

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 90 (1972)
Heft: 32

Artikel: Die Luftqualität in klimatisierten Räumen
Autor: Kowalczewski, J.J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-85281>

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: 11.01.2026

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

Dr. sc. techn. J. J. Kowalczewski, Melbourne, Division of Mechanical Engineering, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)

Die Luftqualität in mehreren, an eine gemeinsame Klimaanlage angeschlossenen, zuluftseitig parallel geschalteten Räumen wird durch Beimischen von Frischluft auf der gewünschten Höhe gehalten. Für den hierzu erforderlichen Frischluftbedarf und

die Luftqualität in den einzelnen Räumen werden Beziehungen hergeleitet und deren Anwendungen an Beispielen gezeigt. Am Schluss finden sich kritische Bemerkungen über die heute üblichen Erfahrungswerte für Frischluftbedarf und Luftqualität.

1. Einführung

Eine der wichtigen Aufgaben, welche Klimaanlage zu erfüllen haben, ist die Gewährleistung einer gleichbleibenden und den heutigen Anforderungen entsprechenden Luftqualität. Da das Volumen eines zu klimatisierenden Raumes beschränkt ist, vermag der Raum die durch den Menschen und seine Tätigkeiten erzeugte Luftverunreinigung nicht aufzunehmen, ohne die Luftqualität zu beeinträchtigen. Die verunreinigte Innenluft muss deshalb kontinuierlich durch Frischluft, d.h. durch nicht verunreinigte Luft, ersetzt werden, die üblicherweise der Umgebung entnommen wird. Diese belastet zusätzlich die Klimaanlage. Aus ökonomischen Gründen ist es wünschenswert, den Frischluft-Mengenstrom nur gerade so gross zu halten, dass die erforderliche Luftqualität erreicht wird. Nur am Rande sei die Frage gestellt, ob es im Hinblick auf die gegenwärtig stark zunehmende Luftverschmutzung immer noch zulässig sei, Aussenluft gleich Frischluft zu setzen?

2. Beeinflussung der Luftqualität durch Zumischen von Frischluft

Üblicherweise wird die Luftqualität in einem Raum durch Vermischen und damit Verdünnen der Verunreinigungen mit Frischluft auf dem gewünschten Wert gehalten. Die theoretische Analyse dieses Verdünnungsvorganges ist in [1] [2] [3] für verschiedene Anwendungen ausgearbeitet worden. Jennings und Armstrong [4] haben erst kürzlich eine verallgemeinerte Analyse der Ventilationstheorie in der Praxis veröffentlicht. Im folgenden wird eine vereinfachte Theorie dargestellt, welche für die Klimatisierung von besonderer Bedeutung ist.

Man betrachtet einen luftdicht abgeschlossenen Raum (Bild 1) mit dem Inhalt V , in welchem eine Verunreinigung P pro Zeiteinheit erzeugt wird. (Als Verunreinigung wird dabei grundsätzlich alles bezeichnet, was die Luftqualität beeinflusst und in Anteilen vorkommt, welche grösser sind als in unverschmutzter natürlicher Umgebungsluft.) Führt man diesem Raum einen Frischluft-Mengenstrom F (Volumen pro Zeiteinheit) zu und setzt im weiteren eine vollkommene Vermischung der Frischluft mit der Raumluft voraus, so ergibt sich folgende Stoffbilanz für die Verunreinigung (Bilanzgebiet nach Bild 1):

$$(1) \quad V \frac{dc}{dt} = F C_F - F C + P$$

und aufgelöst nach dem Gehalt C der Verunreinigung im Raum:

$$(2) \quad C = C_F + \frac{P}{F} - (C_F - C_0 + \frac{P}{F}) e^{-\frac{F}{V} t}$$

wobei C_0 die anfängliche Konzentration der Verunreinigung im Raum bezeichnet. Aus Gleichung (2) geht somit hervor, dass die lokale Luftzufuhr keinen Einfluss auf die Luftqualität hat, sondern nur der darin enthaltene Frischluftanteil; hingegen trägt sie zur vollkommeneren Mischung bei.

