

Richtlinie – Raumlufmessungen

Durchführung von Messungen von Formaldehyd und flüchtigen organischen Stoffen (VOC) in schlüsselfertigen Häusern

Teil 1: Probenahme und Analysemethoden

Stand: 25.06.2024 /2

Aktualisierung: 11.02.2026

Die Qualitätsgemeinschaft Deutscher Fertigbau (QDF) ist eine Institution des Bundesverbandes Deutscher Fertigbau (BDF) und besteht seit 1989. Den Mitgliedsunternehmen ist die Verantwortung gegenüber Umwelt- und Klimaschutz, der Gesellschaft sowie insbesondere den Bedürfnissen und Wohnwünschen der Bauherren bewusst und sehr wichtig. Sie verpflichten sich, die in der QDF-Satzung enthaltenen Qualitätsbestimmungen für alle unter ihrem Namen hergestellten und in Deutschland errichteten Gebäude einzuhalten. Die Einhaltung der Anforderungen dieser Satzung wird durch unabhängige Sachverständige in regelmäßigen Überwachungen sowie im Rahmen von Eigenüberwachungen kontinuierlich überprüft.

Vorwort

Im Jahr 1993 wurde von der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung (DGfH) ein Merkblatt zur Durchführung von Formaldehydmessungen in Häusern aus Holz und Holzwerkstoffen veröffentlicht. Das unter dem Namen „DGfH-Richtlinie“ bekannte Merkblatt war erstellt in Zusammenarbeit von Behörden, Messlabors, Forschungseinrichtungen, Verbraucherverbänden und Herstellern von Holzhäusern. Über mehr als zwei Jahrzehnte war es die Grundlage für die Bestimmung der Formaldehydkonzentration in Innenräumen dieser Gebäude unter vergleichbaren Bedingungen. Das Merkblatt bewährte sich durch den Bezug auf gesetzliche und freiwillige Richtwerte und trug maßgeblich dazu bei, das Formaldehydniveau in den Gebäuden trotz zunehmender Luftdichtigkeit der Gebäudehüllen deutlich zu vermindern.

Inzwischen haben sich Konstruktion und Ausstattung der Gebäude wesentlich verändert. Die Gebäude sind aus Gründen des Wärmeschutzes luftdichter geworden. Gleichzeitig werden sie zunehmend mit raumluftechnischen Anlagen ausgerüstet, welche die Einhaltung eines wohnhygienischen ausreichenden Lüftungszustandes auch bei geschlossenen Fenstern und Türen ermöglichen. Für die Umrechnung der ermittelten Formaldehydwerte auf raumklimatische Bezugswerte wurde ferner das Rechenmodell nach Andersen weiterentwickelt. Diese verschiedenen Veränderungen sind bei der Ermittlung der Formaldehydkonzentration zu berücksichtigen.

Seit einigen Jahren kommt der Messung von flüchtigen organischen Stoffen (VOC: Volatile Organic Compounds) in Innenräumen eine wachsende Bedeutung zu. Auch aus diesem Grund war es erforderlich, das Merkblatt zu aktualisieren und entsprechend zu erweitern.

Die neue QDF-Richtlinie „Durchführung von Messungen von Formaldehyd und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) in schlüsselfertigen Häusern“ basiert auf dem alten Merkblatt und berücksichtigt den aktuellen Stand aus Wissenschaft, Normung und Vorschriften. Der vorliegende Teil 1 der QDF-Richtlinie beschränkt sich auf die Beschreibung der Probenahme und Analysemethoden, Teil 2¹ enthält Empfehlungen zur Auswertung und Bewertung der Messergebnisse.

Bad Honnef im Juni 2020

Prof. Dr. Rainer Marutzky
Für den QDF-Beirat

Georg Lange
Für den BDF

¹ zurzeit noch in Bearbeitung

Inhalt	Seite
1 Einleitung.....	4
2 Anwendungsbereich und Zweck	5
3 Grundlagen.....	5
3.1 Abgabequellen.....	5
3.2 Klimatische Bedingungen	5
3.3 Lüftung	6
3.4 Besonderer Hinweis.....	7
4 Messung	7
4.1. Allgemeine Hinweise zur Probenahme und Analyse.....	7
4.1.1 Probenahme	7
4.1.2 Analyse.....	8
4.2 Messung der Formaldehyd-Konzentration	8
4.2.1 Probenahme	8
4.2.2 Analyse.....	8
4.2.3 Bestimmung von Acetaldehyd.....	8
4.3 Messung der Acrolein-Konzentration	8
4.3.1 Probenahme	8
4.3.2 Analyse.....	9
4.4 Messung der VOC-Konzentration.....	9
4.4.1 Probenahme	9
4.4.2 Analyse.....	9
4.5 Messung der Alkansäuren-Konzentration.....	9
4.5.1 Probenahme	9
4.5.2 Analyse.....	9
4.6 Durchführung der Luftwechselformung	10
4.6.1 Messung nach der Konzentrations-Abkling-Methode (KA-Methode).....	10
4.6.2 Empfehlungen für Messung in Gebäuden mit technischen Maßnahmen zur Lüftung	10
4.7 Anforderungen an die Prüfstelle	11
4.8 Zusammenfassende Übersicht	12
5 Schrifttum.....	13
6 Abkürzungsverzeichnis	14
Anhang: Empfehlungen für den Sonderfall des langfristigen Leerstands	15

