

Innenraumlufiverunreinigungen

Teil 1: Allgemeine Aspekte der Messstrategie (ISO/DIS 16000-1:2000)

DIN
ISO 16000-1

Diese Norm ist Bestandteil des VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft, Bd. 5

ICS 13.040.20; 13.040.30

Einsprüche bis 2000-12-31

Indoor air – Part 1: General aspects of sampling strategy
(ISO/DIS 16000-1:2000)

Air intérieur – Partie 1: Aspects généraux de la stratégie d'échantillonnage
(ISO/DIS 16000-1:2000)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten an die Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss –, Postfach 10 11 39, 40002 Düsseldorf.

Das internationale Schriftstück ISO/DIS 16000-1:2000, "Indoor air – Part 1: General aspects of sampling strategy", ist unverändert in diesen deutschen Norm-Entwurf übernommen worden.

Nationales Vorwort

Internationale Technische Regelsetzung zum Innenraumlufbereich

Die Internationale Norm ISO 16000-1 wurde vom Unterkomitee SC 6 "Innenraumluf" in der Arbeitsgruppe 1 "Allgemeine Probenahmestrategie für Schadstoffe in der Innenraumluf" des Technischen Komitees ISO/TC 146 "Luftbeschaffenheit" erarbeitet. An der Erstellung dieser Norm war der Fachbereich IV "Umweltmesstechnik" der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss – beteiligt. Die Norm basiert auf der Richtlinie VDI 4300 Blatt 1.

Allgemeine und stoffspezifische Aspekte für die Messplanung, die vor oder während der Messung beachtet werden sollten, sowie Messverfahren für einzelne Stoffe bzw. Stoffgruppen in der **Innenraumluf** sind in den einzelnen Teilen **Internationalen Norm ISO 16000** beschrieben.

Nationale Technische Regelsetzung zum Innenraumlufbereich

Messplanerische Aspekte von **Innenraumlufmessungen** für einzelne Stoffe bzw. Stoffgruppen sind in einzelnen Blättern der Richtlinie **VDI 4300** (siehe auch Abschnitt „Nationaler Anhang“) behandelt. Zum Teil dienen sie als alleinige Basisdokumente für die Erstellung einzelner Teile der Internationalen Norm ISO 16000 (z.B. bei der ISO 16000-1 und ISO 16000-2). Die Messtechniken (Probenahme und Analysentechnik) zur Bestimmung der jeweiligen Stoffe bzw. Stoffgruppen in der Innenraumluf werden in den Blättern der Richtlinie **VDI 4301** dargestellt. Messverfahren, die sowohl im Innenraumluf als auch im Immissionsbereich eingesetzt werden können, sind in weiteren VDI-Richtlinien beschrieben.

Für die im Inhalt zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen und VDI-Richtlinien hingewiesen:

ISO 5725-2 siehe E DIN ISO 5725-2

Fortsetzung Seite 2 bis 24

Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss

Nationaler Anhang NA
(informativ)
Zusätzliche Literaturhinweise

E DIN ISO 16000-2, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 2: Messstrategie für Formaldehyd.*

E DIN ISO 16000-3, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen — Probenahme mit einer Pumpe (ISO/DIS 16000-3).*

E DIN ISO 16000-4, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 4: Bestimmung von Formaldehyd — Probenahme mit Passivsammlern (ISO/DIS 16000-4:1999).*

E DIN ISO 16000-6, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumlucht und in Prüfkammern — Probenahme auf Tenax TA, thermische Desorption und Gaschromatographie/MSD bzw. FID.*

E DIN EN ISO 16017-1, *Innenraumlucht, Außenluft und Luft am Arbeitsplatz — Probenahme und Analyse flüchtiger organischer Verbindungen durch Sorptionsröhrchen/thermische Desorption/Kapillar-Gaschromatographie — Teil 1: Probenahme mit einer Pumpe; Deutsche Fassung prEN ISO 16017-1:1998.*

E DIN EN ISO 16017-2, *Innenraumlucht, Außenluft und Luft am Arbeitsplatz — Probenahme und Analyse flüchtiger organischer Verbindungen durch Sorptionsröhrchen/thermische Desorption/Kapillar-Gaschromatographie — Teil 2: Probenahme mit Passivsammlern (ISO/DIS 16017-2:1999); Deutsche Fassung prEN ISO 16017-2:1999.*

VDI 3484 Blatt 1:1979-01, *Messen gasförmiger Immissionen — Messen von Aldehyden — Bestimmen der Formaldehydkonzentration nach dem Sulfit-Pararosanilin-Verfahren*
(diese Methode ist auch für den Innenraumluftbereich geeignet).