Der Ausdruck $C_F + P/F$ in Gleichung (2) stellt die Grenzkonzentration für $t \rightarrow \infty$ dar, und der Quotient F/V wird in der Klimatechnik üblicherweise als Luftwechselzahl bezeichnet.

Bild 2 zeigt den zeitlichen Verlauf der auf den Wert P/F bezogenen Konzentration C der Luftverunreinigung für ver-

schiedene Luftwechselzahlen. Schraffiert ist dabei der übliche Bereich der Luftwechselzahl. Es zeigt sich, dass nur die Endkonzentrationen betrachtet werden müssen, um die Qualität der Raumluft abzuschätzen.

3. Frischluftbedarf in Mehr-Raum-Anlagen

Üblicherweise werden Frischluft-Mengenströme, welche zur Erhaltung der gewünschten Luftqualität notwendig sind, nach empirisch gefundenen Ansätzen bestimmt. Eine kurze Zusammenfassung solcher Zahlen findet sich im Anhang A. 1. Bei Anlagen, die nur aus einem Verbraucherraum bestehen (Bild 1), kann der benötigte Frischluftmengenstrom direkt ermittelt werden. Schwieriger wird es, wenn mehrere Räume von einer zentralen Anlage versorgt werden.

Sind die Verbraucherräume in Serie an der Klimaanlage angeschlossen, so muss die Summe der für die einzelnen Räume vorgeschriebenen Frischluftströme zugeführt werden. Dabei ist die Luftqualität in jedem Raum, ausser im letzten, grösser als gefordert.

Im allgemeinen werden klimatisierte Räume allerdings nicht in Serie, sondern parallel an die Zentralanlage angeschlossen (Bild 3). Dabei ist die minimal notwendige Frischluftmenge so bemessen, dass die Luftqualität in jedem Raum den gewünschten Anforderungen entspricht. Bedeuten P_1, P_2, \dots, P_n Verunreinigungsquellen in den Räumen 1 bis n , so beträgt die Gesamtverunreinigung:

$$P = \sum_{i=1}^n P_i$$

Damit folgt für das Bilanzgebiet «A» (Bild 3)

$$(3) \quad C = C_F + \frac{P}{F}$$

und für das Gebiet «B»

$$(4) \quad C = C_S + \frac{P}{S}$$

Gleichung (3) in (4) eingesetzt, gibt

$$(5) \quad C_S = C_F + \frac{P}{F} - \frac{P}{S}$$

Bezeichnet F den dem Gesamtsystem zugeführten Frischluftstrom und F_{Ai} den dem Einzelraum tatsächlich zufallenden Frischluftstrom, dann gilt:

$$(6) \quad F_{Ai} = S_i \frac{F}{S}$$

Normalerweise ist $F_{Ai} \neq F_i$, weil S_i nur durch die thermischen Eigenschaften eines Raumes bestimmt wird. Der Raum mit dem grössten Verhältnis F_i/S_i (kritischer Raum) erreicht einen kritischen Verschmutzungsgrad, weil der effektive Frischluftanteil F_{Ai}/S_i seiner Zuluft am stärksten vom gewünschten Frischluftanteil F_i/S_i abweicht.

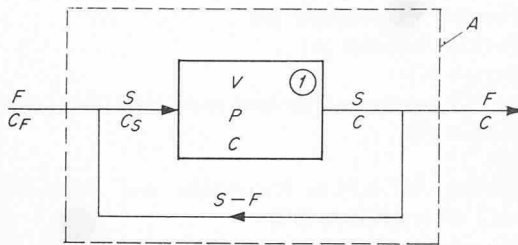


Bild 1 (links). Luftkreislauf für einen Einzelraum mit Rezirkulation

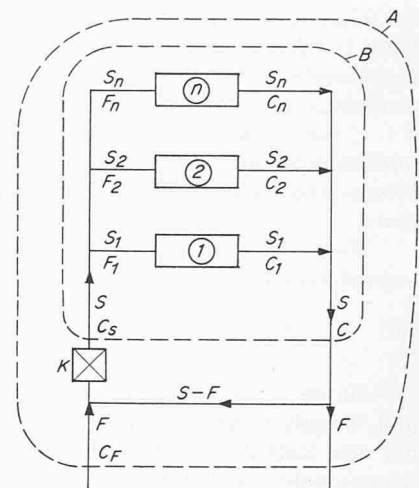


Bild 3 (rechts). Luftkreislauf für eine Klimaanlage K mit 1-n parallel geschalteten Räumen