1 Einleitung

Jede Raumluftmessung stellt eine Momentaufnahme dar. Sowohl für den Nutzer als auch für den Hersteller eines Gebäudes ist eine Raumluftmessung und der dazugehörige Messbericht nur dann aussagekräftig und damit brauchbar, wenn die tatsächliche Belastungssituation in korrekter Weise messtechnisch erfasst, analysiert, ggf. umgerechnet und bewertet wird. Das setzt die Einhaltung folgender Kriterien voraus:

- Das gewählte Mess- und Analyseverfahren ist allgemein anerkannt und führt zu reproduzierbaren Ergebnissen.
- Die Auswertung der Messwerte berücksichtigt in angemessener Weise den beträchtlichen Einfluss der zum Messzeitpunkt herrschenden klimatischen Einflussparameter wie Außentemperatur, Innenraumtemperatur, Innenraumluftfeuchte und Lüftungsverhältnisse.
- Die Bewertung und Interpretation der Messergebnisse erfolgen im Abgleich mit den aktuell gültigen und anerkannten Grenz-, Richt-, Leit- und sonstigen Beurteilungswerten.

Die vorliegende Richtlinie konzentriert sich im **Teil 1** auf die Festlegung und Beschreibung der Probenahme und anschließenden Analyseverfahren für Formaldehyd und VOC sowie zusätzlich Acetaldehyd und Alkansäuren (Carbonsäuren). Sie bildet die Grundlage zur Durchführung von Raumluftmessungen unter reproduzierbaren und wohnhygienischen bzw. nutzungsspezifischen Bedingungen. Somit soll sie dazu beitragen, Unsicherheitsfaktoren für die Beurteilung der gemessenen Raumluftkonzentrationen zu beseitigen.

Diese Richtlinie greift nicht in rechtliche Vorschriften ein. Sie bezieht sich auf die existierenden Normen und sonstigen Vorschriften. Jedoch macht sie dort gezielte Vorgaben, wo diese Lücken und Unschärfen aufweisen, die dazu führen würden, dass mehr oder weniger große Abweichungen bei den Messungen möglich sind. Dieses Vorgehen verbessert die Vergleichbarkeit von Messergebnissen.

Konkrete Empfehlungen zur Auswertung und Bewertung bzw. Interpretation der Messergebnisse sowie eine Hilfestellung zu Minderungsmaßnahmen bei erhöhten Konzentrationen werden in einem separaten **Teil 2** behandelt. Besondere **Anforderungen** für die QDF – Grenz- und Richtwerte, Anzahl von Messungen und Messräumen, verschärfte Randbedingungen (Ausgleichskonzentration) u.a. – werden mit Bezug auf diese Richtlinie separat in einem Kompendium der QDF-Qualitätsversprechen geregelt.

Die Luft von Innenräumen enthält stets mehr oder weniger hohe Konzentrationen an luftverunreinigenden Stoffen. Bei Nutzung der Räume haben insbesondere auch das Kohlendioxid und die Luftfeuchte maßgeblichen Einfluss auf die Raumlufthqualität. Ein Teil der vorhandenen Stoffverbindungen stammt aus Baustoffen und Ausstattungsmaterialien, ein Teil wird durch menschliche Aktivitäten verursacht. Auf die Einstellung wohnhygienisch erforderlicher Lüftungsbedingungen und damit auf die Einhaltung von vorgegebenen hygienischen Richtwerten hat in der Regel bei bewohnten Häusern der Nutzer der Innenräume einen größeren Einfluss als die Hersteller der Produkte. Er kann durch gezielte Maßnahmen wesentlich zur Einhaltung von hygienisch einwandfreien Raumlufthbedingungen beitragen.

2 Anwendungsbereich und Zweck

Die Anwendung ist vorgesehen für Häuser im vertraglich vereinbarten Übergabezustand (Zeitpunkt der Bauabnahme), vorzugsweise im schlüsselfertigen (bezugsfertigen) Zustand. Hierfür sollte das Gebäude im unmöblierten Zustand sein. Einbauküchen zählen nicht zur Möblierung, wenn sie in den Leistungsbereich des Hausherstellers fallen. Innentüren sollten gebrauchsfertig eingebaut sein.

Sofern eine Anwendung der hier festgelegten Bedingungen möglich ist und dies vereinbart wird, kann die Richtlinie auch im geschlossenen ausbaufähigen Zustand oder für genutzte Gebäude mit Ausstattung angewendet werden.

