

Diss. ETH Nr. 7324

Verunreinigung der Raumluft durch Materialien

Abhandlung
zur Erlangung des Titels eines
Doktors der Naturwissenschaften
der
Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

vorgelegt von
Max Kuhn
eidg. dipl. Apotheker ETH
geboren am 20. Februar 1950
von Aarau

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. sc. nat. H.U. Wanner, Referent
Prof. Dr. med. E. Grandjean, Korreferent

1983

10. ZUSAMMENFASSUNG

Bei den durchgeführten Untersuchungen ging es darum, Art und Ausmass der Schadstoffbelastung durch Materialien zu erfassen und die gesundheitlichen Auswirkungen zu beurteilen. Materialien, die zur Belastung der Raumluft führen können, sind Holzprodukte (u.a. Span- und Faserplatten), Kunststoffe (u.A. Dichtungs- und Isolationsstoffe), Farbanstriche, Tapeten, Reinigungsmittel und auch Mauerwerk. Schadstoffe, die von diesen Materialien an die Raumluft abgegeben werden können, sind Formaldehyd, Lösungsmittel (u.a. aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe) sowie Asbest und Radon.

Im Mittelpunkt dieser Arbeit standen Messungen des Formaldehydgehaltes in der Raumluft von Neubauten. Ferner erfolgten Messungen in einer Klimakammer, bei denen der Einfluss verschiedener Parameter (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftwechsel) auf die Formaldehydabgabe von Spanplatten untersucht wurde. Zusätzlich wurden auch Analysen auf organische Verunreinigungen durchgeführt, sowie die Beziehung zwischen den Schadstoffen und sensorischen Geruchsbestimmungen ermittelt.

Als Messmethoden für die Bestimmung von Formaldehyd wurden drei kolorimetrische Verfahren (MBTH, p-Rosanilin, Chromotropsäure) verwendet und gegenseitig miteinander verglichen. Zur Bestimmung weiterer organischer Substanzen diente die Adsorption an Aktivkohle und die Identifikation mit Hilfe eines GC-MS Systems.

Bei den Untersuchungen in Neubauten erfolgten die Messungen des Formaldehydgehaltes in 8 Einfamilienhäusern, 35 Mehrfamilienhäusern, 11 Büroräumen und 16 Schulräumen. Im Frühjahr (vor Bezug der Objekte) lagen die Konzentrationen zwischen 0,2 und 0,7 ppm; im Sommer wurden um ca. 0,1 ppm höhere Werte gemessen und nach einem Jahr erreichten die Konzentrationen noch etwa die Hälfte der Werte vor dem Bezug. In den meisten Objekten wurde somit auch nach einem Jahr ein Formaldehydgehalt in der Raumluft festgestellt, der sich über

den in der BRD, in Holland und in den U.S.A. empfohlenen Grenzwert von 0,1 ppm, und auch über demjenigen von Dänemark von 0,15 ppm liegt.

Die Hauptquelle der Formaldehyd-Belastungen in den Neubauten waren Spanplatten, die für Möbel, Küchen, Büchergestelle, Wandkästen, Wandverkleidungen und Decken verwendet wurden. Die Konzentrationen lagen umso höher, je grösser der Anteil der Spanplattenoberfläche pro Raumvolumen war. Bei der Herstellung dieser heute sehr verbreiteten Werkstoffe werden Leime verwendet, die bei unsachgemässer Verarbeitung und ungenügender Austrocknung kontinuierlich Formaldehyd abgeben, wie dies in den untersuchten Räumen der Fall war.

