

wird die die Meßplanung sein. Es sollen so die Einsatzmöglichkeiten, aber auch die Einsatzgrenzen der Formaldehyd-Prüfröhrchen aufgezeigt werden. Selbst ein einfaches System wie das Prüfröhrchen erfordert eine sorgfältige Meßplanung und gehört daher nur in die Hand des sachkundigen Anwenders.

Es empfiehlt sich, die Formaldehyd-Prüfröhrchen für Voruntersuchungen einzusetzen. Aufgrund der dabei gewonnenen Meßergebnisse kann dann jeweils entschieden werden, ob für eine Beurteilung der Luftverhältnisse zusätzliche Analysen mit Labor-Verfahren erforderlich sind. Prüfröhrchen sollten daher grundsätzlich als Teil eines Gesamt-Konzeptes der Luftuntersuchung angesehen werden.

2. Beschreibung des Prüfröhrchen-Meßsystems zur Bestimmung niedriger Formaldehyd-Konzentrationen

Bild 1 zeigt den Aufbau des Prüfröhrchensystems, und zwar besteht die Gesamtanordnung aus dem bereits seit mehreren Jahren bekannten Formaldehyd-Prüfröhrchen des Typs 0,2/a und dem neuentwickelten Aktivierungs-Röhr-



Bild 1. Formaldehyd-Meßsystem für Konzentrationen von 0,04 ppm bis 2,5 ppm, bestehend aus Aktivierungsröhrchen, Prüfröhrchen, Balgpumpe. (Die Anzeige wird an der aufgedruckten Strichskala des Prüfröhrchen ausgewertet.)

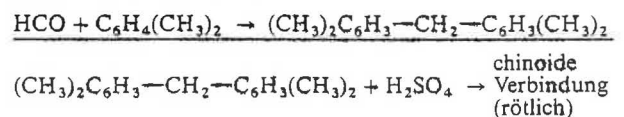
chen. Mit dieser Röhrchen-Kombination lassen sich in Verbindung mit der Balg-Pumpe Modell 31 Formaldehyd-Konzentrationen bis hinunter zu 0,04 ppm messen. Die weiße Anzeigeschicht der Röhrchen Formaldehyd 0,2/a verfärbt sich mit Formaldehyd rötlich. Die Länge dieser Verfärbung ist das Maß der Formaldehyd-Konzentration; Beispiele für die Meßbereiche in Abhängigkeit von der Hubzahl der Balg-Pumpe:

0,2 bis 2,5 ppm HCHO bei	20 Hüb
0,1 bis 1,25 ppm HCHO bei	40 Hüb
0,05 bis 0,63 ppm HCHO bei	80 Hüb
0,04 bis 0,5 ppm HCHO bei	100 Hüb

Bei der Messung mit 100 Hüb beträgt der Anzeigefehler, ausgedrückt als 2fache Standardabweichung am Anfang des Meßbereiches etwa 40% und am Ende des Meßbereiches etwa 30%. Im Bereich der Konzentration von 0,1 ppm Formaldehyd ergibt sich daraus ein absoluter Fehler von 0,04 ppm. Das bedeutet, daß bei Vorliegen einer Formaldehyd-Konzentration von 0,1 ppm ein Ergebnis von 0,06 bis 0,14 ppm erwartet werden kann. Ursache für diese Streuung sind vorwiegend Unterschiede in der Auswertung der Anzeige der Formaldehyd-Prüfröhrchen durch den Anwender. Bei Erfahrung im Umgang mit Prüfröhrchen erfolgt die Auswertung zuverlässiger, und der Fehler der Meßergebnisse ist kleiner.

Kurze Erläuterung des Ablaufes der chemischen Reaktion bei der Formaldehyd-Messung mit Prüfröhrchen:

- im Aktivierungs-Röhrchen
Trocknen der Luftprobe und Absorption basisch reagierender Luftverunreinigungen (dieses sind mögliche Störkomponenten bei der Formaldehydmessung).
- im Anzeige-Röhrchen
Formaldehyd reagiert mit Xylol-Dampf und Schwefelsäure zu einer rötlich gefärbten chinoiden Verbindung.



3. Vorschläge zur Meßplanung bei Formaldehyd-Messungen in Innenräumen

Veröffentlichungen zur Meßplanung von Luftuntersuchungen sind bereits in der Fachliteratur erschienen, wie z. B.: Planung und Durchführung von Luftuntersuchungen in Innenräumen [2], Inhalation Exposure to Formaldehyde [3], Sampling Plan for Gases and Vapors in Working-areas [4], TRG A 402 Technische Regel für gefährliche Arbeitsstoffe [5], Prüfröhrchen-Meßtechnik [6].