Die Richtlinie ist anzuwenden mit dem Ziel, die Konzentrationen an Formaldehyd, Acetaldehyd und VOC sowie Alkansäuren in der Raumluft reproduzierbar festzustellen.

Das Ergebnis der Ermittlung der Konzentrationen kann Aufschluss über die Frage geben, ob eine eventuell nicht tolerierbare Verunreinigung der Innenraumluft vom Hersteller des Gebäudes zu verantworten ist.

Für die im Rahmen der QDF-Satzung vorgeschriebenen Raumluftmessungen sind die Vorgaben dieser Richtlinie bindend. Der Umfang der Messungen sowie die Einhaltung bestimmter Anforderungswerte werden in einem Kompendium der QDF-Qualitätsversprechen geregelt und sind nicht Bestandteil dieser Richtlinie.

3 Grundlagen

3.1 Abgabequellen

Abgabequellen in Innenräumen sind bestimmte beim Bau verwendete Werkstoffe und Materialien. Auch Innenausbau- und Ausstattungsmaterialien wie Wand- und Deckenbekleidungen, Fußbodenbeläge, Lacke, Farben, Textilien und Möbel sowie temporäre menschliche Aktivitäten (Rauchen, Reinigen, Heizen, Kochen, Werken etc.) tragen zur Erhöhung der Konzentrationen bei.

Die von permanenten Quellen ausgehenden Emissionen und die sich im Innenraum einstellenden Konzentrationen sind bei vorgegebener Raumausstattung vom Außenklima, Raumklima sowie von der Zahl der Luftwechsel abhängig.

3.2 Klimatische Bedingungen

Beim Raumklima ist neben der Lüftung generell die Temperatur sehr wichtig, bei Formaldehyd und anderen polaren Verbindungen zusätzlich auch die relative Luftfeuchte. Hinzu kommt ein Einfluss der Zeitdauer seit Fertigstellung des Bauwerks oder Raumes, da die Emissionen danach rasch abnehmen (Abklingverhalten).

Das Raumklima wird u.a. von der Jahreszeit, dem Standort, der Heizung, der Bauweise und den meteorologischen Gegebenheiten (Witterung) beeinflusst. Diese in weiten Bereichen variablen Bedingungen können zusammen mit den Lüftungsverhältnissen die Konzentrationen der luftverunreinigenden Stoffe im Innenraum erheblich beeinflussen. Um eine Vergleichbarkeit der Messergebnisse zu erreichen, werden Anforderungswerte für die raumklimatischen und lüftungstechnischen Parameter bei der Durchführung der Messung und Anforderungen bei der

Probenahme und Auswertung festgelegt. Damit soll eine möglichst einheitliche Bewertung der Raumluft anhand der Richtwerte ermöglicht werden.

Neuere Studien belegen, dass die Außentemperatur nicht nur mittelbar das Raumklima beeinflusst, sondern auch einen direkten Einfluss auf die Konzentrationen der luftverunreinigenden Stoffe im Innenraum haben. Das bedeutet, dass bei identischen klimatischen Daten eines Innenraums die Messergebnisse bei kühlen Außenbedingungen niedriger ausfallen als bei warmen. Je nach Temperaturunterschied können die Messergebnisse deutlich abweichen.

Um die Messwerte später angemessen aus- und bewerten zu können, ist daher eine Erfassung der oben beschriebenen Faktoren zwingend erforderlich:

- Außentemperatur
- Außenluftfeuchte
- Innenraumtemperatur
- Innenraumluftfeuchte
- Lüftungssituation, Luftwechselrate
- Zeitdauer seit Fertigstellung

3.3 Lüftung

Die Luftwechselzahl n , auch Luftwechselrate genannt, ist ein Maß für den Volumenstrom an Außenluft in die Raumluft bezogen auf das Volumen des Raumes oder des Bauwerks.

In Hinblick auf die Durchführung wird unterschieden in Gebäude

- ohne technische Maßnahmen wie selbstregulierende Lüftungselemente („Zwangslüftung“) oder raumluftechnische Anlagen („RLT-Anlagen“).
- mit selbstregulierenden Lüftungselementen
- mit raumluftechnischen Anlagen

In Gebäuden ohne technische Maßnahmen erfolgt die Einstellung der Lüftungsverhältnisse in den Räumen durch Öffnen und Schließen der Fenster. Moderne Gebäude weisen bei geschlossenen Fenstern und Türen in der Regel eine sehr niedrige Frischluftzufuhr auf (Luftwechselzahl $< 0,1$ pro Stunde). Inzwischen gibt es aber auch selbstregulierende Lüftungselemente, die in Fenster und Außentüren, z. B. Terrassentüren, eingebaut werden können. Sie ermöglichen eine schwache, aber permanente Dauerlüftung der damit ausgerüsteten Räume.

