

Gemeinde Pullach i. Isartal
Frau Haschka
Postfach 240

82043 Pullach i. Isartal

Helmut Scholz, Dipl.-Ing. (FH)



Von der IHK für München und
Obb. öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger für
Luftverunreinigung in Innenräumen

Schwanthalerstr. 32
D-80336 München

Telefon 0 89 / 55 40 47
Telefax 0 89 / 59 50 64
bfu.h.scholz@t-online.de

Gutachten

Folgeuntersuchungen zum Vorkommen von Formaldehyd in der Raum- luft der Mittelschule Pullach i. Isartal

Auftraggeber: Gemeinde Pullach i. Isartal, Anschrift s.o.

Ihr Auftrag: schriftlich am 8. Dezember 2015

Auftragsnummer: 158487/p

Durchführung: Helmut Scholz, Dipl.-Ing. (FH)
Von der IHK für München und Oberbayern öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger für Luftverunreinigung in Innenräumen

München, den 29. Dezember 2015

1. Exemplar von 2 Anfertigungen

Dieses Gutachten umfasst 5 Textseiten sowie 9 Seiten Anlage I. Eine auszugsweise Veröffentlichung des Gutachtens bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung durch den Ersteller.

1 Auftragstellung

Nach telefonischer Besprechung mit Herrn Frau Haschka und Angebotserstellung wurde ich im am 7. Dezember 2015 beauftragt,

- gemäß Angebotserstellung vom 3.12.2015 weiterführende innenraumbezogene Untersuchungen zum Vorkommen von Formaldehyd durchzuführen.

Die Räumlichkeiten wurden durch den Auftraggeber nach Absprache mit dem Unterzeichner ausgewählt. Die Untersuchungsergebnisse sind schriftlich zu beurteilen.

Im Nachgang wurde ich gebeten, die vorgelegten technischen Merkblätter und Sicherheitsblätter der eingesetzten Raumpflegemittel auf das Vorhandensein von etwaig formaldehyd-
abspaltenden Zubereitungen / deklarierten Beimengungen zu sichten.

2 Sachverhalt nach Angaben des Auftraggebers

Zum Sachverhalt siehe Gutachten 158442/p.

3 Gutachtliche Feststellungen im Rahmen des Ortstermins

Der erste Ortstermin fand am 11.12.2015 abends statt. Im Vorfeld wurden alle Räumlichkeiten in betreffenden Bauteil der Mittelschule begangen und nach Absprache mit Frau Haschka, Gemeinde Pullach im Isartal, 11 Räumlichkeiten / Bereiche zur Untersuchung ausgewählt. Die fraglichen Räumlichkeiten / Bereiche wurden anschließend mindestens 15 Minuten belüftet, danach verschlossen und die Prüfvorrichtungen installiert.

Der zweite Ortstermin incl. Durchführung der Raumluftuntersuchungen fand am 12.12.2015 vormittags statt. Vorgefunden wurden soweit eigenständig überprüfbar sachgerechte Probenahmerandbedingungen nach längerem Verschluss der Räume. Die Luftprobenahmen erfolgten teilweise zeitschaltuhrgesteuert; deren Verlauf wurde durch den Unterzeichner überwacht. In zwei Räumlichkeiten (Raum K 01 und K 07) wurde nach einer Nutzungssimulation (hier 5 Minuten Lüften über alle zugänglichen Fenster, anschließend Verschluss) und 45-minütigem Zuwarten der sich dann einstellende Gehalt an Formaldehyd in der Raumluft erneut bestimmt. Die raumklimatischen Bedingungen waren vergleichsweise kühl bei eher trockener Luft

4 Ziel der Untersuchungen

Ziel der Untersuchungen ist, in Folge der Erstuntersuchungen die vormals erhaltenen Befunde abzusichern, wobei besonderer Wert auf eine sachgerechte Konditionierung der Räume gelegt wurde.

