welche durch Immissionen verursacht werden, zu verhindern. Dies kann vor allem mit bautechnischen und lufttechnischen Massnahmen erreicht werden. Das Erkennen dieser Probleme und das Konzipieren der nötigen Sicherstellungsmassnahmen hat darum zweckmässigerweise schon bei der Planung zu erfolgen, damit dann in der Ausführungs- und vor allem in der Benützungsphase einerseits entsprechende Energie- und Kosteneinsparungen möglich werden sowie anderseits Arbeitsbeeinträchtigungen vermieden werden können.

Bibliographie

[1] *Reinders H.* Mensch und Klima. Düsseldorf, VDI-Verlag, 1969.

[2] *Grandjean E.* Physiologische Arbeitsgestaltung. Thun, 1963.

[3] *Grandjean E.* Wohnphysiologie. Zürich, 1973.

[4] *Högger D. und Schlegel H.* Leitfaden der Arbeitsmedizin. Bern, 1973.

[5] *Wieser G.* Menschengerechte Arbeitsplatzgestaltung im Betrieb. München, 1974.

46 Pureté de l'air

On considère que l'air d'un local est vicié, lorsque sa qualité est diminuée par la présence d'odeurs, d'émanations, de matières en suspension (poussières, fumée de tabac, etc.), de même que par des traces de vapeurs organiques ou de gaz malodorants. On parle d'air pur, quand il contient de 18...21 volumes-% d'oxygène, quand il est exempt d'odeurs perceptibles (concentration maximale des substances odorantes ou des vapeurs organiques 20 ppm), de germes pathogènes (virus, bactéries, spores; concentration maximale 20 germes par cm^3 d'air) et quand la teneur en poussière est faible (0,5 mg/m^3).

Les phénomènes respiratoires ne sont pas seulement influencés par la concentration de poussière, mais aussi par le genre et la dimension des particules. Afin de déterminer la concentration admissible de substances nocives mélangées à l'air, on utilise en pratique une échelle définissant la «concentration maximale admissible à la place de travail». Une telle échelle existe pour tous les gaz délétères pouvant entrer en considération et indique la limite supérieure de tolérance.

47 Etat électrique de l'air

Nous savons peu de choses sur les répercussions sur le bien-être des personnes imputables à l'état électrique de l'air (champ électrique, degré d'ionisation, rayonnement par impulsions). Il est d'ailleurs quasi impossible d'influencer cet état par des mesures architectoniques ou techniques. En plus des molécules gazeuses connues, l'atmosphère contient aussi des particules d'origine cosmique et terrestre. Sous l'influence du rayonnement cosmique, des émanations radioactives du sol et du champ électrique atmosphérique, ces particules sont plus ou moins polarisées et adoptent, suivant leur masse, leurs dimensions et leur charge électrique, un mouvement propre appelé mouvement ionique, dont la valeur moyenne momentanée détermine le degré d'ionisation ambiant. La concentration ionique de l'air extérieur est sujette à de fortes variations, étant entendu que les conditions météorologiques jouent un rôle prépondérant à cet égard. En ce qui concerne le degré d'ionisation de l'air des locaux, les matériaux constituant les surfaces de délimitation sont déterminants, vu l'effet d'écran qu'ils exercent contre les rayonnements.

Le degré d'ionisation de l'air (structure aérosol) ne doit provoquer ni charges d'espace électrostatiques, ni entraves à la respiration. Comme pour les nuisances telles que les gaz, les vapeurs et les fumées, des valeurs indicatives limitant les doses admissibles de radiations dans l'air inhalé (concentration maximale admissible) ont été fixées. Ces valeurs sont de 2,5 mr/h pour l'air des locaux de travail et de 0,45 mr/h pour celui des locaux de séjour et des maisons d'habitation.

5 Conclusions concernant la planification et la réalisation de constructions

Le climat régnant dans l'environnement de séjour de l'homme exerce une influence profonde sur sa notion de confort et sur son bien-être. La somme de travail intellectuel ou corporel qu'il est capable de fournir peut s'en trouver accrue ou diminuée. Il est dès lors des plus important de maintenir le climat des locaux dans des limites optimales et d'empêcher les effets négatifs dus aux nuisances. Ce résultat peut être obtenu en premier lieu à l'aide de moyens relevant

[6] *Altmann N., Hacker V., Heim H. und andere.* Taschenbuch Mensch und Arbeit. München, 1970.

