Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 101 (1983)
Heft: 33/34

Artikel: Minimale Lüftungsraten
Autor: Wanner, Hans Urs
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-75183

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: 14.12.2025

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

Internationale Energieagentur (IEA)/Forschungsprogramm «Energy conservation in buildings and community systems»

Minimale Lüftungsraten

Von Hans Urs Wanner, Zürich

Eine wichtige und auch wirksame Energiesparmassnahme ist die Reduktion der Lüftungswärmeverluste. Dies kann durch verbesserte Abdichtungen von Fenster und Türritzen sowie durch Einschränkung des Betriebes von Ventilationsanlagen erreicht werden. Infolge der dadurch bedingten reduzierten Frischluftzufuhr wird jedoch die Luftqualität verschlechtert. Aus hygienischer Sicht stellt sich deshalb die Frage, welche minimalen Frischluftmengen erforderlich sind, um eine einwandfreie Qualität der Raumluft sicherzustellen.

Am Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie der ETH Zürich werden seit mehreren Jahren Untersuchungen zur Erarbeitung von Empfehlungen für minimale Lüftungsraten in Wohn- und Arbeitsräumen durchgeführt. Diese Studien erfolgen im Rahmen des IEA Forschungsprogrammes Annex IX «Minimum Ventilation Rates»; ferner besteht ein enger Kontakt mit einer Arbeitsgruppe der Weltgesundheitsorganisation, die zu diesem Thema bereits zwei Symposien organisierte («Health Aspects Related to Indoor Air Quality» - Bilthoven 1979 und Nördlingen 1982). Die zu erwartenden Ergebnisse sollen Grundlagen liefern für die in der Schweiz auszuarbeitenden Lüftungsvorschriften. Dazu bestehen enge Kontakte mit dem Bundesamt für Energiewirtschaft, mit der EMPA sowie mit der zuständigen Fachgruppe des SIA.

Quellen von Verunreinigungen der Raumluft

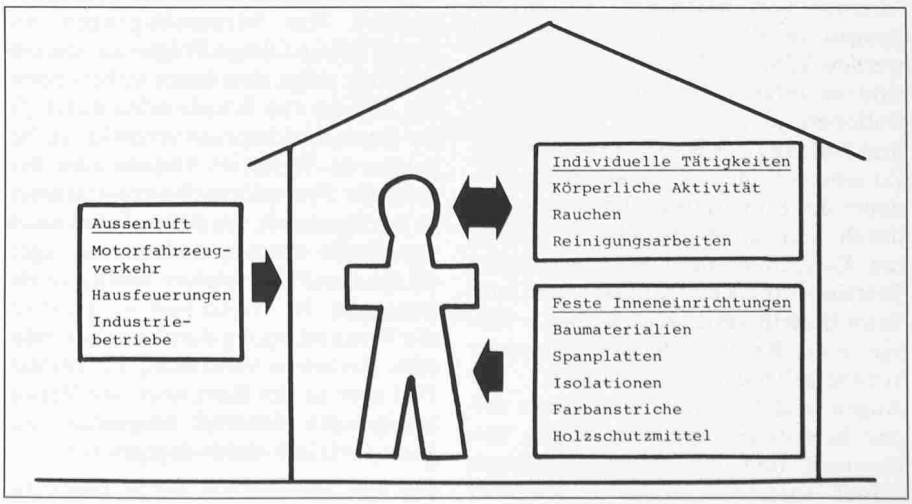
Die Verunreinigungen der Raumluft stammen entweder aus der Aussenluft oder von verschiedenen Quellen im Raum selbst [6] (vgl. Bild 1).

Verunreinigungen der *Aussenluft* belasten die Raumluft vor allem in Gebäuden, die an *stark befahrenen Strassen* oder in der *Nähe industrieller Betriebe* liegen. Wichtigste Schadstoffe sind *Stickstoff- und Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid* sowie *Blei* und *Sulfat im Schwebestaub;* von diesen Luftfremdstoffen werden innerhalb von Gebäuden zwischen 50 und 80 Prozent der Aussenluftkonzentrationen gemessen.

