

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Geruchsprüfung von Innenraumlufte und Emissionen
aus Innenraummaterialien

Erhebung der Zufriedenheit mit der Raumluftequalität in
Wohnungen und Büroräumen mittels Fragebogen

Odour testing of indoor air and emissions from
interior building products

Survey of satisfaction with indoor air quality in homes
and offices by means of questionnaires

VDI-MT 4302

Blatt 3 / Part 3

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The draft of this standard has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	3
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweise	7
3 Begriffe	7
4 Beschwerden in Innenräumen	11
5 Musterfragebogen	13
5.1 Kernfragen	17
5.2 Ergänzungsfragen	19
6 Planung der Untersuchung	23
6.1 Befragungsbereich	23
6.2 Belastungsbereich	24
6.3 Vergleichsbereich	24
7 Durchführung der Untersuchung	25
7.1 Erhebungsverfahren	26
7.2 Rekrutierung der Zielpersonen	26
7.3 Sicherung der Erhebungsqualität	33
8 Auswertung der Befragung	33
8.1 Vorbereitende Arbeiten	33
8.2 Soziodemografische Merkmale der Stichprobe	34
8.3 Auswertung der Beschwerdemeldungen	35
8.4 Einflussfaktoren	39
8.5 Veränderung der Nutzerzufriedenheit (z.B. vor und nach einer Sanierung)	39
8.6 Bewertung von Gebäuden und Istzustand (z.B. Zertifizierung)	40
9 Wirkungsbezogene Interpretation	40
9.1 Prüfung von Beschwerdemeldungen	41
9.2 Einflussfaktoren	45
9.3 Veränderung der Nutzerzufriedenheit (z.B. vor und nach einer Sanierung)	46
9.4 Bewertung von Gebäuden/Istzustand (z.B. Zertifizierung)	47

Contents	Page
Preliminary note	3
Introduction	3
1 Scope	5
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Indoor complaints	11
5 Sample questionnaire	13
5.1 Core questions	17
5.2 Supplementary questions	19
6 Planning the investigation	23
6.1 Survey area	23
6.2 Affected area	24
6.3 Control area	24
7 Conducting the investigation	25
7.1 Data collection procedure	26
7.2 Recruitment of target persons	26
7.3 Assurance of survey quality	33
8 Evaluation of the survey	33
8.1 Preparatory work	33
8.2 Socio-demographic characteristics of the sample	34
8.3 Analysis of complaints	35
8.4 Influence factors	39
8.5 Change in occupant satisfaction (e.g., before and after a renovation)	39
8.6 Building assessment/actual state (e.g., certification)	40
9 Effect-related interpretation	40
9.1 Examination of complaints	41
9.2 Influence factors	45
9.3 Change in occupant satisfaction (e.g., before and after a renovation)	46
9.4 Building assessment/actual state (e.g., certification)	47

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss

Fachbereich Umweltmesstechnik

VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 5: Analysen- und Messverfahren II

Inhalt	Seite
Anhang A Musterfragebogen Büroarbeitsplatz.....	48
Anhang B Musterfragebogen Wohnung	61
Anhang C Musterbriefe	67
Anhang D Ausschöpfungsprotokoll.....	73
Anhang E Codierung des Musterfragebogens und der Kernfragen.....	75
Anhang F Praktisches Auswertebeispiel	86
Schrifttum	97
Benennungsindex englisch–deutsch.....	100

Contents	Page
Annex A Sample questionnaire “office workplace”	48
Annex B Sample questionnaire “home”	61
Annex C Sample letters	70
Annex D Sample coverage record	74
Annex E Coding of the sample questionnaire and the core questions.....	75
Annex F Practical evaluation example.....	86
Bibliography	97
Term index English–German.....	100

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie MT („Mensch und Technik“) ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Anmerkung: Der Zusatz „MT“ („Mensch und Technik“) dient zur Kennzeichnung einer Richtlinie, die sich nicht ausschließlich mit Technik im Sinne einer Regel der Technik, sondern auch mit Fragestellungen gesellschaftlicher Relevanz befasst, beispielsweise Anforderungen an die Qualifikation von Personen beim Umgang mit Technik oder Vorgehen in managementspezifischen Fragen.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/4302.