VDI 4300 Blatt 1:1995-12, *Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Allgemeine Aspekte der Messstrategie.*

VDI 4300 Blatt 2:1997-12, *Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Messstrategie für polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH), polychlorierte Dibenz-p-dioxine (PCDD), polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) und polychlorierte Biphenyle (PCB).*

VDI 4300 Blatt 3:1997-12, *Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Messstrategie für Formaldehyd.*

VDI 4300 Blatt 4:1997-08, *Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Messstrategie für Pentachlorphenol (PCP) und γ -Hexachlorcyclohexan (Lindan) in der Innenraumlucht.*

E VDI 4300 Blatt 5:1998-04, *Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Messstrategie für Stickstoffdioxid (NO_2).*

E VDI 4300 Blatt 6: 1999-04, *Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Messstrategie für flüchtige organische Verbindungen (VOC).*

E VDI 4300 Blatt 7:1999-10, *Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Bestimmung der Luftwechselzahl in Innenräumen.*

E VDI 4300 Blatt 8:1999-10, *Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Probenahme von Hausstaub.*

VDI 4301 Blatt 1:1997-12, *Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Messen der Stickstoffdioxidkonzentration — Manuelles photometrisches Verfahren (Saltzman).*

E VDI 4301 Blatt 2:1998-09, *Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Messen von Pentachlorphenol (PCP) und γ -Hexachlorcyclohexan (Lindan) — GC/MS-Verfahren.*

Deutsche Übersetzung

Innenraumluftverunreinigungen

Teil 1: Allgemeine Aspekte der Messstrategie

Inhalt

Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	5
3 Die besonderen Gesetzmäßigkeiten des Innenraumes	5
4 Ziel der Messung	6
5 Probenahmetechnik	6
6 Zeitpunkt der Messung	7
7 Dauer der Probenahme und Häufigkeit der Messungen	8
8 Ort der Messung	9
9 Parallele Außenluftmessungen	10
Anhang A (informativ) Wichtige Arten von Innenräumen und Quellen von Luftverunreinigungen.....	11
Anhang B (informativ) Quellen von Luftverunreinigungen in Innenräumen.....	12
Anhang C (informativ).....	14
Anhang D (informativ) Leitfaden für die bei Innenraumluftuntersuchungen festzuhaltenden Informationen.....	17
Literaturhinweise	24

Vorwort

Die ISO (Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO Mitglieds Körperschaften). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den Technischen Komitees der ISO. Jede Mitglieds Körperschaft, die sich für ein Thema interessiert, für das ein Technisches Komitee eingesetzt wurde, ist berechtigt, in diesem Komitee mitzuarbeiten. Internationale (staatliche und nichtstaatliche) Organisationen, die mit der ISO in Verbindung stehen, sind an den Arbeiten ebenfalls beteiligt. Die ISO arbeitet bei allen Angelegenheiten der elektrotechnischen Normung eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Internationale Normen werden in Übereinstimmung mit den Regularien, die in der ISO/IEC Richtlinie Teil 3 niedergelegt sind, erstellt. Die von den Technischen Komitees verabschiedeten internationalen Norm-Entwürfe werden den Mitglieds Körperschaften zur Abstimmung vorgelegt. Die Veröffentlichung als Internationale Norm erfordert die Zustimmung von mindestens 75 % der abstimmenden Mitglieds Körperschaften.

Der Text der Internationalen Norm ISO 16000-1:2000 wurde durch das Technische Komitee ISO/TC 146 „Luftbeschaffenheit“, Unter-Komitee (SC) 6 „Innenraumluft“, Arbeitsgruppe 1 „Allgemeine Messstrategie für Innenraumluftverunreinigungen“ erstellt.