Bei den Verunreinigungen, die von *Inneneinrichtungen* kontinuierlich in die Raumluft gelangen, handelt es sich in den meisten Fällen um Bestandteile von *Lösungsmitteln,* die in den verwendeten Materialien enthalten sind oder bei deren Herstellung verwendet werden. Ein häufig vorkommender Schadstoff in der Raumluft ist *Formaldehyd:* Mögliche Quellen dieser Verunreinigung sind *Spanplatten,* die für Möbel, Decken und Wände verwendet werden, sowie auch - je nach Anwendungsart - *Formaldehyd-Harnstoffschäume für Isolationen.* Die Formaldehydabgabe ist von der Zusammensetzung, vom Herstellungsprozess und vom Alter dieser Materialien abhängig; je höher die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit, desto mehr Formaldehyd wird freigesetzt. Erhöhte Belastungen treten vor allem in Neubauten während der Sommermonate auf. Formaldehyd verursacht - je nach Konzentration und Zeitdauer der Einwirkung - Reizungen der Augen und des Rachens, Kopfschmerzen, Schwindel und Atembeschwerden; chronische Belastungen - insbesondere in Kombination mit anderen Reizgasen und mit Schwebestaub - können zu Erkrankungen der Atemorgane führen.

Weitere Schadstoffe sind die in *Farbanstrichen* enthaltenen *aliphatischen und aromatischen Kohlenwasserstoffe* sowie *chlorierte Kohlenwasserstoffe* von *Holzschutzmitteln.* Das Ausmass der Belastungen durch diese Stoffe ist noch wenig untersucht; zu beachten sind hier insbesondere die möglichen Langzeitwirkungen. Erhöhte Belastungen können auch durch *Radon* auftreten, das von bestimmten Gesteinsarten im Mauerwerk abgegeben wird. Untersuchungen in den *USA* und in *Schweden* zeigen, dass in Wohnbauten *bei stark reduzierter Lüftung erhöhte Radon-Konzentrationen* auftreten. In der *Schweiz* liegen dazu noch keine Messwerte vor; entsprechende Untersuchungen werden jedoch zurzeit durchgeführt. Möglich sind auch Verunreinigungen durch *Asbestfasern,* die bei unsachgemässer Anwendung asbesthaltiger Bau- und Isolationsmaterialien in die Raumluft gelangen.

Bild 1. Quellen von Verunreinigungen der Raumluft. Die Anteile von Verunreinigungen aus der Aussenluft sind von der Lage des Gebäudes abhängig. Die Belastungen durch die individuellen Tätigkeiten variieren je nach Belegung und Nutzung des Raumes. Von festen Inneneinrichtungen können Schadstoffe kontinuierlich über eine längere Zeitperiode abgegeben werden



Neben den Verunreinigungen durch feste Einrichtungen wird die Qualität der Raumluft natürlich auch durch den *Menschen* beeinflusst. Der Mensch belastet die Raumluft durch die kontinuierliche Abgabe von *Kohlendioxid, Ausdünstungen, Partikeln* und *Mikroorganismen* sowie auch durch die Abgabe von *Wärme* und *Feuchtigkeit*. Bei körperlicher Aktivität sind die Belastungen etwa fünf- bis zehnmal höher als bei Ruhe. Das Ausmass der durch den Menschen verursachten Verunreinigungen ist somit von der Belegung des Raumes sowie von den jeweiligen Tätigkeiten abhängig [2].

Eine nach wie vor sehr häufige Verunreinigungsquelle ist der *Tabakrauch*. Die wichtigsten darin enthaltenen Schadstoffe sind *Kohlendioxid, Stickstoffdioxid, Aldehyde* und sehr feine *Partikel*. Tabakrauch führt bei Nichtrauchern zu Belästigungen sowie auch zu Reizungen der Augen; bei Kindern treten vermehrt Erkrankungen der Atemorgane auf, und erhöhte gesundheitliche Gefährdungen bestehen bei Personen mit Asthma sowie bei Herz- und Kreislaufkrankheiten.

Unerwünschte Verunreinigungen werden auch durch *Lösungsmittel* verursacht, die bei Reinigungsarbeiten oder beim Basteln und Malen verwendet werden. Das Ausmass und die Zeitdauer solcher Belastungen sind weitgehend von der individuellen Anwendung solcher Mittel abhängig. Eine weitere Quelle ist das Kochen und Heizen mit *Gas;* zu beachten ist hier das bei der Verbrennung gebildete *Stickstoffdioxid,* das zu einer erhöhten Anfälligkeit für Atemwegerkrankungen führen kann.