Die folgenden Vorschläge zur Meßplanung beschränken sich nicht auf Formaldehyd-Messungen mit Prüfröhrchen. Für jedes Meßverfahren ist eine sorgfältige Planung unerlässlich, denn Fehler, die bei der Probenahme gemacht werden, lassen sich auch durch das aufwendigste Meßverfahren nicht wieder ausgleichen.

Im Rahmen der Meßplanung ist eine Vielzahl möglicher Einflußgrößen zu berücksichtigen. Daß selbst die Außentemperatur einen erheblichen Einfluß auf die Formaldehyd-Konzentration im Innern eines Hauses haben kann, ergaben Untersuchungen in Kanada [7]. Dort konnte in einem Falle im Innenraum eines Hauses nach einer kalten Nacht kein Formaldehyd festgestellt werden. Nach einigen Tagen wurden bei höheren Außentemperaturen die Messungen wiederholt; zu diesem Zeitpunkt wurden die Außenwände des Hauses von der Sonne beschienen. Die Formaldehyd-Konzentration in der Raumluft lag nun deutlich über dem zulässigen Grenzwert.

Die Formaldehyd-Messung in Innenräumen kann sich daher nicht auf die analytische Bestimmung beschränken. Es ist vielmehr unerlässlich, alle relevanten Parameter mit zu berücksichtigen, dazu gehören u. a.:

- Raumgröße
- Raumtemperatur
- Temperatur von Raumheizflächen
- Temperatur der Wand hinter der Raumheizfläche
- Außentemperatur
- Wetterlage
- Luftfeuchtigkeit im Raum (läßt sich z. B. mit Wasserdampf-Prüfröhrchen ermitteln)
- Luftdruck
- Dichtigkeit der Fenster und Türen
- Anzahl der Bewohner
- CO₂-Gehalt der Raumluft (läßt sich mit Kohlenstoffdioxid-Prüfröhrchen ermitteln)
- Häufigkeit der Lüftung
- mögliche Quellen für Formaldehyd (Spanplatten, Isolierschäume, Zigaretten, offene Feuerstellen wie z. B. Gasbrenner, Kunststoffbeläge, Teppiche, Vorhänge, Lacke, Anstrichstoffe, Holzschutzmittel, Desinfektions- und Sterilisationsmittel, Kosmetika)
- Zeitpunkt und -dauer der Formaldehyd-Messung (mit Prüfröhrchen Formaldehyd 0,2/a + Aktivierungs-Röhrchen)
- Meßort
- Meßergebnis
- Lageskizze des Hauses und untersuchten Raumes
- Besondere Beobachtungen

4. Vorschlag zur Formaldehyd-Messung mit Prüfröhrchen in Innenräumen

Die Messung sollte etwa 6 Stunden nach dem letzten Lüften vorgenommen werden. Während dieser 6 Stunden darf in dem zu untersuchenden Raum nicht geraucht werden.

Die Messung mit dem Meßsystem, bestehend aus Aktivierungs-Röhrchen, Prüfröhrchen Formaldehyd 0,2/a und Balg-Pumpe, wird mit einer Hubzahl von mindestens 20

und höchstens 100 vorgenommen. Erreicht die rötliche Formaldehyd-Anzeige nach 20 Hüben noch nicht den ersten Markierungsstrich ("0,2") der 20-Hub-Skala, wird die Hubzahl entsprechend erhöht.

Der einzelne Pumpen-Hub dauert etwa 10 bis 15 Sekunden, so daß die Messung mit 20 Hüben nach maximal 5 Minuten beendet ist. Für die Messung mit 100 Hüben werden maximal 25 Minuten benötigt.

Zur Voruntersuchung sollten nacheinander drei Messungen in einer Höhe von etwa 1,5 m in der Mitte des Raumes durchgeführt werden. Weitere Messungen können in der Nähe von vermuteten Formaldehyd-Quellen (Emittenten) vorgenommen werden (Schränke, Wände usw.) und, wenn es erforderlich erscheint, sogar direkt in den Emittenten; dazu ist z. B. ein Loch von ca. 10 mm Durchmesser und ausreichender Tiefe in die Wand zu bohren und dort das Prüfröhrchen-Meßsystem mit der Ansaugöffnung hinein-zustecken.