5 Gutachtliche Beurteilung der Messergebnisse

Allgemein lagen zum Prüfzeitpunkt sachgerechte und hier aufgrund der längeren Verschlusszeiten eher provokative Prüf-Bedingungen vor bei reduziertem Luftaustausch nach außen entsprechend den Vorgaben zur Untersuchung der sich einstellenden Ausgleichskonzentration nach DIN EN ISO 16000-1 und -2. Festgestellt wird dabei die sich annähernd einstellende Ausgleichs- oder Gleichgewichtskonzentration an den zu prüfenden Verbindungen. Bei üblicher Nutzung und Belüftung ist von niedrigeren Ausgleichskonzentrationen (ca. 50 - 80% der hier feststellbaren Konzentrationen) auszugehen.

Im Rahmen dieser Prüfungen wurde ergänzend eine Nutzungssimulation durch Belüftung nach außen und neuerlichem 45-minütigem Verschluss in zwei Räumen vorgenommen.

5.1. Formaldehyd

Die nachgewiesenen Raumlufkonzentrationen an **Formaldehyd** liegen mit Werten zwischen **0,01 ppm und 0,063 ppm (Klassenraum K 07)** deutlich unter den Vorbefunden wie auch deutlich unter dem bereits benannten Richtwert des ehemaligen Bundesgesundheitsamtes, wobei lediglich im vorgenannten Klassenraum K 07 eine Überschreitung des Leitwertes in Höhe von 0,05 ppm vorlag und ansonsten eher niedrige Nachweise geführt wurden.

Der **Richtwert des Bundesgesundheitsamtes** in Höhe von 0,1 ppm wird bei den vorgefundenen Probenahmebedingungen **wie erwähnt jeweils deutlich unterschritten**, wie auch der **Richtwert der Weltgesundheitsorganisation WHO** (Anlass zu Besorgnis bei Überschreitung von 0,08 ppm) **unterschritten** wurde. Anlass zu wenig oder keiner Besorgnis besteht nach Auffassung der WHO bei Unterschreitung von 0,05 ppm. Dieser sog. „**Zielwert**“ wurde bei den vorliegenden Prüfbedingungen nur im Klassenraum K 07 **überschritten**. Nach Nutzungssimulation sinkt die Raumlufkonzentration im Raum K 07 um ca., 20% ab; der genannte Zielwert bleibt jedoch geringfügig überschritten.

Im Gegensatz zu den Voruntersuchungen herrschte ein vergleichsweise kühl-tröckenes Innenklima. Unter derartigen Randbedingungen spalten formaldehydhaltige Holzwerkstoffe deutlich geringere Mengen an Formaldehyd ab als unter schwülwarmen Randbedingungen. Aufgrund des Einflusses der Temperatur und der relativen Luftfeuchte auf die Freisetzung von Formaldehyd aus Holzwerkstoffen ist es daher sinnvoll, die unter verschiedenen Raumklimabedingungen erfassten Formaldehydkonzentrationen der Raumluf auf „Bezugswerte“ umzurechnen. Das Bundesgesundheitsamt empfiehlt im Bundesgesundheitsblatt 2/93 eine Quantifizierung der raumklimatischen Einflüsse durch Umrechnung nach der sog. „Andersen-Gleichung“. Derartige Korrelationsrechnungen bezogen auf 23°C und 45% rel. Luftfeuchte unter Vernachlässigung der Luftwechselrate führen zu folgenden Ergebnissen:

Rechnerisch ermittelte Raumlufkonzentrationen, bezogen auf 23°C und 45% rel. Luftfeuchte:

Raum K02 Klassenraum (Ausgleichskonzentration)	0,040 ppm (0,048 mg/m³)
Raum K01 Klassenraum (Ausgleichskonzentration)	0,021 ppm (0,026 mg/m³)
Raum F13 (Ausgleichskonzentration)	0,038 ppm (0,046 mg/m³)
Raum K12 Klassenraum (Ausgleichskonzentration)	0,038 ppm (0,047 mg/m³)
Raum F11 (Ausgleichskonzentration)	0,027 ppm (0,033 mg/m³)
Raum K14 Klassenraum (Ausgleichskonzentration)	0,067 ppm (0,082 mg/m³)
Raum K05 Klassenraum (Ausgleichskonzentration)	0,048 ppm (0,058 mg/m³)
Raum K07 Klassenraum (Ausgleichskonzentration)	0,115 ppm (0,141 mg/m³)
in der Aula	0,032 ppm (0,039 mg/m³)
Raum K10 Klassenraum (Ausgleichskonzentration)	0,038 ppm (0,046 mg/m³)
Raum K08 Klassenraum (Ausgleichskonzentration)	0,043 ppm (0,053 mg/m³)