Kurz- und Langzeitbelastungen

Wie sind nun die gesundheitlichen Gefährdungen zu beurteilen, die durch die Vielzahl von möglichen Verunreinigungen in der Raumluft verursacht werden können? Wie bereits erwähnt, sind die anfallenden Schadstoffkonzentrationen je nach Lage, Ausstattung und Nutzung des Raumes verschieden. Zu unterscheiden ist vor allem die Zeitdauer der Einwirkung: Die vorwiegend durch *individuelle Tätigkeiten* bedingten *Kurzzeitbelastungen* – wie sie zum Beispiel durch Reinigungsarbeiten oder beim Basteln verursacht werden – führen in der Regel zu Belästigungen oder vorübergehenden Reizungen der Augen und Schleimhäute. Sofern solche Belastungen nicht zu häufig vorkommen und die schadstoffhaltigen Mittel vorschriftsgemäss angewendet werden, besteht keine Gefährdung der Gesundheit. Zudem liegt es im Einflussbereich jedes einzelnen Bewohners, die durch seine individuelle Tätigkeit bedingten Belastungen der Raumluft möglichst einzuschränken und die vorübergehend anfallenden Verunreinigungen durch ein wirksames Lüften zu entfernen.

Bedeutend kritischer ist die Situation bei den Schadstoffen, die von *festen Inneneinrichtungen* kontinuierlich in den Raum gelangen. Solchen *Langzeitbelastungen* ist der Bewohner zwangsweise ausgesetzt. Die gesundheitliche Gefährdung besteht hier vor allem in der langdauernden Einwirkung. Bedenklich sind die bereits erwähnten Belastungen durch *Formaldehyd*. Wie die Ergebnisse neuerer Untersuchungen zeigen, können in Neubauten während *mehrerer Monate Konzentrationen auftreten, die eindeutig über den aus gesundheitlicher Sicht noch zumutbaren Werten liegen* [4].

Über das Ausmass und die Folgen von Belastungen durch all die weiteren Schadstoffe von festen Inneneinrichtungen liegen nur spärliche Angaben vor. Strenge Beurteilungskriterien sind hier unbedingt erforderlich, da die *Langzeitbelastungen unabhängig vom Verhalten der Bewohner auftreten* – im Gegensatz zu den durch ihre individuellen Tätigkeiten bedingten Verunreinigungen. Wohl können durch ein vermehrtes Lüften die jeweiligen Konzentrationen im Raum etwas reduziert werden; durch diese «Sofort»- oder «Selbsthilfemassnahme» kann jedoch die Abgabe von Schadstoffen aus gewissen Baustoffen, Spanplatten, Isolierschäumen, Farbanstrichen oder Holzschutzmitteln kaum beschleunigt werden.

Massnahmen bei den Quellen

Eine Gesamtbeurteilung der möglichen Quellen von Verunreinigungen der Raumluft und deren Folgen auf die Gesundheit zeigt, dass heute insbesondere die Abgabe von Schadstoffen durch *feste Inneneinrichtungen* vermehrt zu beachten ist. Natürlich können zum Beispiel die Formaldehydkonzentrationen in der Raumluft, die durch Tabakrauch verursacht werden, noch höher liegen als die durch Spanplatten bedingten Belastungen. Im ersten Fall wird jedoch die Verunreinigung durch ein individuelles Verhalten verursacht, im zweiten Fall aber ist der Bewohner den Verunreinigungen dauernd ausgesetzt und kann praktisch nichts dagegen tun.

Für alle Materialien, die in festen Inneneinrichtungen verwendet werden, sind somit *Vorschriften betreffend die maximal zulässigen Schadstoffmengen* notwendig. Ferner ist zu überprüfen, welche Stoffe nicht mehr verwendet werden dürfen. Die Emissionen sind soweit zu begrenzen, dass bei der üblichen Nutzung der Materialien keine Schadstoffkonzentrationen in der Raumluft auftreten, die zu gesundheitlichen Schädigungen führen können. Es handelt sich hier um eine *vorbeugende Massnahme*. Allfällige Mehrkosten bei der Fabrikation sowie der für die Kontrolle erforderliche Aufwand sind sicher gerechtfertigt, da eine nachträgliche «Quellenbekämpfung» meist ausserordentlich aufwendig ist.