Durch zwei zusätzliche Messungen können Hinweise über Extrembedingungen erhalten werden. Dazu ist eine der Messungen im gutgelüfteten Raum, möglichst weit entfernt von der vermuteten Formaldehydquelle, durchzuführen und eine weitere Messung im für 24 Stunden ungelüfteten Raum, diese Messung aber nahe der Formaldehydquelle.

Bei Messungen mit Formaldehyd-Prüfröhrchen ist grundsätzlich darauf zu achten, daß ein korrektes Ergebnis nur erhalten wird, wenn eine rötliche Anzeige vorliegt. Beobachtet man eine gelbe oder braune Anzeige – hervorgerufen durch Störsubstanzen – so ist die Formaldehydmessung mit Prüfröhrchen nicht möglich.

In Zweifelsfällen ist zusätzlich zu den Messungen mit Formaldehyd-Prüfröhrchen, die Raumluft nach Laborverfahren zu untersuchen. Eine Übersicht über geeignete Laborverfahren bringt der bereits genannte Bericht des Bundesministeriums für Jugend, Familie und Gesundheit [1].

Literatur

- [1] Bundesministerium für Jugend, Familie und Gesundheit: Formaldehyd. Ein gemeinsamer Bericht des Bundesgesundheitsamtes, der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und des Umweltbundesamtes. Berlin, Oktober 1984.
- [2] B. Seifert: Planung und Durchführung von Luftmessungen in Innenräumen. Haustechn., Bauphys., Umwelttechn. Gesundh. Ing. 105. 15-18 (1984).
- [3] R. S. Bernstein et al.: Inhalation Exposure to Formaldehyde: An Overview of Its Technology, Epidemiology, Monitoring, and Control. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 45 (11), 778-785 (1984).
- [4] International Union of Pure and Applied Chemistry: Sampling Plan for Gases and Vapours in Working Areas. Pure & Appl. Chem., Vol. 54, No. 9, pp. 1751-1762 (1982).
- [5] TRgA 402: Messung und Beurteilung von Konzentrationen gefährlicher Arbeitsstoffe in der Luft; Anwendung von Maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK). Bundesarbeitsblatt 11, S. 55-61 (1984).
- [6] K. Lechnitz: Prüfröhrchen-Meßtechnik. ecomed-Verlagsgesellschaft, Landsberg/Lech, 1981.
- [7] Persönliche Mitteilung: Division of Building Research, National Research Council of Canada 1984.

Formaldehydmessung in Innenräumen

Kurt LEICHNITZ

Für Formaldehyd in der Luft von Innenräumen ist ein Grenzwert von 0,1 ppm (0,12 mg/m³) vorgeschlagen worden. Zur Überwachung der Formaldehyd-Konzentrationen gibt es mehrere Meßmethoden; auch Prüfröhrchen sind geeignet. Mit einem neuentwickelten Prüfröhrchen-Meßsystem lassen sich Konzentrationen von 0,04 bis 2,5 ppm Formaldehyd erfassen. Messungen in Innenräumen sollten aber sorgfältig geplant werden. Auch Prüfröhrchen gehören nur in die Hand des sachkundigen Anwenders.

1. Allgemeines

In einem gemeinsamen Bericht haben das Bundesgesundheitsamt, die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und das Umweltbundesamt zur Frage der Schädlichkeit des Formal-

dehyds Stellung genommen. Veröffentlicht wurde der Bericht vom Bundesministerium für Jugend, Familie und Gesundheit [1]. Zu den Empfehlungen gehört, daß in Innenräumen eine Formaldehyd-Konzentration von 0,1 ppm (0,12 mg/m³) auch bei ungünstigen Bedingungen nicht überschritten wird. Zur Bestimmung des Formaldehyds in der Raumluft werden in dem genannten Bericht die wichtigsten Analysen-Verfahren aufgeführt. Prüfröhrchen werden empfohlen für die Messung höherer Konzentrationen. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des Formaldehyd-Berichtes ließen sich mit Prüfröhrchen Formaldehyd-Konzentrationen erst ab 0,2 ppm aufwärts messen. Inzwischen ist das Prüfröhrchen-Meßsystem weiterentwickelt worden; jetzt sind Messung bis hinunter zu 0,04 ppm Formaldehyd möglich.

Das neue Prüfröhrchen-Meßsystem für Formaldehyd soll vorgestellt werden. Der Schwerpunkt der Präsentation

Dipl.-Ing. Kurt Lechnitz, c/o Drägerwerk AG, Postfach 1339,
2400 Lübeck 1.