Einleitung

Dieser Teil von ISO 16000 soll Hilfestellungen zur Planung von Innenraummessungen geben. Weitere Internationale Normen, die später als ISO 16000 publiziert werden, beschreiben die für die jeweiligen Stoffe bzw. Stoffgruppen zu beachtenden Randbedingungen, wie z.B. Abhängigkeit der Luftverunreinigungen im Innenraum von der Luftfeuchte oder der Temperatur. Die eigentliche Messtechnik für die einzelnen Stoffe im Innenraum werden in separaten Internationalen Normen beschrieben.

Tabelle A.1 fasst die wichtigsten Typen von Innenräumen und Beispiele für dort anzutreffende Quellen zusammen. Die Aufstellung kann wegen der Vielzahl der Möglichkeiten naturgemäß nicht vollständig sein.

Anhand der Tabelle B.1 werden Quellen von Luftverunreinigungen in Innenräumen und die wichtigsten von ihnen emittierten Stoffe aufgezeigt. In Tabelle C.1 ist umgekehrt zu Tabelle A.1 eine Auswahl wichtiger Stoffe bzw. Stoffgruppen und die möglichen Quellen angegeben. Teilweise sind die Quellen für die Innenraumbelastungen auch außerhalb der Innenräume zu suchen. Beispiele sind für Benzol der Kfz-Verkehr und Tankstellen, sowie für Tetrachlorethen Chemische Reinigungen im Nahbereich. Auch Bodenausdünstungen können bedeutsam sein, z.B. wenn Gebäude auf Altlasten, auf alten Industriegeländen oder auf uranhaltige Böden, die Radon emittieren, errichtet worden sind

Im Anhang D ist ein Leitfaden über Informationen aufgeführt, die bei Innenraumluftmessungen festgehalten werden sollten. Die Liste soll dem Anwender dieses Teils von ISO 16000 als Hilfestellung auch im Hinblick auf die anschließende Bewertung des Analysenergebnisses dienen.

Die Bestimmung von Innenraumluftverunreinigungen läuft in der Regel in zwei Phasen ab:

- a) Die Probenahme wird vor Ort mit einem möglichst handlichen und einfachen Gerät vorgenommen. Die Analyse wird im Laboratorium durchgeführt oder
- b) Die Probenahme und Analyse erfolgen vor Ort mit Hilfe direkt ablesbarer Messgeräte.

Vor der Festlegung der Probenahmestrategie von Innenraumluftuntersuchungen ist es notwendig zu fragen, für welchem Zweck, wann, wo, wie oft und über welche Dauer Proben genommen werden sollen. Die Antworten auf diese Fragen hängen vor allem von einer Reihe besonderer Gesetzmäßigkeiten des Innenraumes, vom Ziel der Messung und schließlich von dem zu untersuchenden Messobjekt ab. In diesem Teil der ISO 16 000 wird auf die Bedeutung dieser Einflussgrößen eingegangen, und es werden Hinweise für die Wahl einer geeigneten Probenahmestrategie bei Innenraumluftmessungen gegeben.

Auf die besondere Rolle des Geruchssinnes zur Identifikation von Stoffen oder Stoffklassen in der Raumluft sei hingewiesen. Dabei spielt weniger die Riechempfindlichkeit, sondern - was wichtig ist - das Geruchsgedächtnis bzw. die Erfahrung des Fachmannes (Chemiker, Parfümeur), eine Rolle. Sensorische Informationen können die Identifikation von Luftverunreinigungen wesentlich vereinfachen und somit die Probenahmestrategie beeinflussen. Bei diesem Vorgehen ist auf Adaptationsphänomene zu achten, die sich in Innenräumen bei gleichbleibenden Konzentrationen besonders stark bemerkbar machen.