Die Messergebnisse werden durch diese Umrechnung allgemein deutlich zu höheren Konzentrationen hin verändert und zeigen, dass im Raum K 07, bedingt auch im Raum K 14 eine abweichende Quellsituation vorliegt als in den weiteren Räumlichkeiten. In diesem Zusammenhang ist zu prüfen, ob die vormals vorhandene verlorene Schalung in diesen Räumlichkeiten tatsächlich umfänglich entfernt wurde. Möglich erscheint jedoch auch ein größerer Eintrag an anderen Quellen (hier z.B. flächige Wandverkleidungen aus holz furnierter Spanplatte). Insgesamt ist dahingehen vor allem im Raum K 07 ein weiterer Prüf- und Handlungsbedarf zu sehen.

Aufgrund der vorgenommenen Neubewertung von Formaldehyd durch die IARC als eindeutig krebserzeugende Verbindung der Kategorie I sind die derzeit bestehenden Richtwerte jedoch aus wissenschaftlicher Sicht zu überprüfen, da die Neueinstufung von Formaldehyd als krebserzeugende Verbindung bislang noch nicht in bundesdeutsches Recht eingeführt wurde, keinen Niederschlag in der nationalen Richtwertgebung fand und die bisherigen Bewertungsmaßstäbe nicht von der nachweislichen Kanzerogenität ausgingen. Eine zwischenzeitliche Meldung des Bundesinstituts für Risikobewertung BfR bestätigte jedoch die Gültigkeit des Richtwertes in Höhe von 0,125 mg/m³. Das BfR geht davon aus, dass bei Raumlufbelastungen unter diesem Richtwert „praktisch keine krebserzeugende Wirkung mehr zu erwarten“ sei. Dieser Richtwert kann bei ungünstigen Bedingungen in Raum K 07 überschritten werden, sodass hier die Möglichkeit einer konkreten Gefährdung der Raumnutzer neben der ansonsten zu erwartenden irritativen Wirkung besteht und wie erwähnt ein konkreter Handlungsbedarf zu sehen ist. Der Erfolg durchgeführter Maßnahmen ist messtechnisch zu überprüfen.

Eine Durchsicht der übersandten technischen Merkblätter / Sicherheitsdatenblätter der Raumpfleagemittel ergab zunächst keine Hinweise auf potenziell formaldehydabspaltende Zusätze, wobei stets zu hinterfragen ist, in wie weit tatsächlich nur die angegebenen Zubereitungen eingesetzt wurden. Zunächst scheidet jedoch ein diesbezüglicher Eintrag als Ursache der vergleichsweise hohen Nachweise im Herbst 2015 aus. Wahrscheinlich ist, dass sich das Gebäude während der Verschlussphase ungewöhnlich stark aufheizte bei vergleichsweise hohen Feuchtigkeitslasten und hieraus die erhöhten Nachweise erklärt werden können.

Zwischenzeitlich sollte in den vorbenannten Räumen weiterhin auf ein **effizientes Lüftungsmanagement** geachtet werden. Die Lehrkräfte sollten auf die Notwendigkeit der regelmäßigen Belüftung hingewiesen werden (5 Minuten nach jeder Unterrichtsstunde wie auch vor dem Unterricht). Zu starke Raumerwärmungen sollten weitestgehend vermieden werden. Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse zeigen jedoch auch anschaulich, dass bei dem derzeit üblichen Innenklima größtenteils sehr niedrige Ausgleichskonzentrationen in der fraglichen Einrichtung auch nach längerem Verschluss möglich sind.

Diese Untersuchung umfasst ausschließlich die Bestimmung der angeführten Verbindungen in der Raumluft der im Gutachten angegebenen Räumlichkeiten. Über die Anwesenheit anderer luftfremder Verbindungen oder über die innenraumlufthygienischen Situation in anderen, hier nicht untersuchten Bereichen, können anhand der hier durchgeführten Untersuchungen keine Aussagen getroffen werden.