Aus der Bilanz für den kritischen Raum (Index c) folgt:

$$(7) \quad C_c = C_s + \frac{P_c}{S_c}$$

Gleichung (5) in (7) eingesetzt und umgeformt, gibt:

$$(8) \quad F = P \frac{1}{C_c + \frac{P}{S} - \frac{P_c}{S_c} - C_F}$$

Die in Anhang A.1 für verschiedene Verschmutzungsquellen P angegebenen Frischluftströme sind so bemessen, dass damit eine bestimmte Raumluftqualität aufrechterhalten werden kann.

Setzt man $P/F = a$, wobei a eine Konstante bezeichnet, so lässt sich die maximal zulässige Intensität einer Verschmutzungsquelle durch den Frischluftstrom wie folgt ausdrücken:

$$P = aF$$

oder, in Gleichung (3) eingesetzt:

$$C = C_F + a$$

Um sicher zu sein, dass wirklich jeder Raum Luft von der gewünschten Mindestqualität aufweist, wird der Frischluftstrom nicht nach Gleichung (8), sondern wie folgt ermittelt:

$$(9) \quad F' = F \frac{1}{1 + \frac{F}{S} - \frac{F_c}{S_c}}$$

In Gleichung (9) ist die Bedingung eingeschlossen, dass im Raum mit den intensivsten Verschmutzungsquellen die Konzentration an Verunreinigungen nicht grösser als $C_c = C_F + a$ wird.

Um die Luftqualität im einzelnen Raum abzuschätzen, können folgende Überlegungen angestellt werden:

- Gleichung (9) erfüllt die Qualitätsbedingung im kritischen Raum, alle anderen Räume weisen Luft von besserer Qualität auf.
- Die Qualitätsbedingung wäre in jedem Raum i genau erfüllt, wenn der totale Frischluftstrom wie folgt bestimmt würde:

$$(10) \quad F'_{(i)} = F \frac{1}{1 + \frac{F}{S} - \frac{F_i}{S_i}}$$

Die effektive Luftqualität q_i im i -ten Raum kann damit berechnet werden zu

$$(11) \quad q_i = \frac{S_i \frac{F'}{S}}{S_i \frac{F'_{(i)}}{S}} \cdot 100 = \frac{F'}{F'_{(i)}} \cdot 100 [\%]$$

Der Wert $q_i = 100\%$ entspricht der gewünschten Qualität. $q_i < 100\%$ bedeutet schlechtere, $q_i > 100\%$ bessere Qualität. Anwendungen der Gleichungen (9) und (11) sind im Anhang A.2 zu finden.

4. Frischluftqualität

Vermutlich wird in ferner Zukunft Sauberkeit und Qualität der Aussenluft vom Staat überwacht werden, und die Umgebung wird dann wieder zu einer geeigneten Frischluftquelle. Dagegen müssen sich heute und wohl auch in naher Zukunft Klimaingenieure und Kunden noch mit dem Einfluss verschmutzter Aussenluft, die der Klimaanlage zugeführt wird, befassen. Dies ist mit einer der Gründe, warum man bestrebt ist, Normen für die Qualität der Frischluft auszuarbeiten. Da die Wirkung der Luftverschmutzung auf die menschliche Gesundheit noch nicht genau abgeklärt ist, bedürfen die heute geltenden Qualitätskriterien noch einiger Ergänzungen. Gebräuchliche Angaben über Qualitätskriterien finden sich im Anhang A.3.

5. Diskussion

Wie die vorhergehenden Überlegungen zeigen, ist es bei parallel an eine Klimaanlage angeschlossenen Verbraucherräumen nicht möglich, in jedem Raum die gleiche Luftqualität aufrechtzuerhalten. (Dies wäre nur dann genau möglich, wenn das Verhältnis Zuluft zu beigegebener Frischluft für jeden Raum identisch wäre, d.h., thermische und Schmutzbelastung müssten in jedem Raum gleich gross sein.)