Für die Einordnung von Messergebnissen bei Innenraumluftuntersuchungen werden Bewertungsmaßstäbe für eine akzeptable Innenraumluftqualität benötigt. Um eine Aussage darüber treffen zu können, ob und inwieweit die in einem Raum gemessenen Konzentrationen das übliche bzw. gesundheitsverträgliche Maß übersteigen, kann auf Richtwerte oder Informationen aus der Literatur zurückgegriffen werden. In Tabelle C.1 (siehe Anhang C) werden in der Spalte Bemerkungen Richtwerte der Weltgesundheitsorganisation (WHO) für die Innenraumluft, sofern verfügbar, aufgeführt [1]. Es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass diese Werte keinen rechtsverbindlichen Charakter haben. Liegen solche Richtwerte oder Informationen nicht vor, so kann die Person, die die Untersuchung durchführt, Hinweise auf typische Werte für Gebäude, bei denen keine Beschwerden vorliegen, aus kritisch geprüften Fachartikeln oder anderer Literatur heranziehen. Vertreter verschiedener anderer Fachrichtungen sollten bei der Messplanung mit einbezogen werden.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 16000 soll Hilfestellungen zur Planung von Messungen der Luftverunreinigungen in Innenräumen geben. Die sorgfältige Planung der Probenahme und der gesamten Messstrategie ist bei Innenraumluftuntersuchungen von besonderer Tragweite, da das Untersuchungsergebnis erhebliche Konsequenzen haben kann, so z. B. hinsichtlich eines Sanierungsbedarfs oder des Erfolges einer Sanierung.

Eine ungeeignete Messstrategie kann zu der Gesamtunsicherheit des Messergebnisses stärker beitragen als das Messverfahren selbst.

In diesem Teil von ISO 16000 wird für Innenräume die vom Rat von Sachverständigen für Umweltfragen in seinem Sondergutachten gegebene Definition verwendet [2]:

Wohnungen mit Wohn-, Schlaf-, Bastel-, Sport- und Kellerräumen, Küchen und Badezimmern; Arbeitsräume bzw. Arbeitsplätze in Gebäuden, die nicht im Hinblick auf Luftschadstoffe arbeitsschutzrechtlichen Kontrollen unterliegen (so z.B. Büros, Verkaufsräume); öffentliche Gebäude (Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten, Sporthallen, Bibliotheken, Gaststätten, Theater, Kinos und andere Veranstaltungsräume) sowie die Fahrgasträume von Kraftfahrzeugen und allen öffentlichen Verkehrsmitteln.

ANMERKUNG In einigen Ländern unterliegen Arbeitsplätze wie Büros und Verkaufsräume im Hinblick auf die Luftverunreinigungen den Gesundheits- und Sicherheitsprüfungen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisungen in diesem Text Bestandteil des vorliegenden Teils dieser Internationalen Norm ISO 16000 sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikation nicht. Anwender dieser Internationalen Norm werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

ISO Guide 25:1990, *General requirements for the competence of calibration and testing laboratories*.

ISO Guide:1993, *ISO Guide to the expression of uncertainty in measurement*.

ISO 5725-2:1994, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method*.

ISO 9000-1:1994, *Quality management and quality assurance standards — Part 1: Guidelines for selection and use*.

ISO 9000-2:1997, *Quality management and quality assurance standards — Part 2: Generic guidelines for the application of ISO 9001, ISO 9002 and ISO 9003*.

EN 45001:1989, *Allgemeine Kriterien zum Betreiben von Prüflaboratorien*.

3 Die besonderen Gesetzmäßigkeiten des Innenraumes

Der Innenraum ist nur in Ausnahmefällen ein statischer Bereich, da sich die Stoffkonzentration einer jeden Substanz durch die Quellstärke, menschliche Aktivität, Lüftungsrate, klimatische bzw. raumklimatische Bedingungen, chemische Reaktionen und mögliche Senken (z.B. Sorption auf Oberflächen und Inneneinrichtungen) laufend verändern können. Aufgrund der geringen räumlichen Entfernung zwischen Quelle und Rezeptor ist die Exposition von Menschen im Innenraum von besonderer Wichtigkeit. Zusätzlich ist zu beachten, dass sich die Zusammensetzung der Innenraumluft innerhalb eines Raumes und von einem Raum zum anderen ändern kann. Die Innenraumluft ist weniger homogen als die das Gebäude umgebende Außenluft.

Die Gleichung (1) setzt auf vereinfachte Weise einige der Parameter miteinander in Beziehung, die die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft beeinflussen.

$$dc_i / dt = QIV + nc_a - Ac_i - nc_i \quad (1)$$

Dabei ist

c_i	die Innenraumluft-Konzentration (mg/ml),
Q	die Quellstärke (mg/h),
V	das Raumvolumen (m ³),
n	der Luftwechsel (h ⁻¹)
c_a	die Außenluft-Konzentration (mg/m ³),
A	der Abbau-Faktor (h ⁻¹),
t	die Zeit.