Häuser mit RLT-Anlagen weisen in der Regel eine zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung auf. Sie sind zumeist stufenweise einstellbar mit folgenden Stufen:

- Lüftung zum Feuchteschutz
- Reduzierte Lüftung
- Nennlüftung
- Intensivlüftung

Die Frischluftzufuhr derartig betriebener Anlagen ist damit variabel (Luftwechselzahlen zwischen etwa 0,2 und $> 1,0$ pro Stunde). Häufig weisen solche Anlagen eine Bedarfsregelung auf.

Zum Einsatz kommen auch dezentrale Lüftungsgeräte. Sie werden durch eine Außenwandbohrung direkt in die Wände eingebaut.

3.4 Gesonderter Hinweis

Auch bei strenger Einhaltung der Richtlinie wird nicht ausgeschlossen, dass bei Veränderung der Bausubstanz oder der Raumausstattung sowie unter davon abweichenden Wohn- und Nutzungsverhältnissen andere Konzentrationen an Formaldehyd, Acetaldehyd, VOC und Alkansäuren auftreten können.

4 Messung

4.1. Allgemeine Hinweise zur Probenahme und Analyse

4.1.1 Probenahme

Das zu untersuchende Bauwerk sollte vor Beginn der Messungen – möglichst im Beharrungszustand – die raumklimatischen Bedingungen aufweisen, unter denen später gemessen wird.

Bei Messungen in der kühleren Jahreszeit sind Heizanlagen so einzustellen, dass bei Erreichen des Beharrungszustandes, d.h. nach 3 Stunden und mehr, eine Temperatur im Bereich zwischen 18 und 24 °C gewährleistet ist. Während der Sommerzeit sollte darauf geachtet werden, dass die Räume durch hohe Außentemperaturen und intensive Sonnenstrahlung nicht übermäßig aufgeheizt werden. Messungen bei Raumtemperaturen über 24 °C sind zu vermeiden. Für die relative Luftfeuchte ist ein Bereich zwischen 30 und 70 % vorzusehen.

Die Probenahmen sollen in den Hauptaufenthaltsräumen eines Gebäudes (Wohn-, Schlaf-, oder Kinderzimmer) erfolgen. Bei Gebäuden mit mehr als einem Geschoss empfiehlt sich, die Messungen in Messräumen unterschiedlicher Geschosse aufzuteilen.

Die Probenahme sollte in Raummitte bzw. in der Hauptaufenthaltszone in etwa 1,50 m Höhe erfolgen.

Werden in einem Gebäude zwei Räume und mehr gemessen, so sind diese möglichst zeitlich parallel – jedoch nicht mehr als 90 Minuten zeitversetzt durchzuführen.

Erfolgen die Messungen unter **Nutzungsbedingungen**, hat vor der Durchführung der Messung eine definierte intensive Belüftung (Querlüftung, mindestens Stoßlüftung) des Gebäudes, insbesondere auch der Messräume, zu erfolgen. Bei Gebäuden

- mit Fensterlüftung (Lüften ohne technische Maßnahmen) sind die Räume 1 Stunde vor Durchführung der Messung über 15 Minuten zu lüften, danach sind Fenster und Türen zu schließen;
- mit selbstregulierenden Lüftungselementen sind diese zu öffnen. Kann der Luftvolumenstrom manuell eingestellt werden, ist der Schieberegler in die mittlere Position zu platzieren. Zwischen Einstellung der Elemente und Beginn der Messungen sollten mindestens 3 Stunden liegen. Fenster sind mindestens ab 3 Stunden vor Beginn der Messung geschlossen zu halten;
- mit RLT-Anlage ist diese auf eine Leistung im Nennbereich (im Regelfall mittlere Lüftungsstufe) einzustellen.² Zwischen Einstellung bzw. Inbetriebnahme der RLT-Anlage und Beginn der Messungen sollten mindestens 3 Stunden liegen. Fenster sind mindestens ab 3 Stunden vor Beginn der Messung geschlossen zu halten.

² RLT-Anlagen mit Bedarfsregelung verbleiben in der „standardmäßigen“ Einstellung.

Für Gebäude ohne technische Maßnahmen zur Lüftung sind weitere Regeln zu beachten:

- Werden Messungen unter **Ausgleichsbedingungen** durchgeführt, sind die Räume etwa 8 Stunden vor der Messung (z. B. über Nacht) über 15 Minuten intensiv zu lüften, danach sind Fenster und Türen zu schließen.
- Werden in einem Raum zwei aufeinanderfolgende Messungen durchgeführt, so ist 60 Minuten vor Beginn der zweiten Messung über 15 Minuten intensiv zu lüften (Querlüftung, mindestens Stoßlüftung). Türen und Fenster werden danach wieder geschlossen.

Für jede Messung ist ein Protokollblatt anzufertigen. Dort sind sämtliche Angaben gemäß Kapitel „5. Prüfbericht“, Teil 2, aufzunehmen. Die erfassten Temperatur- und Luftfeuchtwerte werden für jede Probenahme über die Zeitdauer der Probenahme gemittelt.