Einleitung

Einen Großteil der Zeit verbringt die mitteleuropäische Bevölkerung in Gebäuden. Die Qualität der Luft in Innenräumen ist daher wichtig für die Gesundheit und das Wohlbefinden.

Damit die Raumluft wenig belastet wird, sollten Materialien und Gegenstände, die im Innenraum verwendet werden, emissionsarm sein, also möglichst wenige Schad- und Geruchsstoffe ausdünsten. Innenraummaterialien, das heißt Bauprodukte und Materialien zur Ausstattung und Einrichtung von Innenräumen, spielen hier eine wesentliche Rolle. Häufig liegt ihre Auswahl nicht im Ermessen der Personen, die diesen Raum nutzen.

Die Quellen für Gerüche in Innenräumen können sowohl innerhalb als auch außerhalb des Gebäudes liegen. Neben Emissionen aus Innenraummaterialien können u.a. technische Anlagen, Bauschäden, Tiere und die Personen, die den Raum nutzen, Gerüche verursachen.

Je nach Geruchssituation können unangenehme Geruchsempfindungen bis hin zur Geruchsbelästigung auftreten. Die Geruchsbelästigung stellt im Sinne dieser Richtlinie eine Beeinträchtigung des Wohlbefindens dar und äußert sich in Beschwerden über störende Gerüche und auch in gesundheitsbezogenen Beschwerden. Reizungen von Augen,

Preliminary note

The content of this standard MT (“Man and Technology”) has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

Note: The designation “MT” (“Man and Technology”) serves to identify a standard that does not only deal with technology in terms of a rule of technology, but also with questions of social importance, for example requirements for the qualification of individuals when working with technology or procedures in management-specific aspects.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at www.vdi.de/4302.

Introduction

People in Central Europe spend a large proportion of their time indoors. Indoor air quality is therefore important for health and well-being.

To keep indoor air pollution low, materials and objects used indoors should be low emitting, i.e., they should emit as few harmful substances and odours as possible. Interior materials, i.e. building products and materials for furnishing and equipping indoor spaces, play a key role in this respect. Their selection is often not at the discretion of the occupants.

Sources of indoor odours can be both outside and inside the building. In addition to emissions from interior materials, technical equipment, structural damage, animals, and occupants can be sources of odours.

Depending on the odour situation, there is a possibility that odour sensations and even odour annoyance occur. For the purposes of this standard, odour annoyance is an impairment of well-being that manifests itself in complaints about unpleasant odours and also in health-related complaints. Irritation of the eyes, nose and throat, headaches, tired-

Nase und Rachen, Kopfschmerzen, Müdigkeit und Konzentrationsschwierigkeiten gehören zu den häufigsten Beeinträchtigungen, die Personen beim Aufenthalt in Innenräumen nennen.

Untersuchungen in Innenräumen mit Schadstoffmessungen erfordern eine sorgfältige Vorbereitung und Planung der Messstrategie (siehe VDI 4300 Blatt 1, DIN EN ISO 16000-1, DIN EN ISO 16000-5). Da viele Geruchsstoffe nicht immer mit der für Innenräume üblichen Standardanalytik nachgewiesen werden, müssen gegebenenfalls weitere Methoden zur Ermittlung der Geruchsbelastung und Identifikation von Geruchsquellen eingesetzt werden. Geruchsempfindungen können schon durch sehr geringe Geruchsstoffkonzentrationen oder durch schwer identifizierbare Stoffgemische ausgelöst werden. Auch wenn die Ursachen bzw. Quellen für Gerüche in Innenräumen nicht ermittelt werden können, ist es erforderlich, problemorientierte und pragmatische Maßnahmen zu ergreifen. Denn wenn Ergebnisse von Innenraummessungen mit dem Hinweis kommuniziert werden „Es konnte nichts gefunden werden und damit besteht kein Problem“, können Situationen entstehen, die mit Sorgen, Frustration und Vertrauensverlust behaftet sind.