[7] *Deutscher Gewerkschaftsbund, Österreichischer Gewerkschaftsbund und Schweizerischer Gewerkschaftsbund.* Menschengerechte Arbeitsgestaltung. Köln, 1972.

[8] *Lehnert G, Holzhauser K. P. und Szadowski D.* Physikalische Umwelteinflüsse. München, 1971.

de la technique architectonique et de la technique de la ventilation. Reconnaître ces problèmes et concevoir les mesures de sécurité nécessaires sont des tâches qu'il faut prendre en main au stade de la planification déjà. Ce faisant, il est possible de réaliser des économies d'énergie et de réduire les coûts durant les phases de construction puis d'utilisation et, sur le plan du travail, d'éliminer les facteurs de gêne.

Literatur - Bibliographie - Recensioni

Hnatek E. R. **Applications of linear integrated circuits.** Chichester, John Wiley & Sons Ltd., 1975. 518 S., zahlr. Abb. und Tab. Preis £ 13.—.

Dieses Buch ist dazu bestimmt, Ideen zur Anwendung und grundlegende Prinzipien linearer intergrierter Schaltungen (IC's) zu vermitteln. Der erste Abschnitt eines jeden Kapitels will dem Leser die allgemeinen Eigenschaften verschiedener IC's bekanntmachen sowie eine Definition der Spezifikationen geben und auf deren Bedeutung in der Anwendung hinweisen. Diesen einleitenden Ausführungen folgt jeweils eine Sammlung von Anwendungsbeispielen, welche sich häufig auf spezifische, handelsübliche IC-Typen beziehen. Die zwei ersten Kapitel setzen sich aus Angaben über Technologien, verwendete Bauteile und Schaltungstechniken zusammen, damit auf diese Weise die Eigenschaften integrierter Komponenten besser verständlich gemacht werden. Diese grundlegenden Erklärungen sollen dem Anwender weiterhin ermöglichen – bei Sonderfällen und Betriebsarten in der Nähe der Leistungsgrenzen –, nichtspezifierte Ergebnisse vorauszusehen. Das folgende Kapitel bezieht sich auf den populärsten linearen integrierten Baustein: den Operationsverstärker. In diesen Ausführungen werden u. a. die chopper-stabilisierten Verstärker sowie Operationsverstärker mit Superbeta- und Feldeffekt-Transistor-Eingangsstufen behandelt. Anschliessend werden die vielfältigen Anwendungen des Operationsverstärkers im Einsatz in Referenz- und Messschaltungen, Momentanwertspeicher, Oszillatoren, Funktionsgeneratoren, aktive Filter, Analogrechner- und Servoverstärker, um nur einige davon zu nennen, beschrieben. In den letzten vier Kapiteln werden monolithische Komparatoren und Anpassschaltungen, Spannungsregler, Zeitgeberschaltungen sowie Schaltungen aus der NF-Verstärker- und der Rundfunkempfängertechnik erläutert.

Ein Stichwortverzeichnis hilft dem Leser, diesem Werk die gewünschten Angaben zu entnehmen. Das Buch richtet sich vor allem an Leute, die sich mit der Benützung und dem Einsatz linearer integrierter Bauteile in Schaltkreisen befassen. Mit dem Sammeln und Beschreiben einer sehr grossen Zahl verschiedener Schaltungen gibt der Verfasser dem Anwender in der Tat detaillierte Auskunft. *C. Béguin*

Freeman R. L. **Telecommunication Transmission Handbook.** Chichester, John Wiley & Sons Ltd., 1975. 587 S., zahlr. Abb. und Tab. Preis £ 15.—.