Durch strengere Vorschriften und vermehrte Kontrollen von Bau- und Isolationsmaterialien sollen die zum Einsparen von Energie notwendigen Massnahmen natürlich nicht eingeschränkt werden. Es geht jedoch darum, unerwünschte Nebenwirkungen, wie sie zum Teil bereits auftreten, rechtzeitig zu verhindern. *Es sollen deshalb für feste Inneneinrichtungen nur Materialien zugelassen werden, die zu keinen gesundheitlichen Problemen führen.* Dies ist im Wohnbereich, wo die Menschen den grössten Teil ihrer Zeit verbringen, besonders wichtig.

Ferner ist eine *«Quellenbekämpfung»* vor allem zur Verminderung folgender Verunreinigungen anzustreben: Die Belastungen durch *Tabakrauch* können im Wohnbereich eingeschränkt werden, indem wenn möglich immer im gleichen Raum geraucht wird. Kinderzimmer sollten rauchfrei bleiben, da Kinder gegenüber Tabakrauch erwiesenermassen empfindlicher reagieren; Asthma- sowie Herz- und Kreislaufkranke sollten ebenfalls nicht dem Tabakrauch ausgesetzt sein. Will man die Luftqualität in Raucherräumen ohne zu lüften verbessern, so kann mittels Luftreinigungsgeräten der Gehalt an Staubpartikeln und Reizgasen etwas reduziert werden, sofern diese Geräte mit wirksamen Filtern ausgerüstet sind und eine ausreichende Luftumwälzung aufweisen. Eine vermehrte Lüftung der Räume, in denen geraucht wird, ist jedoch trotzdem notwendig.

Lösungsmittel zum Reinigen oder zum Basteln sollen nicht in geschlossenen Räumen angewendet werden, sondern immer bei offenen Fenstern oder auf dem Balkon. Hier gelten die allgemein bekannten hygienischen Grundregeln, dass alle Arbeiten, die zu Verunreinigungen der Räume führen können, ausserhalb des Wohnbereiches auszuführen sind.

Minimale Frischluftzufuhr

Im Gegensatz zu den Belastungen durch feste Inneneinrichtungen sind die Belastungen durch die individuellen Tätigkeiten vom Verhalten des einzelnen Bewohners abhängig. Am wichtigsten und weitaus am wirksamsten sind auch hier die Massnahmen bei den Quellen. Verunreinigungen, die sich nicht vermeiden lassen, sind durch möglichst *gezieltes Lüften* zu beseitigen. Bei Beachtung einiger einfacher Grundregeln kann der Bewohner mit wenig Aufwand viel dazu beitragen, dass die Raumluft nicht unnötig mit Fremdstoffen belastet wird.

Eine *regelmässige Lüftung* ist nicht nur für eine ausreichende Zufuhr von Sauerstoff, sondern auch zur Beseitigung des vom Menschen abgegebenen *Kohlendioxides* sowie von *Gerüchen* notwendig. Durch eine ausreichende Lüftung muss auch eine *zu hohe Luftfeuchtigkeit* verhindert werden; bei Werten über 55–60 Prozent relativer Feuchte können Kondensationen auftreten; eine Folge davon sind Schäden an Materialien sowie das Wachstum von Pilzen und Milben, die wiederum Ursache von Allergien sein können.

Wie oft, wie lange und wann soll man lüften? In Gebäuden mit Fensterlüftung gelten folgende Faustregeln: In *Wohn- und Arbeitsräumen* sind während 3–5 Minuten die Fenster zu öffnen; durch diese sogenannte *Stosslüftung* kann die Raumluft bei möglichst geringeren Wärmeverlusten innert kürzester Zeit erneuert werden. Die Häufigkeit der Lüftung richtet sich nach der Belegung und Nutzung des Raumes: Im Durchschnitt sollen *je Person und Stunde 12–15 m³ Frischluft* zugeführt werden; wird geraucht oder körperlich stark gearbeitet, sind etwa doppelt so hohe Mengen notwendig – d.h. dass häufiger gelüftet werden muss [2, 3, 7]. In Gebäuden an stark befahrenen Strassen soll wenn möglich während der verkehrsarmen Zeiten gelüftet werden, damit möglichst wenig Verschmutzungen aus der Aussenluft in die Räume gelangen. In *Schlafzimmern* ist für eine ausreichende Frischluftzufuhr während der Nacht ein Fensterspalt offenzuhalten; dies genügt, um einen zu starken Anstieg des Kohlendioxidgehaltes zu verhindern. In *nicht belegten Räumen* ist ein 0,3 bis 0,5facher Luftwechsel je Stunde anzustreben, um einen Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit mit den bereits erwähnten Folgen zu vermeiden.