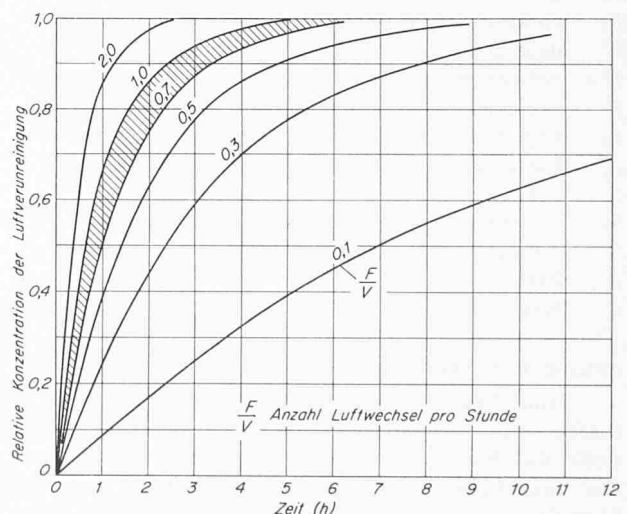


Bild 2. Relative Konzentration der Luftverunreinigung $C/(P/F)$ in Funktion der Zeit

Gleichung (9) gibt den minimalen Frischluftstrom an, der nötig ist, damit die Luft in allen Räumen den Qualitätsanforderungen genügt. Im Anhang A.2 wird Gleichung (9) numerisch ausgewertet und mit zwei anderen Lösungen, nämlich $F = F'$ (üblich) und $F'/S = F_c/S_c$ (unwirtschaftlich) verglichen. Gleichung (9) gilt nur für Systeme mit einem Zuluftstrom, d.h., Frisch- und Umluft gelangen gemischt in den Verbraucher-raum.

Wenn dies nicht der Fall ist, muss nach der Gleichung gerechnet werden:

$$(12) \quad F' = F \frac{1}{1 - F_c/F_s}$$

Gleichung (12) fände etwa bei Zweirohrsystemen (Kalt- und Warmluft werden getrennt zugeführt) Anwendung, falls nur dem Kaltluftstrom Frischluft beigegeben wird. Die Mindestluftqualität wird dabei auch im Extremfall garantiert, d.h. wenn alle Räume maximale Kühlung verlangen mit Ausnahme eines einzigen, der auf maximale Heizleistung eingestellt ist.

Die hier abgeleiteten Ausdrücke sollten es dem Klimaingenieur gestatten, den optimalen Frischluftstrom bei einer gewünschten Luftqualität zu ermitteln. Allerdings sind die dazu notwendigen Unterlagen noch mangelhaft. So sind z.B. über den Einfluss der Luftverschmutzung und die menschliche Gesundheit oder den Menschen als Luftverschmutzungsquelle noch zu wenig Angaben vorhanden.

*

Der Verfasser möchte an dieser Stelle seinen Kollegen, der Arbeitsgruppe vom Komitee BD/41/2 des australischen Normenausschusses, für die wertvollen Anregungen und Ratschläge danken, die er von ihr erhielt. Besonderer Dank gebührt ferner Herrn W. R. Ahern für seine Anregung zu einer eleganten Ableitung der Gleichung (9) sowie Herrn E. Luggen für die Durchsicht der Übersetzung aus dem Englischen.

Symbolverzeichnis

C	Konzentration der Verunreinigungen in einem Raum
C_c	Konzentration im kritischen Raum
C_F	Konzentration der Frischluft (= Aussenluft)
C_0	Anfangskonzentration der Verunreinigungen in einem Raum
C_s	Konzentration der Verunreinigung in der Zuluft
F	Frischlufanteil (Gleichung (1) und (2), Bild 1)
ΣF_i	(in allen anderen Gleichungen)
F_{Ai}	Wirklicher Frischluftstrom zu Raum i
F_c	Gewünschter Frischluftstrom zum kritischen Raum
F_i	Gewünschter Frischluftstrom zum Raum i
F'	definiert in Gleichung (9)
$F'_{(i)}$	definiert in Gleichung (10)
P	Ergiebigkeit der Verunreinigungsquelle
P_c	Ergiebigkeit der Verunreinigungsquelle im Raum i
q_i	Luftqualität, definiert in Gleichung (11)
S	ΣS_i
S_c	Totaler Luftstrom zum kritischen Raum
S_i	Totaler Luftstrom zum Raum i
t	Zeit
V	Rauminhalt