4.1.2 Analyse

Die ab- bzw. adsorbierte Probemenge wird auf ein korrigiertes Probeluftvolumen bezogen und zunächst in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Das Gasvolumen wird auf eine Temperatur von 20 °C und einen Luftdruck von 1013 hPa korrigiert.

Die Messkonzentrationen werden für jede Probenahme bestimmt und in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und ml/m^3 angegeben. Die Werte sind grundsätzlich mit mindestens zwei signifikanten Stellen anzugeben. Die Einzelwerte dürfen nicht gemittelt werden.

4.2 Messung der Formaldehyd-Konzentration

4.2.1 Probenahme

Die Messungen werden gemäß DIN ISO 16000 Teil 3 nach der Dinitrophenylhydrazin (DNPH)-Methode durchgeführt

Um eine ausreichende Messgenauigkeit zu erzielen, muss ein Luftvolumen von mindestens 40 Liter gezogen werden. Die Durchflussrate sollte 0,8-1,2 l/min betragen, die Probenahmedauer in Abhängigkeit von der Durchflussrate und dem tatsächlichen Luftvolumen 35-90 min je Einzelmessung.

4.2.2 Analyse

Die Bestimmung der Formaldehydkonzentration erfolgt nach dem in der DIN ISO 16000 Teil 3 beschriebenen DNPH-Verfahren. Die Analyse erfolgt mittels Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC) und UV-Adsorption. Das Verfahren erlaubt ebenfalls die Bestimmung von anderen aus der Luft gesammelten Aldehyden und Ketonen.

4.2.3 Bestimmung von Acetaldehyd

Acetaldehyd wird im Rahmen des vorbeschriebenen Probenahme- und Analyseverfahren mitbestimmt.

4.3 Messung der Acrolein-Konzentration

4.3.1 Probenahme

Die Messungen werden gemäß Entwurf DIN ISO 16000 Teil 3 Anhang A nach der GCB Carbo-graph™ 5TD -Methode durchgeführt. Um eine ausreichende Messgenauigkeit zu erzielen, muss ein Luftvolumen von 4 Liter gezogen werden. Die Durchflussrate sollte 125 ml/min betragen, die Probenahmedauer demnach 32 Minuten.

4.3.2 Analyse

Die Bestimmung der Acroleinkonzentration erfolgt nach dem in der DIN ISO 16000 Teil 3 Anhang A beschriebenen GCB Carbograph™ 5TD –Verfahren mit anschließender thermischer Desorption in ein gekoppeltes GC/MS-System.³

4.4 Messung der VOC-Konzentration

4.4.1 Probenahme

Die Messungen werden gemäß DIN ISO 16000 Teil 5 und Teil 6 nach der Tenax-Methode durchgeführt.

Um eine ausreichende Messgenauigkeit zu erzielen, muss ein Luftvolumen von mindestens 2 Liter gezogen werden. Die Durchflussrate sollte 0,05-0,2 l/min betragen, die die Probenahmedauer in Abhängigkeit von der Durchflussrate und dem tatsächlichen Luftvolumen 20-50 min je Einzelmessung.

4.4.2 Analyse

Die Bestimmung der VOC ist beschrieben in der DIN ISO 16000-6. Die mit Tenax gefüllten Röhrchen werden thermisch desorbiert und nach gaschromatographischer Trennung mittels Massenspektrometer analysiert.

Aufgelistet werden die Einzelkomponenten – sofern nachgewiesen – gemäß DIN ISO 16000-6 sowie der sich aus der Summe der Einzelkomponenten ergebende TVOC-Wert.⁴

4.5 Messung der Alkansäuren-Konzentration⁵

4.5.1 Probenahme

Die Messungen werden gemäß VDI 4301 Blatt 7 nach der Silicagel-Methode durchgeführt.

Um eine ausreichende Messgenauigkeit zu erzielen, muss ein Luftvolumen von mindestens 70 Liter gezogen werden. Die Durchflussrate sollte 1,0-2,0 l/min betragen, die Probenahmedauer in Abhängigkeit von der Durchflussrate und dem tatsächlichen Luftvolumen 35-90 min je Einzelmessung.

4.5.2 Analyse

Die Bestimmung der Alkansäuren (C₁- bis C₈) ist beschrieben in der VDI-Richtlinie 4301 Blatt 7.

Zur Bestimmung der C₁- und C₂- Alkansäuren (Ameisen- und Essigsäure) werden die mit Silicagel gefüllten Röhrchen mittels Ionenchromatographie ausgewertet. C₃- bis C₈-Alkansäuren werden mittels Flüssigextraktion und GC/MS ausgewertet, können aber teilweise auch aus der Tenax-Probe nach 4.3.2 bestimmt werden.

³ Das beschriebene GCB Carbograph™ 5TD –Verfahren mit anschließender GC/Analyse wurde in den Anhang der Norm und nicht in den Hauptteil des Normtextes übernommen.