Weitere Messungen erfolgten in einer 30m³ grossen Klimakammer, in der rohe Spanplatten mit einer Gesamtoberfläche von 30 m² aufgestellt wurden. Die dabei auftretenden Formaldehydkonzentrationen wurden über eine Zeitdauer von 24 Stunden kontinuierlich aufgezeichnet. Die Variablen bei den Messungen waren die folgenden: Temperatur der Luft (15, 20 und 25°C), relative Luftfeuchtigkeit (40, 50 und 60%) und Luftwechsel (0,1, 0,2 und 0,8 pro Stunde). Die bei standardisierten Bedingungen durchgeführten Messungen zeigten eine deutliche Abhängigkeit der jeweiligen Formaldehydkonzentration von der Temperatur, von der relativen Luftfeuchtigkeit und vom Luftwechsel. Je nach Versuchsbedingungen stellte sich ein Gleichgewicht nach 3 bis 8 Stunden ein. Bei allen Versuchen wurde ab etwa 0,2 ppm Formaldehyd ein deutlicher Geruch wahrgenommen.

Die Resultate wurden einer kritischen Wertung unterzogen: Die Schadstoffbelastung aus Materialien sollten nicht über vermehrtes Lüften der benützten Räumlichkeit vermindert werden, sondern diese Substanzen sind möglichst emissionsseitig zu verringern. Formaldehyd sollte in der Raumluft den Immissionsgrenzwert von 0,1 ppm nicht überschreiten. Für bestehende Wohnungen werden praktische Sanierungsmassnahmen vorgeschlagen, um die Schadstoffbelastung verringern zu können.

SUMMARY

The investigations that were carried out in the course of this thesis are intended for the understanding of the degree of air pollution by materials and for the estimation of the hygienic effects. Materials which contaminate the room air are wood products (for example particle boards), synthetic products (packing and insulation materials), painting materials, wall papers, detergents and stonework too. Pollutants which emanate from these materials are formaldehyde, organic solutions (aliphatic and aromatic carbohydrates), asbestos and radon.

The major part of these investigations was the measurement of the formaldehyde concentration in the room air of new buildings. Furthermore, measurements were carried out in a climatic chamber for the analization of the influence of different parameters (temperature, air humidity, air change rate) on the formaldehyde emanation from particle boards. In addition, measurements of organic pollutions were taken and the relationships between the pollutants and the sensoric determination of odors was determined.

As methods of measurements for the determination of formaldehyde three colorimetric procedures were used (MBTH, p-Rosanilin, chromotropic acid) and compared with each other. For the adsorption of further organic substances, activated charcoal was used and the identification was made with a GC-MS system.

The measurements took place in new buildings: 8 villas, 35 apartments, 11 offices and 16 schoolrooms. In spring the formaldehyd concentrations reached values between 0,2 and 0,7 ppm; in the summer the concentrations increased by about 0,1 ppm; one year later the values reached a level roughly half as high as before: The formaldehyde concentrations that were measured in all rooms exceeded 0,1 ppm which is the highest legal allowance in Germany, Holland and in the U.S.A. and they also proved to be higher than 0,15 ppm, the limiting value of Denmark.

The main-source of the formaldehyde load in the new buildings were particle boards which were used for furnitures, kitchen, book-cases, fitted cupboard, wall panelings and ceilings. The concentrations were in proportion to the dimension of the particle board. For the manufacture of these products glues are used that emanate formaldehyde because of improper manufacturing or incomplete dessication.

Supplementary measurements were carried out in a climatatic chamber of 30 m³ in size were untouched particle boards with a surface of 30 m² were installed. During 24 hours the formaldehyde concentration was noted down continuously. The tests were carried out under different conditions, i.e. the temperature (15, 20, 25°C), the air humidity (40, 50, 60%) and the air change rate (0,1, 0,2, 0,8 per hour). The measurements under standardized conditions showed a clear dependence of the formaldehyde concentration on the temperature, the humidity of the air and the air change rate. Depending on the experimental conditions, the steady state concentrations were attained after 3 to 8 hours. Throughout the experiments a smell of formaldehyde was noted when the concentration exceeded 0,2 ppm.

Indoor pollution caused by materials should not to reduced by increasing the ventilation of the rooms but much more by eliminating the emission source. Therefore, the limit of formaldehyde in the room air should not exceed a value of 0,1 ppm. It is proposed that practical hygienic measures be taken to decrease the formaldehyde concentrations in apartments.