Anhang A. 1: Mindestfrischluftstrom

Unter Mindestfrischluftstrom versteht man jenen Strom frischer Luft, welcher in einem Raum menschliche Geruchsstoffe, Rauch usw. auf ein erträgliches Mass zu senken vermag. Der zum Leben notwendige Minimalfrischluftbedarf eines Menschen ist viel kleiner. Im folgenden sind einige Werte für Mindestfrischluftströme zusammengestellt; sie werden üblicherweise pro Person oder pro Flächeneinheit angegeben.

2,36 l/s pro Person; Nichtraucher [6]
11,8 l/s pro Person; Raucher [6]
5,9 l/s pro Person [7]
0,69 l/s m ² : bei 2,74 m Raumhöhe und mehr als 8,06 m ² pro Person [8]
1,02 l/s m ² : [9]
4,72 l/s pro Person; bei 2,74 m Raumhöhe und mehr als 4,12 m ² pro Person [10]
2,36 l/s pro Person; Rauchen verboten [11]
4,72 l/s pro Person; Rauchen gestattet [11]
11,8 l/s pro Person; intensiver Raucher [11]
9,44 l/s pro Person; bei Raumtemperatur von mehr als 30 °C [11]
5,5 l/s pro Person; DIN 1946, Rauchen verboten
8,3 l/s pro Person; DIN 1946, Rauchen gestattet

In der Praxis wird oft mit grösseren als den vorgeschriebenen Frischluftströmen gearbeitet. ASHRAE [6] schlägt z.B. vor: 19,8 l/s pro Person für Räume, in denen geraucht wird, und 3,5 l/s pro Person für Räume mit Rauchverbot. Steimle [12] empfiehlt 19,5 l/s pro Person für Räume, in denen geraucht werden darf, und 14 l/s pro Person für Räume mit Rauchverbot.

Anhang A. 2: Anwendungsbeispiel für die Gleichungen (9) und (11)

1. Raum	1 (Biblio- thek)	2 (Büros)	3 (Konfe- renz- zimmer)	Total
2. S_i	l/s 300	1200	250	$S = 1750$ l/s
3. F_i	l/s 50	230	140	$F = 420$ l/s
4. F_i/S_i	0,1667	0,192	0,56	$F/S = 0,24$
5. q_i (gefordert)	% ≥ 100	≥ 100	≥ 100	—
6. Problem:	Wahl von F' , um Bedingung (5) zu erfüllen.			

Lösung 1: F' aus Gleichung (9) = 618 l/s, $F'/S = 618/1750 = 0,353$

7. $F_{Ai} = (F'/S)S_i$ l/s	106	423	88	$F' = 618$ l/s
8. q_i aus Gl. (11) %	158	154	100	

Lösung 1 befriedigt Bedingung (5).

Lösung 2: $F' = \Sigma F_i = 420$ l/s, d.h., die totale Frischluftmenge ist gleich der Summe der geforderten Frischluftströme der einzelnen Räume.

$$F'/S = 420/1750 = 0,24$$

9. $F_{Ai} = (F'/S)S_i$ l/s	72	288	60	$F' = 420$ l/s
10. q_i aus Gl. (11) %	107	105	68	—

Lösung 2 befriedigt Bedingung (5) nicht. Die Luftqualität in Raum 3 ist zu schlecht.

Lösung 3: $F'/S = F_c/S_c = 0,56$, d.h., der Effekt der Räume mit Frischluftüberschuss wird vernachlässigt.

$$F' = 1750 \cdot 0,6 = 1050 \text{ l/s}$$

11. $F_{Ai} = (F'/S)S_i$ l/s	168	672	140	$F' = 980$ l/s
12. q_i aus Gl. (11) %	268	262	170	—

In Lösung 3 wird die Bedingung (5) erfüllt, aber mit unnötig hohen Frischluftströmen und ist damit unwirtschaftlich.