Für Rückfragen stehe ich Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

München, den 29. Dezember 2015

Helmut Scholz, Dipl.-Ing. (FH)

Von der IHK für München und Oberbayern öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Luftverunreinigung in Innenräumen



Anlage I: 9 Seiten Raumbeschreibung, Prüfverfahren, Probenahmeparameter, Messwerte

I.1 Raumbeschreibung / Innenausstattung

Die zu untersuchenden Räumlichkeiten befinden sich in einem Bestandsgebäude BJ 1978 im Ortsgebiet von Pullach i. Isartal. Die Auswahl der zu prüfenden Räumlichkeiten erfolgte durch den Auftraggeber nach Rücksprache mit dem Unterzeichner, die Konditionierung der Räumlichkeiten und die Raumzuweisung erfolgte durch die Auftraggeber / Offizianten.

I.1.1 Raum K02 Klassenraum

Der Raum wird als Unterrichtsraum genutzt.

Fläche:	ca. 80 m ²
Raumhöhe:	2,99 m
Fußboden:	wischbarer Bodenbelag, Kautschuksockelleiste geklebt
Wände:	Feinputz Wandfarbe gestrichen / Spanplatte holzfurniert
Decke:	Massivholz, 12 Leuchtstoffröhrenkästen
Fenster:	6 Metallisiererglasfensterflächen nach Süd und West
Außentüre:	—
Innentüren:	1 Innentüre Holzwerkstoff holzfurniert
Heizung:	Warmwasser zentral Konvektionsheizung
Pflanzen:	1 Topfpflanze

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen befanden sich folgende Inneneinrichtungsgegenstände im Rauminneren:

- 24 Tische kunststofffurniert / Holz oder Metall
- 24 Stühle Leimholz oberflächenbehandelt / Metall
- 1 Pulttisch kunststofffurniert 2 Unterschränke 4 Schübe
- 1 Bürodrehstuhl stoffbezogen
- 1 Klavier
- 1 Schrank 2 Türen kunststofffurniert
- 1 Regal 10 Fächer kunststofffurniert
- 2 Whiteboard
- 2 seitliche Whiteboard
- Vorhänge

I.1.2 Raum K01 Klassenraum

Der Raum wird als Unterrichtsraum genutzt.

Fläche:	ca. 69 m ²
Raumhöhe:	2,99 m
Fußboden:	wischbarer Bodenbelag, Kautschuksockelleiste geklebt
Wände:	Beton / Spanplatte holzfurniert
Decke:	Massivholz, 30 Leuchtstoffröhren
Fenster:	4 Metallisiererglasfensterflächen nach West
Außentüre:	—
Innentüren:	1 Innentüre Holzwerkstoff holzfurniert
Heizung:	Warmwasser zentral Konvektionsheizung
Pflanzen:	1 Topfpflanze

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen befanden sich folgende Inneneinrichtungsgegenstände im Rauminnen:

- 1 Schultafel
- 14 Tische kunststofffurniert / Holz oder Metall
- 28 Stühle Leimholz oberflächenbehandelt / Metall
- 1 Pulttisch kunststofffurniert 4 Schübe
- 1 PC-Arbeitsplatz
- 4 Unterschränke kunststofffurniert 2 Türen
- 1 Schrank 2 Türen kunststofffurniert
- 1 Regal 5 Fächer furniert
- 2 Regale Holz oberflächenbehandelt / kunststofffurniert
- 3 Whiteboard
- 1 Waschbecken
- 1 Einbauschränk 6 Türen holzfurniert
- Vorhänge

I.1.3 Raum F13 Schulküche

Der Raum wird als Unterrichtsraum / Schulküche genutzt und befindet sich im EG.

- Fläche:** ca. 95 m²
Raumhöhe: 3,00 m
Fußboden: wischbarer Bodenbelag, Sockelleisten Holz geschraubt
Wände: Feinputz Wandfarbe gestrichen
Decke: Massivholz, Leuchtstoffröhrenkästen, Abluftöffnungen
Fenster: 7 Metallisiererglasfenster nach Nordwest, 2 Oberlichten
Außentüre: —
Innentüren: 1 Innentüre Holzwerkstoff kunststofffurniert
Heizung: Warmwasser zentral Konvektionsheizung
Pflanzen: —

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen befanden sich folgende Inneneinrichtungsgegenstände im Rauminnen:

- 1 Schultafel
- 1 seitliche Tafel
- 4 Küchenwinkelzeilen kunststofffurniert
- 1 Küchenspüle
- 10 Tische kunststofffurniert / Metall
- 12 Hocker Holz / Metall
- 1 Pultzeile kunststofffurniert 5 Schübe, 4 Türen
- 1 Drehstuhl stoffbezogen
- 2 Unterschränke kunststofffurniert 2 Türen
- 1 Schrank 2 Türen kunststofffurniert
- 2 Schränke 1 Türe kunststofffurniert
- 1 Winkelzeile 12 Schübe / Schiebetüren
- 4 Hängeschränke mit Glastüren kunststofffurniert
- 1 Waschbecken
- Vorhänge

I.1.4 Raum K 12

Der Raum wird als Unterrichtsraum genutzt und befindet sich im EG.

Fläche:	ca. 90 m ²
Raumhöhe:	2,99 m
Fußboden:	wischbarer Bodenbelag, Sockelleisten Holz geschraubt
Wände:	Feinputz Wandfarbe gestrichen
Decke:	Massivholz, 15 Leuchtstoffröhren, 5 Abluftöffnungen
Fenster:	9 Metallisiererglasfenster nach Nord / Ost, 9 Oberlichter
Außentüre:	—
Innentüren:	2 Innentüren Holzwerkstoff kunststofffurniert
Heizung:	Warmwasser zentral Konvektionsheizung
Pflanzen:	8 Topfpflanzen

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen befanden sich folgende Inneneinrichtungsgegenstände im Rauminneren:

- 1 Schultafel
- 1 Chemiepulttisch gefliest / kunststofffurniert
- 1 Pulttisch kunststofffurniert 2 Unterschränke 4 Schübe
- 1 Drehstuhl stoffbezogen
- 1 Whiteboard
- 2 seitliche Tafeln
- 19 Tische kunststofffurniert / Metall
- 22 Stühle Leimholz oberflächenbehandelt / Metall
- 3 Unterschränke kunststofffurniert 2 Türen
- 1 Schrank 2 Türen kunststofffurniert
- 1 Pinnwand stoffbezogen
- 1 Versuchstisch gefliest
- 1 Schrank 2 Türen Metall
- 1 Unterschrank kunststofffurniert
- 1 Beistellregal furniert

I.1.5 Raum F 11 Computerraum

Der Raum wird als Unterrichtsraum genutzt und befindet sich im EG.

Fläche:	ca. 80 m ²
Raumhöhe:	3 m
Fußboden:	wischbarer Bodenbelag, Sockelleisten Holz geschraubt
Wände:	Feinputz Wandfarbe gestrichen
Decke:	Massivholz, 13 Leuchtstoffröhren, 5 Abluftöffnungen
Fenster:	7 Metallisiererglasfenster nach Süd / Ost, 7 Oberlichter
Außentüre:	—
Innentüren:	4 Innentüren Holzwerkstoff holzfurniert
Heizung:	Warmwasser zentral Konvektionsheizung
Pflanzen:	—

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen befanden sich folgende Inneneinrichtungsgegenstände im Rauminnen:

- 1 Leinwand
- 2 Drehstühle stoffbezogen
- 2 Whiteboard
- 22 Tische kunststofffurniert / Metall
- 20 Stühle Leimholz oberflächenbehandelt / Metall
- 3 Schränke kunststofffurniert 1 Türe
- 1 Regal Holz oberflächenbehandelt 5 Fachböden kunststofffurniert
- 17 PC-Arbeitsplätze
- Lamellenvorhänge furniert

I.1.6 Raum K14 Klassenraum

Der Raum wird als Unterrichts- und Frühstücksraum genutzt und befindet sich im EG

Fläche: ca. 78 m²
Raumhöhe: 2,99 m
Fußboden: Kautschuknoppentapete
Wände: Beton / mobile Trennwand kunststofffurniert / holzfurniert
Decke: Massivholz, Luftraum verglast
Fenster: 4 Metallisiererglasfenster nach Ost
Außentüre: —
Innentüren: 2 Innentüren Holzwerkstoff holzfurniert
Heizung: Warmwasser zentral Konvektionsheizung
Pflanzen: 3 Topfpflanzen