Die systematische Befragung von Raumnutzenden hat sich bewährt, um auf Basis strukturierter Informationen weitere Schritte zu planen. Diese Vorgehensweise wurde in einem WHO-Dokument Anfang der Achtzigerjahre [1] vorgestellt und ist als Örebro-Modell bekannt. Das Örebro-Modell wurde 1985 in Schweden am Universitätskrankenhaus in Örebro, Abteilung für Arbeits- und Umweltmedizin, entwickelt [2; 3].

Die Grundidee des schrittweisen Vorgehens ist, dass die Raumnutzenden die Probleme mit dem Raumklima und störende Umgebungsbedingungen am besten beschreiben können. Durch den Vergleich der Befragungsergebnisse mit Ergebnissen aus Räumen ohne bekannte Innenraumprobleme und anhand des Beschwerdemusters kann eine Identifikation möglicher Ursachen erfolgen. Bei dieser Vorgehensweise wird davon ausgegangen, dass manche Raumluftprobleme ohne aufwendige Messungen gelöst werden können.

Bei Bedarf können auf Basis dieser Informationen aber auch gezielt physikalische, chemische oder mikrobiologische Messungen durchgeführt werden.

Mit dem Einsatz der menschlichen Nase als „Messinstrument“ kann zusätzlich zur Bestimmung der Konzentration von Einzelstoffen eine sensorische Bewertung der Raumluftqualität mithilfe der Parameter „Geruchsqualität“, „Geruchsintensität“,

ness, and difficulty concentrating are among the most common complaints people report when spending time indoors.

Indoor investigations with pollutant measurements require careful preparation and planning of the measurement strategy (see VDI 4300 Part 1, DIN EN ISO 16000-1, DIN EN ISO 16000-5). As many odorous substances are not always detected by standard indoor air analytical methods, additional methods, if necessary, need to be used to determine odour exposure and identify odour sources. Odours can be caused by very low concentrations of odorous substances or by mixtures of substances that are difficult to identify. Even if the causes or sources of indoor odours cannot be identified, it is still necessary to take pragmatic, problem-oriented action. Communicating the results of indoor measurements with the statement “Nothing was found, so there is no problem”, can lead to situations of concern, frustration, and loss of confidence.

Systematic questioning of occupants has proven effective in planning the next steps based on structured information. This approach was presented in a WHO document in the early 1980s [1] and is known as the Örebro Model. The Örebro Model was developed in Sweden in 1985 at Örebro University Hospital, Department of Occupational and Environmental Medicine [2; 3].

The basic idea of the step-by-step approach is that occupants are in the best position to describe problems with the indoor environment and disturbing environmental conditions. By comparing the survey results with results from rooms with no known indoor air problems, and based on the pattern of complaints, possible causes can be identified. This approach assumes that some indoor air problems can be solved without extensive measurements.

However, if necessary, this information can be used to perform targeted physical, chemical, or microbiological measurements.

Using the human nose as a “measuring instrument”, in addition to determining the concentration of single substances, a sensory assessment of indoor air quality can be made using the parameters “odour quality”, “odour intensity”, “hedonic tone”

„Hedonik“ und „Akzeptanz“ erfolgen (siehe DIN ISO 16000-28).

Für Innenraumarbeitsplätze gibt es eine Vorgehensempfehlung der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) [4], die eine entsprechende Ermittlungsmethodik beschreibt, um Beschwerden von Beschäftigten an Innenraumarbeitsplätzen systematisch auf den Grund zu gehen und praxistaugliche Lösungen zu finden. Für Wohnungen beispielsweise gibt es eine solche konkrete Vorgehensempfehlung bislang nicht.

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Richtlinie beschreibt eine Methode zur Erfassung der Zufriedenheit der Raumnutzenden mit der Luftqualität in Innenräumen mittels Fragebogen. Es werden zwei Musterfragebögen für Büroräume und für Wohnräume vorgestellt. Die Richtlinie orientiert sich dabei weitgehend an den Fragebögen des oben genannten Örebro-Modells.

Ein Musterfragebogen für Schulen oder Kindertagesstätten ist in der vorliegenden Richtlinie nicht enthalten. Eine Befragung in Bildungseinrichtungen ist deutlich komplexer, da hier zu der Gruppe der Raumnutzenden sowohl das Lehrpersonal als auch Kinder und Eltern gehören. Hier wird auf die entsprechenden Handbücher für Befragungen in Schulen der Örebro-Gruppe verwiesen, die zusammen mit zahlreichen Literaturhinweisen abrufbar sind [5].