⁴ VOC-Screen (Raster) gemäß DIN EN 16516:2020-10, Ziffer 8.2.6.2: Summe flüchtiger organischer Verbindungen, die zwischen und einschließlich n-Hexan und n-Hexadecan eluiert werden. Alle in Anhang G aufgeführten Substanzen gelten als flüchtige organische Verbindungen (VOC) und sind in die Berechnung von TVOC einzubeziehen.

⁵ Die Festlegung des Probenahme- und Analyseverfahrens erfolgt gemäß endgültiger Beschlussfassung des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (AIR).

4.6 Durchführung der Luftwechselmessung

4.6.1 Messung nach der Konzentrations-Abkling-Methode (KA-Methode)

Die Luftwechselmessung erfolgt parallel zu den Messungen nach Kapitel 4.2 bis 4.4 in den untersuchten Innenräumen oder zeitlich unmittelbar vorher oder nachher. Wird als Indikatorgas CO₂ eingesetzt, so hat die Luftwechselmessung zwingend vor oder nach der Messung zu erfolgen. Die Methodik zur Bestimmung der Luftwechselrate wird in der VDI-Richtlinie 4300 näher beschrieben.

Auch während der Messung der Luftwechselrate sind vorhandene Türen zu schließen. Das Indikatorgas (vorzugsweise N₂O; SF₆, CO₂) wird an zentraler Stelle zugegeben und mit Hilfe eines Ventilators gleichmäßig verteilt. In größeren Räumen ist eine gute Luftdurchmischung während der Messung mit mindestens zwei Schwenkventilatoren zu gewährleisten. Mittels eines Detektors wird die Abnahme über einen Zeitraum von mindestens 30 Minuten kontinuierlich gemessen und aufgezeichnet.

Bei Gebäuden mit RLT-Anlagen sollten diese in Betrieb sein. Die Anlagen sollten so eingestellt sein, dass eine Luftwechselrate von ca. 0,5 h⁻¹ erreicht wird.

Die Berechnung der Luftwechselrate wird anhand der exponentiellen Abklingkurve nach folgender Gleichung vorgenommen:

$$n = 60 / (t_1 - t_0) \times \ln(c_0 / c_1)$$

- n = Luftwechselzahl [h⁻¹]
- $c(t_0)$ = Konzentration zum Zeitpunkt t_0 [cm³/m³]
- $c(t_1)$ = Konzentration zum Zeitpunkt t_1 [cm³/m³]
- $t_1 - t_0$ = Gesamtmesszeit [min]

4.6.2 Empfehlungen für Messung in Gebäuden mit technischen Maßnahmen zur Lüftung

Konstant-Injektions-Methode (KI-Methode)

Alternativ zu der unter 4.5.1 beschriebene KA-Methode empfiehlt sich für Gebäude mit RLT-Anlagen eine kontinuierliche Messung mittels Konstant-Injektions-Methode (KI-Methode) gemäß DIN ISO 16008-8.⁶ Die Anlagen haben während der Messungen in Betrieb zu sein. Der Betrieb sollte mindestens 3 Stunden vor Beginn der ersten VOC- und Formaldehydmessungen aufgenommen werden und in dem vom Hersteller vorgesehenen „normalen“ Nutzungsbetrieb erfolgen, also weder im Urlaubs- noch im Partymodus. Ideal ist eine Einstellung nahe einem Luftwechsel in Höhe von 0,5 h⁻¹.

Für eine Messung eignet sich der Wohnraum (Wohnzimmer) im EG nur, wenn er bei geschlossenen Türen zu den angrenzenden Räumen und Geschossen (Obergeschoss, Kellergeschoss) eine in sich geschlossene Zone darstellt.

Das Indikatorgas wird an einer zentralen Stelle über einen Massendurchflussregler mit einem kontinuierlichen Volumenstrom (ml/min) in die Raumluft injiziert. An der Einlassstelle des Indikatorgases wird ein Ventilator aufgestellt, um eine homogene Verteilung des Indikatorgases in

⁶ Die KI-Methode ist gerätemäßig und zeitlich erheblich aufwendiger als die KA-Methode. Bei Untersuchung der Lüftungsverhältnisse im Gesamtgebäude zum Zwecke der optimalen Anpassung von Gebäudekonstruktion und RLT-Anlage ist die Anwendung der KI-Methode sinnvoll. Wenn Räume in einem Gebäude mit RLT-Anlage zeitgleich gemessen werden sollen, muss die KI-Methode angewendet werden.

die Raumlufte zu gewährleisten. In der Regel wird innerhalb von 12 Stunden eine Ausgleichskonzentration erreicht. Aus praktischen Erwägungen empfiehlt es sich, die Injektion über Nacht vorzunehmen.