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen befanden sich folgende Inneneinrichtungsgegenstände im Rauminnen:

- 1 Schultafel
- 14 Tische kunststofffurniert / holzfurniert
- 23 Stühle Leimholz oberflächenbehandelt / Metall
- 1 Arbeitstisch kunststofffurniert 1 Unterschrank 4 Schübe
- 1 Drehstuhl stoffbezogen
- 1 PC-Arbeitsplatz
- 5 Unterschränke kunststofffurniert 2 Türen
- 1 Schrank 1 Türe 5 Fächer kunststofffurniert
- 1 Whiteboard
- 1 Terrarium / Aquarium
- 1 Küchenzeile mit Kühlschrank und Backofen
- 1 Waschbecken
- 1 Fernsehgerät

I.1.7 Raum K05 Klassenraum

Der Raum wird als Unterrichtsraum genutzt und befindet sich im 1. OG.

Fläche:	ca. 70 m²
Raumhöhe:	3,03 m
Fußboden:	wischbarer Bodenbelag, Sockelleisten Holz geschraubt
Wände:	Feinputz / Gipskarton Wandfarbe gestrichen
Decke:	Massivholz, 8 Leuchtstoffröhrenkästen
Fenster:	5 Metallisiererglasfenster nach Südwest, 5 Oberlichten
Außentüre:	—
Innentüren:	1 Innentüre Holzwerkstoff holzfurniert
Heizung:	Warmwasser zentral Konvektionsheizung
Pflanzen:	—

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen befanden sich folgende Inneneinrichtungsgegenstände im Rauminnen:

- 1 Pulttisch kunststofffurniert 1 Unterschrank 3 Schübe 1 Unterschrank 2 Türen
- 2 Drehstühle stoffbezogen
- 3 seitliche Schultafeln
- 15 Tische kunststofffurniert / Metall
- 20 Stühle Leimholz oberflächenbehandelt / Metall
- 1 Sofa stoffbezogen
- 1 Overheadprojektor
- 1 PC
- 1 Whiteboard
- 3 Unterschränke kunststofffurniert 2 Türen
- 2 Schränke 2 Türen kunststofffurniert
- 1 flächige Korkpinnwand
- 1 Waschbecken
- Vorhänge

I.1.8 Raum K07 Klassenraum

Der Raum wird als Unterrichtsraum genutzt und befindet sich im 1. OG.

Fläche:	ca. 66 m²
Raumhöhe:	3,03 m
Fußboden:	wischbarer Bodenbelag, Sockelleisten Holz geschraubt
Wände:	Beton
Decke:	Massivholz, 30 Leuchtstoffröhren
Fenster:	4 Metallisiererglasfenster nach Nordwest, 4 Oberlichten
Außentüre:	—
Innentüren:	2 Innentüren Holzwerkstoff holzfurniert
Heizung:	Warmwasser zentral Konvektionsheizung
Pflanzen:	4 Topfpflanzen

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen befanden sich folgende Inneneinrichtungsgegenstände im Rauminnen:

- 2 Schultafeln
- 19 Tische kunststofffurniert / Metall
- 20 Stühle Leimholz oberflächenbehandelt / Metall
- 1 Pulttisch kunststofffurniert 1 Unterschrank 4 Schübe
- 1 Drehstuhl stoffbezogen
- 2 Unterschränke kunststofffurniert 2 Türen
- 1 Schrank 2 Türen kunststofffurniert
- 1 Schrank 1 Türe 5 Fächer kunststofffurniert
- 2 Unterschränke furniert, 1 Fachboden
- 1 Whiteboard
- 1 Pinnwand
- 1 Waschbecken
- Vorhänge

I.1.9 Raum K08 Klassenraum

Der Raum wird als Unterrichtsraum genutzt und befindet sich im 1. OG.