Bei *mechanischen Lüftungsanlagen* ist eine kontinuierliche Frischluftzufuhr von ebenfalls 12–15 m³ je Person und Stunde anzustreben; in Räumen, in denen geraucht wird, und bei körperlicher Aktivität sind 30–40 m³ je Person und Stunde erforderlich [1, 5]. Zur Einsparung von Energie beim Betrieb von Lüftungsanlagen sollten die Frischluftmengen jeweils kurzfristig dem Bedarf bzw. der Nutzung und Belegung des Raumes angepasst werden können.

In den *weiteren Untersuchungen*, die im Rahmen des IEA-Projektes Annex IX geplant sind, sollen die Kriterien zur Festlegung der minimalen Lüftungsraten noch genauer erarbeitet werden. Dabei sind folgende Verunreinigungen – je nach Lage, Ausstattung, Belegung und Nutzung der Räume – zu berücksichtigen: Formaldehyd, Tabakrauch, Radon, Feuchtigkeit, organische Dämpfe, Gase sowie Körpergerüche und Kohlendioxid. Insbesondere wird es darum gehen, die gesundheitlichen Auswirkungen dieser Raumluftverunreinigungen zu beurteilen und die noch zulässigen Kurz- und Langzeitbelastungen festzulegen. Weitere Aufgaben sind die Überprüfung und Bewertung verschiedener Lüftungssysteme unter Berücksichtigung der Luftqualität sowie die Evaluation geeigneter Verfahren zu deren Messung und Überwachung.

Zusammenfassung

Eine wichtige und auch wirksame Energiesparmassnahme ist die Reduktion von Wärmeverlusten in Gebäuden. Dies kann durch eine Verbesserung der Isolationen und Abdichtungen erreicht werden. Infolge der dadurch bedingten reduzierten Lüftung wird jedoch die Luftqualität verschlechtert.

Häufigste Quellen von Schadstoffen in der Raumluft sind Tabakrauch, Baustoffe, Möbelausstattungen, das Verbrennen von Gas zum Heizen und Kochen sowie Haushaltprodukte. Gesundheitliche Gefährdungen entstehen vor allem durch Schadstoffe, die kontinuierlich von festen Inneneinrichtungen abgegeben werden; solche Belastungen sind durch Begrenzung der Emissionen zu verhindern. Zur Beseitigung der vom Menschen und seinen Aktivitäten stammenden Belastungen ist eine minimale Frischluftzufuhr erforderlich; diese richtet sich nach der jeweiligen Belegung und Nutzung des Raumes.

Die Frischluftzufuhr sollte so bemessen werden, dass der Kohlendioxidgehalt von 0,15 Prozent nicht überschritten wird. Dazu genügen in der Regel 12–15 m³ je Person und Stunde; höhere Frischluftmengen sind notwendig bei körperlicher Aktivität sowie in Räumen, in denen geraucht wird.

Literatur

[1] *Ashrae 62–1981:* «Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality». The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.

[2] *Huber, G.* (1982): «Minimale Lüftungsraten in Wohn- und Arbeitsräumen. Diss. ETH Nr. 7008

[3] *Huber, G. und Wanner, H.U.:* «Indoor Air Quality and Minimum Ventilation Rate». Environment International (im Druck)

[4] *Kuhn, M. und Wanner, H.U.* (1982): «Belastung der Raumluft durch Formaldehyd». Sozial- und Präventivmedizin 27: 260–261

[5] *SBN 1980:* «Svensk Bygg Norm, PFS 1980:1». Statens planversk författningssamling, Svensk Byggtjänst, Stockholm

[6] *Wanner, H.U.* (1980): «Luftqualität in Wohn- und Arbeitsräumen». Sozial- und Präventivmedizin 25: 328–333

[7] *Weber, Annetta* (1981): «Passivrauchen, Luftqualität und Massnahmen». Sozial- und Präventivmedizin 26: 182–184

Adresse des Autors: Prof. Dr. *H.U. Wanner*, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, ETH-Zentrum, 8092 Zürich.