Die linke Seite der Gleichung gibt die zeitliche Änderung der Konzentration des betrachteten Stoffes wieder. Die beiden ersten Glieder auf der rechten Seite beschreiben die Zunahme der Konzentration durch Emissionen einer Quelle sowie die eindringende Außenluft, während die beiden letzten Glieder die Abnahme der Konzentration erfassen, die durch Abtransport über Lüftung oder durch Abbaumechanismen möglich ist, so z.B. durch Adsorption der Verbindung an Raumtextilien.

Der wichtigste Term in Gleichung (1) ist derjenige, der die Quellstärke erfasst. Die oft zu beobachtende zeitliche Variation der Quellstärke ist in der Gleichung (1) nicht berücksichtigt. Falls hier eine signifikante Abweichung festgestellt wird, ist eine komplexere Gleichung zu verwenden. Je nach Art der Zeitabhängigkeit der Quellstärke wird zwischen konstanter und variabler Quellstärke unterschieden, wobei in beiden Fällen noch eine weitere Unterteilung in regelmäßige und unregelmäßige Emission angebracht sein kann. Die Stärke kontinuierlicher Quellen kann auch von der Raumtemperatur, der relativen Luftfeuchte oder dem Ausmaß der Luftbewegung im Raum abhängen; sie verändert sich meist nur langfristig, d. h. über Wochen und Monate hinweg. Die Emissionsrate diskontinuierlicher Quellen wird dagegen im Allgemeinen nur im geringen Maße von raumklimatischen Parametern beeinflusst und ändert sich oft innerhalb viel kürzerer Zeitspannen.

Ein Beispiel für eine Quelle mit kontinuierlicher Abgabe von Luftverunreinigungen sind aminoplast-verleimte Spanplatten. Ihre Formaldehydmission dauert über lange Zeit an und hängt unter anderem stark von der Temperatur und der relativen Luftfeuchte ab.

Als Beispiel für eine diskontinuierliche Quelle mit variabler Quellstärke sei der Gasherd aufgeführt, der je nach Bedarf mit unterschiedlichen Bedingungen betrieben wird. Hier kann sich jedoch bei entsprechenden Lebensgewohnheiten von Tag zu Tag ein recht regelmäßiges Emissionsmuster ergeben, da die Zubereitung von Mahlzeiten oftmals einem regelmäßigen Rhythmus unterliegt.

Die gelegentlichen Anwendung eines Insektizidsprays ist ein Beispiel für die Kombination von diskontinuierlicher Quelle und unregelmäßigem Emissionsmuster.

4 Ziel der Messung

Luftuntersuchungen in Innenräumen werden hauptsächlich aus einem der fünf folgenden Gründe durchgeführt, wobei der erste für sich selbst stehen oder aber Auslöser für die anderen sein kann:

- a) Die Raumbenutzer beschwerten sich über eine schlechte Luftqualität.
- b) Die Exposition der Raumbenutzer gegenüber bestimmten Stoffen soll ermittelt werden.
- c) Die Einhaltung vorgegebener Grenz- oder Richtwerte soll untersucht werden.
- d) Die Effektivität einer Sanierung ist zu prüfen.
- e) Gesundheitliche Beeinträchtigungen der Raumbenutzer werden beobachtet oder vermutet.

Während im ersten Fall eine langwierige Suche nach den Gründen für die Beschwerden erforderlich werden kann, bei der oft eine dem Einzelfall anzupassende Vorgehensweise erforderlich ist, sind die anderen Fälle insofern leichter zu behandeln, als vor Beginn der Messungen Informationen über die zu bestimmenden Stoffe vorhanden sind.

Auch die Art eines Stoffes und seiner Wirkung auf den Menschen hat einen erheblichen Einfluss auf die für die Messung zu wählenden Randbedingungen. So wird zur Bewertung der gesundheitlichen Folgen von akut reizenden Verbindungen eher die Maximalexposition über kurze Zeitspannen von Interesse sein, während bei Verbindungen mit Langzeitwirkung, z.B. cancerogenen Verbindungen, die über längere Zeiträume hinweg zu beobachtende mittlere Belastung interessiert.