Diese Richtlinie stellt die Grundlagen zur Erhebung der Zufriedenheit mit der Luftqualität im Innenraum mittels Befragung bereit, als weiteres Instrument zu chemischen Analysen (ISO 16000 und Richtlinienreihe VDI 4300), der sensorischen Prüfung und Bewertung von Gerüchen in der Innenraumluft und von Innenraummaterialien (DIN ISO 16000-28, DIN ISO 16000-30, VDI 4302 Blatt 1) und der Behaglichkeitsuntersuchung (DIN EN ISO 7730 und DIN EN ISO 7726).

Als Innenräume werden die in der Richtlinie VDI 4300 Blatt 1 genannten Räume in Anlehnung an die Definition des Rats von Sachverständigen für Umweltfragen verstanden [6]. Die Definition von Innenraumarbeitsplätzen folgt der Definition in [4].

Die in dieser Richtlinie dargestellten Befragungen sind insbesondere geeignet für Wohngebäude, Büro- und Verwaltungsgebäude, öffentliche Gebäude, Versammlungsräume oder sonstige allgemeine Aufenthaltsräume, in denen die Behaglichkeit und das Wohlbefinden des Menschen im Vordergrund stehen. Gemäß Musterbauordnung (MBO) sind Aufenthaltsräume Räume, die zum nicht nur vorü-

and “acceptability” (see DIN ISO 16000-28).

For indoor workplaces, there is a recommended procedure of the German Social Accident Insurance (DGUV) [4] that is intended to assist in the systematic investigation of complaints of employees at indoor workplaces, and in the identification of practicable solutions. For residential buildings, for example, there is no such specific recommendation for action yet.

1 Scope

This standard describes a method for the assessment of occupant satisfaction with indoor air quality by means of questionnaires. Two sample questionnaires are presented, one for office workplaces and one for residential properties. The standard is largely based on the questionnaires of the Örebro Model mentioned above.

A sample questionnaire for schools or day care centres is not included in this standard. A survey in educational institutions is much more complex, as the group of occupants includes teaching staff, children, and parents. Reference is made to the Örebro Group’s manuals for surveys in schools, which are available together with numerous references [5].

This standard provides the basis for assessing satisfaction with indoor air quality using questionnaires as a complementary tool to chemical analyses (ISO 16000 and series of standards VDI 4300), sensory testing of indoor air and determination of odour emissions from building products (DIN ISO 16000-28, DIN ISO 16000-30, VDI 4302 Part 1), and comfort analysis (DIN EN ISO 7730 and DIN EN ISO 7726).

Rooms are classified as indoor spaces according to the standard VDI 4300 Part 1, as defined by the Council of Experts on Environmental Issues [6]. The definition of indoor workplaces follows the definition in [4].

The surveys presented in this standard are particularly suitable for residential buildings, office and administration buildings, public buildings, meeting spaces or other general indoor spaces in which the emphasis is on comfort and well-being of the occupants. According to the Model Building Regulations (MBO), indoor spaces are rooms that are intended or suitable for the not only temporary

bergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt oder geeignet sind. Ausgenommen sind Fahrzeug- und Flugzeuginnenräume sowie Räume, in denen aufgrund von Fertigungsprozessen Gerüche unvermeidbar sind (Großküchen, Backstuben usw.).

Das hier vorgestellte Verfahren kann bei den folgenden Fragestellungen genutzt werden, z. B.:

- a) systematische Erfassung von Beschwerden als Grundlage für die Planung weiterer Maßnahmen
- b) Prüfung der Notwendigkeit und/oder der Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen, z. B. vor und nach einer Sanierung
- c) Bewertung von Gebäuden (z. B. im Rahmen einer Zertifizierung oder des Gesundheitsmanagements)

Die Ergebnisse ermöglichen eine

- Bestimmung der Zufriedenheit mit der Raumluftqualität, auch im Hinblick auf eine möglicherweise unzumutbare Geruchsbelästigung (§13 MBO),
- Bestimmung des Unterschieds im Ausmaß der Zufriedenheit zwischen dem Belastungs- und dem Vergleichsbereich bzw. zwischen Befragungsergebnissen und Vergleichswerten aus der Literatur sowie
- Ermittlung von Informationen über kontext- und personenbezogene Einflussfaktoren.