- Fläche:** ca. 92,5 m²
- Raumhöhe:** 3 m
- Fußboden:** wischbarer Bodenbelag, Sockelleisten Holz geschraubt
- Wände:** Feinputz / Gipskarton Wandfarbe gestrichen
- Decke:** Massivholz, 12 Leuchtstoffröhrenkästen
- Fenster:** 9 Metallisiererglasfenster nach Nordwest / Nordost, 9 Oberlichter
- Außentüre:** —
- Innentüren:** 1 Innentüre Holzwerkstoff holzfurniert
- Heizung:** Warmwasser zentral Konvektionsheizung
- Pflanzen:** —

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen befanden sich folgende Inneneinrichtungsgegenstände im Rauminnen:

- 2 Schultafeln
- 19 Tische kunststofffurniert / Metall
- 17 Stühle Leimholz oberflächenbehandelt / Metall
- 1 Pulttisch kunststofffurniert 2 Unterschränke 4 Schübe
- 1 Drehstuhl stoffbezogen
- 1 Whiteboard
- 1 Overheadprojektor
- 4 Unterschränke kunststofffurniert 2 Türen
- 3 Korkpinnwände
- 1 Schrank 2 Türen kunststofffurniert
- 1 Regal 8 Fachböden kunststofffurniert
- 1 PC
- 1 Waschbecken

I.1.9 Raum K10 Klassenraum

Der Raum wird als Unterrichtsraum genutzt und befindet sich im 1. OG.

Fläche:	ca. 50 m ²
Raumhöhe:	3,01 m
Fußboden:	wischbarer Bodenbelag, Sockelleisten Holz geschraubt
Wände:	Feinputz / Gipskarton Wandfarbe gestrichen
Decke:	Massivholz, 6 Leuchtstoffröhrenkästen
Fenster:	6 Metallisiererglasfenster nach Nordost / Südost, 6 Oberlichten
Außentüre:	—
Innentüren:	1 Innentüre Holzwerkstoff holzfurniert
Heizung:	Warmwasser zentral Konvektionsheizung
Pflanzen:	—

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen befanden sich folgende Inneneinrichtungsgegenstände im Rauminneren:

- 2 Schultafeln
- 17 Tische kunststofffurniert / Metall
- 22 Stühle Leimholz oberflächenbehandelt / Metall
- 1 Pulttisch kunststofffurniert 1 Unterschrank 4 Schübe
- 1 Whiteboard
- 1 Whitewall
- 1 Unterschrank 2 Schiebetüren kunststofffurniert
- 2 Unterschränke 2 Türen kunststofffurniert
- 2 Bücherregale kunststofffurniert
- 1 PC
- 1 Waschbecken
- Vorhänge

I.2 Probenahme- und Analyseverfahren

I.2.1 Formaldehyd in der Raumluft

Die Raumluft wird mittels einer Gasprobenahmeapparatur, bestehend aus Gasmengenregler, Durchflussmesser, Pumpe und geeichtem Gasmengenzähler durch Gaswaschflaschen mit Fritten der Porosität P1 / P2 gesaugt. Die Waschflaschen sind mit verdünnter Natronlauge befüllt. In der Messflüssigkeit löst sich der Formaldehyd quantitativ aus einem definierten Luftvolumen. Pumpenseitig ist eine Trockenflasche mit Silikagel als Feuchteschutz zwischengeschaltet.

Die Bestimmung des Formaldehydgehaltes der Absorptionslösung erfolgt photometrisch nach der Acetylaceton-Ammoniumacetat-Methode entsprechend VDI 3484 Blatt 2. Aus dem Formaldehydgehalt der Messlösung lässt sich die Raumluftkonzentration unter Einbezug der Messparameter zur Volumenkorrektur (Raumluftvolumen bezogen auf Normbedingungen 20°C / 1013 hPa) sowie der Menge des Absorptionsmediums bestimmen.

Das gewählte Messverfahren wurde in der Bekanntmachung des Bundesgesundheitsamtes (Bundesgesundheitsbl. 10/91) Prüfverfahren für Holzwerkstoffe in Abschnitt 2.3 Messverfahren ausdrücklich als zulässig zur Bestimmung der Formaldehydgehaltes der Luft anerkannt.

1.3 Durchführung der Probenahmen und Probenahmeparameter

Die Luftprobenahmen wurden am 6. November 2015 durch den Ersteller des Gutachtens durchgeführt nach mehr als 8-stündigem Verschluss der Räume, wobei die Einhaltung der Verschlusszeiten nicht eigenständig überprüft werden konnte. Bestimmt wird die sich unter derartigen Bedingungen einstellende Ausgleichskonzentration an den zu prüfenden Verbindungen nach DIN EN ISO 16000 ff. Die Konditionierung der Räumlichkeiten und die Raumzuweisung erfolgte durch den Auftraggeber.