5 Probenahmetechnik

Grundsätzlich sind Probenahmeverfahren, wie sie für die Bestimmung von Stoff-Konzentrationen in der Außenluft eingesetzt werden, auch bei Messungen in Innenräumen anwendbar. Dies setzt jedoch außer der allgemeinen Eignung für die Messaufgabe voraus, dass die Messgeräte selbst nicht aufgrund ihrer Abmessungen oder Geräuschentwicklung die übliche Nutzung der Räume, in denen sie eingesetzt werden, wesentlich beeinträchtigen. Von Bedeutung ist dies insbesondere in privat genutzten Räumen. In diesem Fall sollte das verwendete Gerät relativ geräuscharm funktionieren und die Probenahmerate sollte nicht mit der normalen Lüftungsrate kollidieren. Bei der Aufstellung des Probenahmesammelgerätes sollte beachtet werden, dass die Innenraumluft inhomogen sein kann.

Ein wichtiger Faktor ist die Zeitauflösung bei den Messungen. Unterschiedliche Messtechniken können unterschiedliche Zeitauflösungen beinhalten; dies wiederum beeinflusst die Interpretation des erhaltenen Ergebnisses.

Das stündlich in einem Raum gezogene Probenahmenvolumen muss kleiner sein als das Volumen, das 10% der Luftwechselrate entspricht. Falls die Luftwechselrate nicht bekannt ist oder nicht gemessen werden kann, so sollte das stündlich gezogene Probenahmenvolumen weniger betragen als 10% des Raumvolumens.

Für Messungen, die die Stoff-Konzentrationen über längere Zeiträume (z. B. 8 h) erfassen sollen, kann ein Passivsammler eingesetzt werden, der einige Nachteile aktiver Sammelverfahren nicht aufweist. Es ist hierbei aber dafür Sorge zu tragen, dass Passivsammler, die nach dem Diffusionsprinzip arbeiten, nur in Räumen mit ausreichender Luftbewegung betrieben werden, so dass die notwendige Anströmgeschwindigkeit sichergestellt ist.

Sowohl für aktiv sammelnde Messverfahren als auch beim Einsatz passiv sammelnder Messverfahren müssen geeignete Qualitätssicherungsmaßnahmen, die im Einklang mit ISO Guide 25:1990 stehen, durchgeführt werden

ANMERKUNG 1 Es ist üblich, bei einer Probenahmezeit bis zu einer Stunde von einer Kurzzeit-Probenahme zu sprechen, während eine Dauer von mehreren Stunden bis hin zu mehreren Tagen als Langzeit-Probenahme bezeichnet wird.

ANMERKUNG 2 Probenahmeverfahren werden in anderen Teilen von ISO 16000 beschrieben.

6 Zeitpunkt der Messung

Die zeitliche Veränderung der Konzentration von Luftverunreinigungen muss bei der Bewertung eines Messergebnisses unbedingt berücksichtigt werden. Zigarettenrauch oder Chemikalien (z.B. Reinigungsmittel) müssen entfernt werden sofern nicht beabsichtigt ist, diese Luftverunreinigungen bei der Bewertung der Messergebnisse mit in Betracht zu ziehen.

Wichtige Parameter, die bei der Wahl des Zeitpunktes der Messung beachtet werden müssen, sind der Luftwechsel, der Gebrauch der Quelle, die Raumbenutzer und ihre Aktivitäten, welche Art von Innenraum vorliegt, die Temperatur und die relative Feuchte.

Das Öffnen eines Fensters setzt naturgemäß die Stoff-Konzentration in einem Raum herab (vorausgesetzt, die Außenluft ist nicht stärker mit dem betrachteten Stoff verunreinigt). Durch das Öffnen des Fensters wird gleichzeitig eine vorher aufgebaute Gleichgewichtseinstellung gestört.

