

Diss. ETH Nr. 7008

MINIMALE LUEFTUNGSRATEN IN WOHN- UND ARBEITSRAEUMEN

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines

DOKTORS DER NATURWISSENSCHAFTEN

der

EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZUERICH

vorgelegt von

GABRIEL HUBER

eidg. dipl. Apotheker ETH

geboren am 25. Juni 1952

von Unterlunkhofen AG

Angenommen auf Antrag von:

Prof. Dr. sc. nat. H.U. Wanner, Referent

Prof. Dr. med. E. Grandjean, Korreferent

1982

I. ZUSAMMENFASSUNG

Mit Hilfe von raumklimatischen Untersuchungen wurden Richtlinien für eine minimale Frischluftzufuhr für Räume einer bestimmten Nutzung (Nichtraucher - Räume, geringe körperliche Aktivität) erarbeitet.

Das Problem einer garantierten minimalen Frischluftzufuhr stellt sich vor allem seit etwa 1975, als im Rahmen weltweiter Energiesparmassnahmen versucht wurde, unter anderem auch die sogenannten Lüftungswärmeverluste (Energieverluste von Wärme durch Ritzen und Fugen undichter Gebäudehüllen) einzudämmen. Die dadurch mögliche Verschlechterung der Raumluftqualität, bedingt durch einen geringeren Luftwechsel, kann von verschiedenen Quellen herrühren. Die die Raumluft belastenden Parameter wurden hier in zwei grosse Gruppen eingeteilt: Einerseits in Verunreinigungen, die einen direkten Bezug zur Präsenz von Personen in einem Raum und deren Aktivität aufweisen und andererseits in Stoffe, deren Einfluss auf die Raumluftbelastung sehr beschränkt vom Menschen abhängt.

Der Mensch belastet die Raumluft insbesondere mit Kohlendioxid aus der Ausatemungsluft und geruchsaktiven Substanzen, verursacht durch die natürliche Ausdünstung.

In einem Testraum von 30 m^3 Inhalt wurde unter experimentellen Bedingungen geprüft, ob bei gleichbleibender körperlicher Aktivität ein Zusammenhang zwischen dem Kohlendioxid und den Gerüchen festgestellt werden kann.

Die Erfassung des Kohlendioxidgehaltes erfolgte mit einem Infrarotgasanalysator. Die Beurteilung der Geruchsbelastung wurde auf sensorische Art, das heisst mittels subjektiver Geruchsintensitätsbewertung von Testpersonen, vorgenommen. Zu diesem Zweck musste eine Apparatur entwickelt werden, die es ermöglichte, die durch die Personen im Testraum verursachten Gerüche von relativ schwacher Intensität einer Gruppe von

vier speziell ausgewählten Testpersonen zur Beurteilung zu präsentieren. Mit der aus Glas und Teflon bestehenden Geruchsintensitätsmessapparatur GIMA war es möglich, nicht nur Gerüche aus dem Testraum selbst, sondern auch Referenzgerüche bekannter Konzentrationen von Pyridin zur Beurteilung anzubieten. Diese Methode erlaubte es, Mischgerüche unbekannter Konzentrationen semiquantitativ zu erfassen.

In 18 jeweils zweistündigen Versuchsdurchgängen wurden bei verschiedener Raumbelagung und Luftwechselrate, jedoch gleichbleibender Tätigkeit der Versuchspersonen im Testraum, je sieben Geruchsintensitätsbewertungen der vier Testpersonen ausserhalb des Testraumes vorgenommen. Zusätzlich erfolgten drei 45 - minütige Versuche mit erhöhter körperlicher Aktivität der Versuchspersonen im Testraum (Belastung auf einem Fahrradergometer), jedoch bei gleichbleibender Belegung und Belüftung.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung haben gezeigt, dass zwischen der gemessenen Kohlendioxidkonzentration und der ermittelten Geruchsbelastung ein Zusammenhang besteht. Der Vergleich der Resultate führte zum Schluss, dass ab einer Kohlendioxidkonzentration von 0.15 % auch mit einer erhöhten Belästigung durch Gerüche gerechnet werden muss.

Aufgrund der Beziehungen zwischen Kohlendioxid und Gerüchen in der Raumluft kann man festhalten, dass die Qualität der Raumluft bei geringer körperlicher Aktivität unterhalb eines Kohlendioxidgehaltes von 0.15 % annehmbar ist. Diese Bedingungen können eingehalten werden, wenn den Räumen pro Person und Stunde mindestens 12 bis 15 m³ Frischluft zugeführt werden kann.

In Räumen mit geändertem Nutzungsverhalten sowie in Räumen, in denen geraucht wird, ist mit zwei- bis dreimal so hohem Frischluftbedarf zu rechnen.

S U M M A R Y

Guidelines for minimum fresh air requirements of rooms used for certain purposes (nonsmoker rooms, slight physical activity) have been evolved with the aid of room climate research methods.

Particularly since around 1975 - when the world began to initiate energy saving measures - the provision of a guaranteed minimum fresh air supply has become a problem. One of the steps taken to preserve precious energy was to cut the so-called ventilation heat losses (heat lost through chinks and joints in the fabric of buildings), which frequently caused a deterioration in the quality of room air due to the thus reduced air exchange rate. This quality drop may be defined in various ways. The parameters governing air quality are, in this context, divided into two major groups. The first group comprises pollutants directly related to the presence and activity of persons in a room, the second covers substances influencing room air quality which are largely independent of the people in that room.

The quality of room air is negatively influenced by the person or persons present in the room particularly as a result of the carbon dioxide in the exhaled air and of odour-generating substances emanating from natural transpiration.

The question whether a connection between carbon dioxide and odours can be established - assuming an identical of physical activity - has been examined under experimental conditions in a test room with a volume of 30 m^3 . The carbon dioxide content was measured by means of an infrared gas analyzer. Evaluation of odour influence was effected by sensory perception, i.e. through subjective odour intensity assessment carried out by test persons. For this purpose it was necessary to develop an apparatus capable of

conveying the relatively weak odours generated by the people in the test room to a group of four specially selected test persons for their assessment. Using the glass/teflon odour intensity measuring instrument GIMA it was possible to present not only odours from the test room itself, but also reference odours of known pyridine concentrations for assessment. This method made it possible to register mixed odours of unknown concentration in a semiquantitative manner.

18 two-hour test runs with varying room occupation and ventilation rates, but with unchanging activity of the persons in the test room, were carried out, each comprising seven odour intensity assessments by the four test persons outside of the test room. In addition, three 45 minute tests with increased physical activity of the person in the test room (exertion on a cycle ergometer), but with identical occupation and ventilation rates, were carried out.

The results of this series of tests show that a connection between the measured carbon dioxide concentration and the determined degree of odour pollution does exist. The comparison of results led to the conclusion that, from a carbon dioxide concentration of 0.15 % upwards, an increase in unpleasant odours must be expected.

It can thus be said, on the basis of the relations between carbon dioxide and odours in room air, that the quality of air in rooms with a low degree of physical activity of the occupants is acceptable if its carbon dioxide content is less than 0.15 %. These conditions can be met by providing the room with a minimum fresh air supply of 12 to 15 m³ per person and hour.

Fresh air requirements in rooms with different types of utilization and in rooms occupied by smokers can be expected to be between two and three times higher.