Es fällt hier auf, dass im Fall 1 für den kritischen Raum $F_{Ai} < F_i$ ist. Tatsächlich werden dem kritischen Raum bloss 88 l/s statt der erforderlichen 144 l/s Frischluft zugeführt. Die 88 l/s Frischluft reichen aber aus, weil dem kritischen Raum auch die nicht verbrauchte Frischluft von den Räumen 1 und 2 zugeführt wird, also total $88 + 108 + 193$ l/s, und demzufolge die Luftqualität nie unter den gewünschten Wert sinkt.

Anhang A. 3: Angabe über Luftqualität

Die Luftqualitätsnormen in Tabelle A.3-1 wurden den EPA-Normen [5] entnommen. Sie sollen als Richtwerte dienen, anhand derer entschieden werden kann, ob die Aussenluft sich als Frischluftquelle für Klimaanlage eignet.

Tabelle A.3-1: Qualitätskriterien für Frischluft

Stoff	Max. zulässige Konzentration ¹⁾	Bedingung ²⁾	Dauer h
Staub	60 µg/m ³	A	—
Staub	150 µg/m ³	B	24
SO ₂	60 µg/m ³	A	—
SO ₂	260 µg/m ³	B	24
SO ₂	1300 µg/m ³	C	3
CO	10 mg/m ³	D	8
CO	40 mg/m ³	E	1
NO ₂	100 µg/m ³	A	—
CO ₂	900 µg/m ³	A	—

Bemerkungen

In unverschmutzter Aussenluft findet sich kein Schwefeldioxid SO₂. Das durchschnittliche Tagesmittel darf nach Goromosov [13] 150 µg/m³ nicht übersteigen, 500 µg/m³ gelten als zulässiger Spitzenwert und bei 600 µg/m³ war bereits ein merklicher Einfluss auf die Gehirntätigkeit festzustellen. Als Obergrenze (Threshold limit value) [14] am Arbeitsplatz (8 h) wird für gesunde erwachsene Menschen 13000 µg/m³ angegeben.

In unverschmutzter Aussenluft findet sich auch kein Kohlenmonoxid CO. Als durchschnittliches maximales Tagesmittel gilt in der USSR 1 mg/m³. Bei längerem Aufenthalt in Räumen, deren CO-Gehalt 2 mg/m³ beträgt, sollen Veränderungen im menschlichen Körper feststellbar sein. Als Obergrenze (Threshold limit value) [14] wird 55 mg/m³ angegeben. Die japanischen Normen 1971/72 geben für Innenräume Maximalkonzentrationen von 11 mg/m³ an.

¹⁾ Die Konzentrationen sind nach den in [5] angegebenen – oder analogen – Methoden zu bestimmen.

²⁾ Die Bedingung A bezeichnet den arithmetischen Jahresdurchschnittswert, die Bedingungen B, C, D und E bedeuten: Einmal pro Jahr während der unter «Dauer» angegebenen maximalen Anzahl Stunden.

Umschau

Interkantones Technikum Rapperswil. In seiner Sitzung vom 7. Juli 1972 hat der Technikumsrat des Interkantonalen Technikums Rapperswil (Ingenieurschule) vom Resultat der Aufnahmeprüfungen für das erste Semester Kenntnis genommen. Von 214 geprüften Bewerbern haben 124 die Prüfung bestanden, während fünf Bewerber ohne Prüfung aufgenommen werden konnten. Da festgestellt werden musste, dass die Schaffung der neuen Ausbildungsrichtungen Siedlungsplanung, Grünplanung sowie Landschafts- und Gartenarchitektur noch zu wenig bekannt geworden sind, wird für diese drei Abteilungen im Herbst eine zweite Aufnahmeprüfung durchgeführt. Im Hinblick auf die am 20. November 1972 erfolgende Aufnahme des Schulbetriebes hat der Technikumsrat ein Reglement über Organisation und Betrieb des Interkantonalen Technikums Rapperswil (Ingenieurschule) erlassen. Als Hauptlehrer für Mathematik wurde gewählt: Dr. sc. nat. Walter Ruh, dipl. Physiker ETH, zurzeit Chef der Computergruppe im Atomkraftwerk Beznau wohnhaft in Kleindöttingen.