Bei Kurzzeitprobenahmen ist es deshalb unmöglich, repräsentative Ergebnisse zu erhalten, wenn unmittelbar nach dem Lüften mit der Messung begonnen wird. Wird der zu bestimmende Stoff konstant und kontinuierlich emittiert, z.B. aus Baumaterialien oder Einrichtungsgegenständen, so muss nach der Fensterlüftung eine mehrstündige Gleichgewichtseinstellung eingehalten werden. Bei Langzeitprobenahmen spielt dieser Effekt prinzipiell ebenfalls eine Rolle. Er ist hier jedoch von geringer Bedeutung, besonders dann, wenn die Probenahme unter den üblichen Nutzungsbedingungen über längere Zeit hinweg erfolgt.

Aus den genannten Gründen ist es wichtig, den Zeitpunkt der Messung unter Berücksichtigung der Zeitspanne zwischen dem Ende des letzten Lüftungsvorganges und dem Beginn der Probenahme sorgfältig zu planen. Wenn keine gewichtigen Gründe dagegensprechen, muss bei Kurzzeitmessungen generell so vorgegangen werden, dass nach einer intensiven Lüftung ein Zeitraum von mehreren Stunden abgewartet wird, bevor mit dem Messvorgang begonnen wird. Hinweise darauf, welche Zeitspanne im Einzelfall gewählt werden sollte, finden sich in den Internationalen Normen, die die Messplanung für bestimmte Stoffe bzw. Stoffgruppen beschreiben (z. B. mehrere Teile von ISO 16000).

Wenn Luftverunreinigungen von Emissionen diskontinuierlicher Quellen herrühren, hängt der Zeitpunkt der Messung vom Ziel der Untersuchung ab. Er kann in den Zeitraum einer Spitzenbelastung fallen oder die Durchschnittsbelastung über einen längeren Zeitraum abdecken.

Ist das Gebäude bzw. der Raum mit einer raumluftechnischen Anlage (Rat-Anlage) versehen, müssen weitere Gesichtspunkte beachtet werden. So können von der Rat-Anlage selbst unerwünschte Emissionen (z.B. aus Dichtungsmaterialien, aus dem Befeuchterwasser, aus Staubablagerungen) abgegeben werden wobei die Luftverunreinigungen von einem Raum über das gesamte klimatisierte Gebäude verteilt werden können; dies gilt insbesondere, wenn die RLT-Anlage mit einem hohen Umluftanteil betrieben wird. Letztendlich kann die von der RLT-Anlage angesaugte Außenluft hohe Anteile an Luftverunreinigungen enthalten (z.B. durch nahegelegene Emittenten). Die Betriebsparameter und der Wartungszustand der RLT-Anlage müssen bei einer Raumlufmessung stets mit angegeben werden. Im Fall eines intermittierenden oder eingeschränkten Betriebes der RLT-Anlage muss diese zumindest 3 h unter normalen Bedingungen betrieben werden, ehe mit der Probenahme begonnen wird (siehe auch Abschnitt 8).

7 Dauer der Probenahme und Häufigkeit der Messungen

Die Dauer der Probenahme ist abzustimmen auf die

- Wirkungseigenschaften der betrachteten Stoffe,
- Emissionscharakteristik der Quelle,
- Nachweisgrenze des Analysenverfahrens.

In vielen Fällen, besonders wenn nur wenige Messungen durchgeführt werden, wird man auf Kompromisse angewiesen sein, die nicht allen drei Aspekten zur gleichen Zeit Rechnung tragen.

Die für eine Probenahme zu wählende Dauer spielt besonders unter dem Gesichtspunkt potentieller Wirkungseigenschaften der zu bestimmenden Substanz eine wichtige Rolle. Bei Stoffen mit schnell wahrnehmbarer Wirkung wird man einer Kurzzeitprobenahme den Vorzug geben, wohingegen für Stoffe mit langfristiger, kumulierender Wirkung oft eine Langzeitprobenahme sinnvoller ist. Bei Langzeitprobenahmen werden kurzfristige Konzentrationspitzen nicht erfasst. Dies kann vor allem dann Schwierigkeiten bei der Bewertung der Messergebnisse zur Folge haben, wenn die zu beurteilende Substanz auch kurzfristig wirkt.