„Post-Occupancy Evaluation (POE)“ beschreibt einen Prozess zur Bewertung von Gebäuden nach deren Ingebrauchnahme. Dabei sollen die Erfahrungen der Menschen, die das Gebäude oder den Gebäudekomplex nutzen, berücksichtigt werden.

Nutzungsorientierte Eigenschaften, das heißt bei einem Wohngebäude primär die Wohnlichkeit, bei einem Bürogebäude eher die Funktionalität, stehen dabei im Vordergrund. Im POE-Prozess können Befragungen allein oder in Kombination mit quantitativen physikalischen Messungen durchgeführt werden. In der Regel wird die Befragung mehrfach wiederholt, um Anpassungs- und Gewöhnungsprozesse aufseiten der Nutzenden einzubeziehen. In einem POE-Prozess werden die Auswirkungen von Gebäudemerkmalen und Technologien auf den Komfort, die Zufriedenheit und die Produktivität der Gebäudenutzenden sichtbar. Auf Basis der Ergebnisse kann ein Leitfaden für die Gestaltung zukünftiger Gebäude erstellt werden.

Bei der Zertifizierung von Gebäuden erfolgt die Beurteilung der Innenraumluftqualität anhand von mehreren Kriterien, u. a. der Messung von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) und Formaldehyd. Die Beprobung erfolgt stichprobenhaft vor Beginn der Nutzung in ausgewählten Räumen,

human occupancy. Excluded from this are vehicle and aeroplane interiors and rooms in which odours are inevitable because of production processes (canteens, bakeries, etc.).

The procedure presented here can be used for the following questions, for example:

- a) systematic recording of complaints as a basis for planning further measures
- b) verification of the necessity and/or effectiveness of emission reduction measures, e.g., before and after a renovation
- c) assessment of buildings (e.g., for certification or health management)

The results enable a

- determination of satisfaction with the indoor air quality, also with regard to possible unacceptable odour annoyance (§13 MBO),
- determination of the difference in the level of satisfaction between the affected area and the control area, or between the survey results and comparative values from the literature, as well as
- determination of information on context and person related influence factors.

“Post-Occupancy Evaluation (POE)” describes a process for the assessment of a building after user have been occupying it for some time. It aims to consider the experiences of the people who use the building or the building complex.

The focus here is on occupant-oriented characteristics, i.e. comfort in the case of a residential building and functionality in the case of an office building. In the POE process, surveys can be conducted alone or in combination with quantitative physical measurements. Typically, the survey is repeated several times to allow for user adaptation and familiarisation. A POE process reveals the impact of building features and technologies on the comfort, satisfaction, and productivity of occupants. Based on the results, guidelines can be drawn up for the design of future buildings.

When certifying buildings, indoor air quality is assessed based of several criteria, including the measurement of volatile organic compounds (VOC) and formaldehyde. Before occupancy, random sampling is carried out in rooms selected to be representative of the indoor air quality of the whole

die repräsentativ für die Raumluftqualität im gesamten Gebäude sind. Die Beurteilung der Raumluftqualität auf Gebäudeebene zielt auf eine hohe Nutzerzufriedenheit und die Förderung von Gesundheit und Wohlbefinden ab.

Die in dieser Richtlinie beschriebene Methode zur Erhebung der Zufriedenheit mit der Raumluftqualität mittels Fragebogen stellt eine sinnvolle Ergänzung der Gebäudebewertung im Sinne einer empirischen Überprüfung der Raumluftqualität bzw. der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Verbesserung der Raumluftqualität dar.

building. The assessment of indoor air quality at the building level aims to achieve a high level of occupant satisfaction and to promote health and well-being.

The questionnaire method of measuring satisfaction with indoor air quality described in this standard is a useful complement to building assessment in terms of empirical verification of indoor air quality or the effectiveness of measures to improve indoor air quality.