DK 373.622

Kohlendioxid CO₂ kommt in unverschmutzter Aussenluft in Konzentrationen von etwa 540 mg/m³ vor; in städtischen Siedlungen wurden hingegen schon 1240 mg/m³ gemessen. In den EPA-Normen [5] wird der CO₂-Gehalt der Luft nicht als Qualitätsmerkmal betrachtet. Goromosov [13] jedoch gibt an, dass schon 900 mg/m³ die Atmungsfrequenz des Menschen erhöht und dass 1800 mg/m³ bereits gesundheitsschädliche Einflüsse haben. Alle japanischen Normen von 1971/72 verlangen, dass die CO₂-Konzentration in Innenräumen kleiner als 1800 mg/m³ ist.

Die neu erscheinenden australischen Normen für Lüftung und Klima werden wahrscheinlich Qualitätskriterien enthalten, die denjenigen in Tabelle A.3-1 entsprechen.

Literaturverzeichnis

- [1] Bijlendyk, J. F.: Ventilatie van Verkeerstunnels «De Ingenieur», 52, A 219, No 24, June 1937.
- [2] Broer, L. J. F.: On the theory of the ventilation of traffic tunnels «Appl. Scientific Res.», Sec. A (Mechanics – Heat), 6, 29, 1956.
- [3] Jones, W. P.: «Theoretical aspects of air conditioning systems upon start-up», J. I. H. V. E., 31, p. 218–223, Sept. 1963.
- [4] Jennings, B. H., and Armstrong, J. A.: «Ventilation theory and practice», ASHRAE paper No 2170, RP-17.
- [5] Environmental Protection Agency – National primary and secondary ambient air quality standards. «Federal Register» Vol. 36, No 84, Apr. 30, 1971, Part II.
- [6] ASHRAE Handbook of Fundamentals 1967, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.
- [7] Ventilation Code, The Council of the City of Sydney, 1971.
- [8] Building Code, Local Law No 76 of the City of New York, 1968.
- [9] Municipal Code of the City of Chicago, 1960.
- [10] British Standard Code of Practice CP 352 (1958): Mechanical Ventilation and Air Conditioning in Buildings.
- [11] Proposed Australian Code for Mechanical Ventilation and Air Conditioning in Buildings
- [12] Steimle, F., and Spegele, H.: Die Behaglichkeit in klimatisierten Räumen. «Kältetechnik – Klimatisierung», 22 (1970), No. 3, S. 81–84
- [13] Goromosov, M. S.: The physiological basis of health standards for dwellings. World Health Organisation, Public Health Papers No 33.
- [14] Threshold Limit Values, American Conference of Government Industrial Hygienists (A.C.G.I.H.) current issue.

Adresse des Verfassers: J. J. Kowalczewski, CSIRO Div. of Mechanical Engineering, P.O. Box 26, Highett S. 21, Victoria, Australien, 3190.

Koordination der technischen Anlagen in Grossbauten (SBZ 1972, H. 26, S. 620–623). Der Verfasser dieses Beitrages ersucht uns, folgende Richtigstellung zu veröffentlichen: Im Abschnitt 2. *Planungsablauf* (S. 622) heisst es: «Obwohl noch nicht offiziell ratifiziert, seien hier diese Teilleistungsbeschreibungen für unsere Kommentare benützt.» Richtigerweise sollte dieser Satz heissen: «Diese erweiterten Teilleistungsbeschreibungen sind allerdings kein offizielles Dokument des SIA und wurden daher nicht publiziert.»

DK 69.002.22

Persönliches. O. Prof. em. Dr.-Ing. Otto Holfelder wird am 12. August 1972 seinen 70. Geburtstag feiern. Prof. Holfelder stammt aus Wernigerode/Harz; er studierte in Frankfurt/Main Physik und in Darmstadt Maschinenbau. Nach zweijähriger Tätigkeit als Konstruktionsingenieur wurde er an der TH Dresden Assistent bei Prof. Nägel und Geheimrat Prof. Mollier. Schon mit 34 Jahren wurde Prof. Holfelder auf den Lehrstuhl für Flugmotoren der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg berufen. Gleich-