Bezüglich der Emissionscharakteristik der Quelle leuchtet ein, dass die Erfassung der Emissionen einer nur kurzzeitig emittierenden Quelle sinnvoll nur mit einer Kurzzeitmessung möglich ist. Umgekehrt sind langfristig emittierende Quellen am besten auch mit Langzeitmessungen zu erfassen. Von dieser generellen Regel kann es aber durchaus Abweichungen geben. So ist z.B. die kurzzeitig auftretende Spitzenkonzentration eines Insektizids beim Versprühen sicher nur mit einer Kurzzeitmessung zu erfassen; eine Langzeitmessung kann nach dem Sprühvorgang aber durchaus angezeigt sein, wenn die im Raum auftretende Langzeitbelastung im Vordergrund des Interesses steht.

In manchen Fällen ist die Art der Emissionscharakteristik vermuteter Quellen zunächst unbekannt. Hier kann eine zeitlich begrenzte kontinuierliche Aufzeichnung von Messgrößen (z.B. Summe Gesamtkohlenstoff mit dem Flammenionisationsdetektor (FID) oder Photoionisationsdetektor (PID) für die weitere Vorgehensweise wertvolle Hinweise geben).

Aus messtechnischer Sicht wird die Dauer der Probenahme von der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze des gewählten Analysenverfahrens bestimmt. Die bei der Probenahme gesammelte Masse des zu analysierenden Stoffes muss eine zweifelsfreie Identifizierung und eine zuverlässige Quantifizierung ermöglichen. Zu bedenken ist dabei, dass durch eine Ausdehnung der Probedauer über längere Zeit hinweg nicht notwendigerweise wesentlich mehr Substanz gesammelt wird. Wenn nämlich die Konzentration einer Verbindung bestimmt werden soll, die aus einer diskontinuierlichen, nur selten und kurzzeitig aktivierten Quelle stammt, so wird mit einem einstündigen Sammelzeitraum möglicherweise fast ebenso viel Substanz aufgefangen wie bei 24-stündiger Sammlung. Darüber hinaus zeigt dieses Beispiel, dass bei ungeeigneter Wahl der Probenahmedauer auch Information verschenkt werden kann.

Die Dauer der Probenahme kann dem Messinstitut in einigen Fällen auch vorgegeben sein (z.B. wenn ein Grenzwert in Verbindung mit einem Zeitintervall festgelegt ist). Als Beispiel möge hier Tetrachlorethen stehen, für das in Deutschland ein Grenzwert von $0,1 \text{ mg/m}^3$ als 1-Wochen-Durchschnittswert [3] festgelegt ist. Die Durchschnittszeit zur Bestimmung dieser Verbindung wurde für Räume, die an Chemischreinigungsanlagen angrenzen, festgeschrieben, um den Verlauf der Emissionshöhe, die zwischen Arbeits- und Feiertagen variiert, über die komplette Woche abzudecken.

Aus finanziellen Gründen ist die Anzahl der in einem Raum durchgeführten Einzeluntersuchungen meist klein. Andererseits besteht die Tendenz eine umfassende Charakterisierung der Innenraumluftqualität des zu untersuchenden Raumes anhand des Ergebnisses nur einer einzigen Messung (oder einiger weniger Messungen) vorzunehmen. In dieser Konfliktsituation ist es von besonderer Wichtigkeit, so viele Informationen wie möglich über die Parameter zu erhalten, die das Messergebnis beeinflussen können. Dies ist wichtig, um beurteilen zu können, ob das Ergebnis die Durchschnitts- oder die Extrembelastung wiedergibt.

Die Kurzzeitprobenahme erfolgt oft unter Randbedingungen, die eine Extremsituation darstellen (z. B. geringer Luftwechsel, erhöhte Temperatur), um auf diese Weise die Maximalbelastung abschätzen zu können. Die Langzeitprobenahme wird oft zur Ermittlung des Belastungszustandes für die Raumbenutzer unter üblichen Nutzungsbedingungen eingesetzt. Die Bedingungen zum Gebrauch und zu den Nutzungsbedingungen des Raumes müssen genau dokumentiert werden.

Für eine umfassende Beurteilung müssen sowohl eine Kurzzeitprobe als auch eine Langzeitprobe genommen werden. Da Konzentrationsänderungen auch dadurch bedingt sein können, dass sich das Lüftungsverhalten und die Nutzungsbedingungen ändern - auch in Abhängigkeit von der Jahreszeit - , muss dies bei der Bewertung des