Die messtechnische Erfassung des Indikatorgases erfolgt kontinuierlich an einem repräsentativen Messpunkt, möglichst weit entfernt von der Indikatorgasquelle und der Lufteinlassstelle. Die Berechnung der Luftwechselrate erfolgt gemäß der Gleichung:

$$n = E / (C_{eq} \times V_R)$$

- n = Luftwechselzahl $[h^{-1}]$
- E = Emissionsrate des Indikatorgases $[mg/h]$
- C_{eq} = Ausgleichskonzentration des Indikatorgases $[mg/m^3]$
- V_R = Raumvolumen $[m^3]$

Anemometer (Windmesser)

Als weitere Alternative kann die Messung der Luftwechselrate mit einem geeigneten Anemometer erfolgen.⁷ Mittels einer Flügelrad-Sonde und einem der Geometrie der Zuluft- oder Abluftventile angepassten Aufsatz wird der Volumenstrom $[m^3/h]$ messtechnisch erfasst. Unter Berücksichtigung des Messraumvolumens $[m^3]$ wird anschließend die Luftwechselrate $[1/h]$ bestimmt.

Bei RLT-Anlagen mit Bedarfsregelung kann die Luftwechselrate während der Messdauer schwanken. In solchen Fällen wird unmittelbar vor Beginn der Raumlufte messung, nach der Hälfte der Messzeit sowie unmittelbar nach Ende der Raumlufte messung jeweils eine Messung des Volumenstroms durchgeführt und aus den drei Messwerten der Mittelwert gebildet.

4.7 Anforderungen an die Prüfstelle

Die Prüfstelle hat über eine Akkreditierung für Innenraumlufte messungen zu verfügen, das Prüflabor hat die Anforderungen gemäß der Norm DIN EN ISO 17025 zu erfüllen.

⁷ Messmethode, die Hersteller von Lüftungsanlagen üblicherweise zum exakten Einstellen der raumbezogenen Luftwechselraten anwenden. Geeignete Geräte mit passenden Aufsätzen für die gängigen Geometrien der Ein- und Auslassventile könne aus dem Internet entnommen werden.

4.8 Zusammenfassende Übersicht

Die bisher dargestellten Angaben zu den allgemeinen Randbedingungen und zur Durchführung der Messungen werden nachfolgend nochmals zusammengefasst:

Tabelle 1: Raumlufmessungen für Formaldehyd und VOC – Allgemeine Randbedingungen

Lüftungsvariante der Häuser	Lüftungsbedingungen	Temperatur innen [°C]	rel. Luftfeuchte innen [%]
<u>ohne</u> technische Maßnahmen	15 Minuten Stoßlüftung - unter <u>Ausgleichsbedingungen</u>: ca. 8 h (oder über Nacht) vor Messbeginn - unter <u>Nutzungsbedingungen</u>: 60 min vor Messbeginn	18 bis 24	30 bis 70
<u>mit</u> selbstregulierenden Lüftungselementen („Zwangsbelüftung“)	3 Stunden vor Messbeginn geöffnet, mittlere Position des Schiebegreglers Fenster > 3 Stunden vor Beginn der Messung geschlossen zu halten		
<u>mit</u> RLT-Anlage	3 Stunden vor Messbeginn Anlage in Betrieb, Einstellung der Leistung im Nennbereich Fenster > 3 Stunden vor Beginn der Messung geschlossen zu halten		

Tabelle 2: Raumlufmessungen für Formaldehyd und VOC – Durchführung

	Formaldehyd / Acetaldehyd	VOC	Alkansäuren
Mindest-Luftvolumen	40 Liter	2 Liter	70 Liter
Durchflussrate	0,8-1,2 l/min	0,05-0,2 l/min	1,0-2,0 l/min
Empfohlene Messdauer	35-90 min	20-50 min	35-90 min

Hinweise und Empfehlungen:

- Bei der Auswahl der Räume sind vorzugsweise Räume mit Daueraufenthalt wie Wohnzimmer, Schlafzimmer oder Kinderzimmer zu berücksichtigen.
- Werden mehrere Räume gemessen, empfiehlt es sich, Messräume aus unterschiedlichen Geschossen auszuwählen.
- Bei der Auswahl der Räume und späteren Auswertung ist zu beachten, dass die Größe des Raumes einen großen Einfluss auf das Messergebnis haben kann. Da in kleineren Räumen das Verhältnis zwischen „emittierenden“ Bauteilflächen im Verhältnis zum Bauwerksvolumen (= Luftvolumen) ungünstiger ist, fallen die Messwerte im Regelfall höher aus.
- Als Zeitpunkt der Messung wird der vertraglich vereinbarte Übergabezustand an den Endkunden oder Nutzer empfohlen. Dies wäre vorzugsweise der bezugsfertige, alternativ auch der ausbaufähige aber geschlossene Zustand. Das Alter des Messobjektes sollte 4 Wochen nach Erreichen des Übergabezustandes nicht überschreiten.