Dieses Handbuch ist aus der Sicht eines Ingenieurs geschrieben, der den Aufbau des weltumspannenden Fernmeldesystems gründlich kennt. Er möchte die Fernmeldetechnik nicht als bestehend aus sauber getrennten Disziplinen betrachten, sondern im Vordergrund steht für ihn die Aufgabe, aus einer Quelle ein Signal zu produzieren und dieses an eine Senke zu liefern, und zwar zur Zufriedenheit des Kunden. Es ergibt sich so eine Betrachtungsweise, die das Zusammenspielen der verschiedenen Zweige betont. Es werden nur Punkt-zu-Punkt-Fernmeldesysteme besprochen; weggelassen sind also vor allem Rundfunk und Kabelfernsehen, aber auch Luft-Boden-, Telemetrie- und maritime Übertragungssysteme. Auch in Entwicklung befindliche Systeme (wie optische oder Wellenleiterübertragung) sind nicht erwähnt. Die einzelnen Kapitel behandeln: einführende Begriffe; Telefonübertragung; Frequenzmultiplex; Hochfrequenzübertragung (Kurzwellen); Richtstrahlsysteme; troposphärische Scatterverbindungen; Bodenstationstechnik; Datenübertragung; Koaxialkabelsysteme; Millimeterwellenübertragung; PCM; Video-Übertragung. Einige Anhänge betreffen: die CCITT- und CCIR-Empfehlungen; unterbruchslose Stromversorgung; Signalisierung auf Telefonstromkreisen; Glossarium der wichtigsten Abkürzungen, Begriffe und Einheiten. Das Buch besticht durch die einfache Sprache und den klaren, logischen Aufbau. Das Grundsätzliche wird ohne komplizierte Theorie erklärt; dafür findet man eine Unmenge von praktisch nützlichen Daten, zusammen mit Berechnungsbeispielen. Neben CCITT und CCIR werden auch einige andere Institutionen berücksichtigt, und es wird auf nationale oder regionale Besonderheiten hingewiesen. Das Buch kann als eine Sammlung der wichtigsten Normen angesehen werden und dürfte tatsächlich (wie vom Verfasser angestrebt) für einen ersten groben Systementwurf als alleinige Unterlage genügen. Es kann Spezialisten als Gesamtüberblick und Studenten in höheren Semestern als Einführung in die fernmeldetechnische Praxis bestens empfohlen werden. *E. Hauri*

Lunze K. **Theorie der Wechselstromschaltungen.** Heidelberg, Dr. Alfred Hüthig Verlag, 1975. 288 S., 206 Abb. Preis DM 34.—.

Das Lehrbuch wendet sich vor allem an Studenten von Technischen Hochschulen mit Elektrotechnik als Hauptfach. Es kann aber auch dem in der Praxis stehenden Ingenieur wertvolle Dienste leisten, insbesondere in Verbindung mit dem dazugehörigen Arbeitsbuch, das eine Sammlung typischer Aufgaben mit Lösungsweg und Diskussion enthält. Im Lehrbuch werden die Berechnungsmethoden elektrischer Stromkreise bei periodischer Erregung und bei Schaltsprüngen behandelt. Markante Punkte aus dem Inhalt sind: Berechnung linearer Stromkreise bei sinusförmiger Erregung, Schaltelemente R, L, C (Grundzweipole); Stromkreisberechnung mit Hilfe des Zeigerbildes; Stromkreisberechnung über die komplexe Ebene; Leistungsgrössen der Wechselstromtechnik; Inversion, Ortskurven, Diagramme; Wechselstromverhalten spezieller Zweipolschaltungen; Vierpole, Gleichungen und Parameter, Ersatzschaltbilder; Darstellung mehrwelliger Vorgänge durch Fourier-Reihen; Berechnung linearer Kreise bei Schaltvorgängen; Lösungsverfahren bei Netzwerken, homogene und inhomogene lineare Differentialgleichungen; Berechnung typischer Ausgleichsvorgänge usw.

Das Buch enthält die notwendigen Grundlagen für die allgemeine System- und Vierpoltheorie. Es zeichnet sich durch seinen methodisch gut durchdachten Aufbau aus. Durch zahlreiche instruktive Abbildungen und tabellenartige Übersichten wird eine hohe Anschaulichkeit erreicht. Eingestreute Übungsaufgaben ermöglichen dem Leser, sein Wissen zu überprüfen und zu festigen. *H. Guggisberg*