5 Schrifttum

-  DIN EN 717-1:2005-01: Holzwerkstoffe – Bestimmung der Formaldehydabgabe, Teil 1: Formaldehydabgabe nach der Prüfkammer-Methode
-  DIN EN ISO 12569:2018-04: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden und Werkstoffen - Bestimmung des spezifischen Luftvolumenstroms in Gebäuden – Indikatorgasverfahren
-  DIN EN ISO 16000-1_2006-06: Innenraumluftverunreinigungen – Teil 1: Allgemeine Aspekte der Probenahmestrategie
-  DIN EN ISO 16000-2:2006-06: Innenraumluftverunreinigungen – Teil 2: Probenahmestrategie für Formaldehyd
-  DIN ISO 16000-3:2025-09 (Entwurf): Innenraumluftverunreinigungen – Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen – Probenahme mit einer Pumpe - Allgemeine Aspekte der Probenahmestrategie
-  DIN EN ISO 16000-5:2007-05: Innenraumluftverunreinigungen – Teil 5: Probenahmestrategie für flüchtige Verbindungen (VOC)
-  DIN ISO 16000-6:2022-03: Innenraumluftverunreinigungen – Teil 6: Bestimmung organischer Verbindungen (VVOC, VOC, SVOC) in Innenraum- und Prüfkammerluft durch aktive Probenahme auf Adsorptionsröhrchen, thermischer Desorption und Gaschromatographie mit MS oder MS-FID (ISO 16000-6:2021)
-  DIN ISO 16000-8:2008-12: Innenraumluftverunreinigungen - Teil 8: Bestimmung des lokalen Alters der Luft in Gebäuden zur Charakterisierung der Lüftungsbedingungen
-  DIN EN 16516:2020-10: Bauprodukte – Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen – Bestimmung von Emissionen in die Innenraumluft
-  DIN EN ISO/IEC 17025:2019-03: Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien
-  VDI-Richtlinie 4300 Blatt 7:2001-07: Messen von Innenraumluftverunreinigungen - Bestimmung der Luftwechselzahl in Innenräumen
-  VDI-Richtlinie 4301 Blatt 7:2018-10: Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Messen von Carbonsäuren

6 Abkürzungsverzeichnis

- DGfH: Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V.
- DNPH: Dinitrophenylhydrazin
- GC/MS: Gas Chromatography / Mass Spectrometry
- HPLC: Hochleistungsflüssigkeitschromatographie
- QDF: Qualitätsgemeinschaft Deutscher Fertigbau e.V.
- RLT: Raumluftechnische Anlagen
- TVOC: Total Volatile Organic Compounds (Summenwert VOC)
- VOC: Flüchtige organische Verbindungen
- WKI: Fraunhofer Wilhelm-Klauditz-Institut, Braunschweig

Anhang

Empfehlungen für den Sonderfall des langfristigen Leerstands

In luftdicht erstellten Gebäuden kommt es im Leerstand mit der Zeit zu einer Kumulation von Emissionen in Gebäudeteilen. Ursächlich dafür ist vor allem die fehlende Frischluftzufuhr. Flüchtige organische Stoffverbindungen reichern sich an den vorhandenen Baukörper- und Inventar-Oberflächen an und sorgen damit für eine für den Normalnutzungsbetrieb untypische Sekundär-Kontamination. Dies kann zu einer mehr oder weniger deutlichen Erhöhung der Konzentration flüchtiger organischer Stoffverbindungen in der Raumluft bei einer Messung unter Bedingungen - wie in der QDF-Richtlinie vorgegeben - führen.

Da die in der Richtlinie vorgesehene kurze Intensivlüftung nur zu einer unzureichenden Auflösung dieses Kumulationseffekts führen, sind Gebäude mit einem längerfristigen Gebäudeleerstand in besonderer Weise vorzubereiten, bevor die Messungen durchgeführt werden:

Gebäude, die längere Zeit leer standen und nicht belüftet und/oder beheizt wurden, sind mindestens 3 Tage vor der Messung auf etwa 20 °C bis 23 °C aufzuheizen. Die Temperatur sollte bis zur Messung gehalten werden. In dieser Zeit muss zusätzlich intensiv gelüftet werden, entweder über die raumluftechnische Anlage oder durch mehrere Stoßlüftungen.

Impressum

Qualitätsgemeinschaft Deutscher Fertigbau (QDF) im
Bundesverband Deutscher Fertigbau (BDF) e.V.
Flutgraben 2, D-53604 Bad Honnef
Tel.: +49 2224 93770
E-Mail: info@fertigbau.de, www.fertigbau.de

Amtsgericht Siegburg VR 90664
Geschäftsführer: Achim Hannott, Georg Lange
Präsident: Prof. Dr. Mathias Schäfer

© 2026

Hinweis:

*Es gelten die Regelungen des Dokuments in seiner jeweils gültigen Fassung.
Mit Erscheinen einer neuen Fassung verlieren ältere Fassungen ihre Gültigkeit.*