Witterungsbedingungen außen: bedeckt, 7 - 9°C

Probenahmeparameter Raumlufthuntersuchungen Mittelschule Pullach i. Isartal - Erdgeschoß						
Probenahmeort Parameter	von - bis	Luftdurchsatz	Temperatur	rel. Luft- feuchte	abs. Luft- druck	Messpunkt / Besonderheiten
Raum K 02 Formaldehyd	8 ³⁰ 9 ¹⁶	0,0751 Nm³	20,5 °C	30 %	956 hPa	Raummitte in ca. 1,2 m Höhe, > 1,5 m Wandab- stand; > 10 h Verschluss
Raum K 01 Formaldehyd	8 ³⁰ 9 ¹⁶	0,0824 Nm³	20,1 °C	35 %	956 hPa	Raummitte in ca. 1,2 m Höhe, > 1,5 m Wandab- stand; > 10 h Verschluss
Raum K 01 Formaldehyd	11 ²⁰ 12 ⁰⁰	0,0713 Nm³	20,3 °C	35 %	956 hPa	Raummitte in ca. 1,2 m Höhe, > 1,5 m Wandab- stand; Nutzungssimulati- on
Raum F 13 Schulküche Formaldehyd	8 ³⁰ 9 ¹⁶	0,0751 Nm³	19,9 °C	36 %	956 hPa	Raummitte in ca. 1,2 m Höhe, > 1,5 m Wandab- stand; > 10 h Verschluss
Raum K 12 Formaldehyd	8 ³⁰ 9 ¹⁶	0,0751 Nm³	20,8 °C	34 %	956 hPa	Raummitte in ca. 1,2 m Höhe, > 1,5 m Wandab- stand; > 10 h Verschluss
Raum F 11 Formaldehyd	8 ³⁰ 9 ¹⁶	0,0751 Nm³	21,2 °C	27 %	956 hPa	Raummitte in ca. 1,2 m Höhe, > 1,5 m Wandab- stand; > 10 h Verschluss
Raum K 14 Formaldehyd	11 ¹² 11 ⁵³	0,0751 Nm³	21,9 °C	36,5 %	956 hPa	Raummitte in ca. 1,2 m Höhe, > 1,5 m Wandab- stand; > 10 h Verschluss
Aula Formaldehyd	11 ⁰³ 11 ⁴⁶	0,0751 Nm³	22,1 °C	30 %	956 hPa	Raummitte in ca. 1,2 m Höhe, > 1,5 m Wandab- stand; > 10 h Verschluss

Probenahmeparameter Raumlufthuntersuchungen Mittelschule Pullach i. Isartal - Obergeschoß						
Probenahmeort Parameter	von – bis	Luftdurchsatz	Temperatur	rel. Luft- feuchte	abs. Luft- druck	Messpunkt / Besonderheiten
Raum K 05 Formaldehyd	8 ³⁰ 9 ¹⁶	0,0751 Nm³	19,4 °C	39 %	956 hPa	Raummitte in ca. 1,2 m Höhe, > 1,5 m Wandab- stand; > 10 h Verschluss
Raum K 07 Formaldehyd	8 ³⁰ 9 ¹⁶	0,0751 Nm³	19,4 °C	41 %	956 hPa	Raummitte in ca. 1,2 m Höhe, > 1,5 m Wandab- stand; > 10 h Verschluss
Raum K 07 Formaldehyd	11 ²⁵ 12 ⁰⁶	0,0751 Nm³	20,5 °C	38 %	956 hPa	Raummitte in ca. 1,2 m Höhe, > 1,5 m Wandab- stand; Nutzungssimulati- on
Raum K 08 Formaldehyd	11 ³² 12 ¹⁶	0,0751 Nm³	18,4 °C	46 %	956 hPa	Raummitte in ca. 1,2 m Höhe, > 1,5 m Wandab- stand; > 10 h Verschluss
Raum K 10 Formaldehyd	11 ²⁸ 12 ¹¹	0,0751 Nm³	21,6 °C	39 %	956 hPa	Raummitte in ca. 1,2 m Höhe, > 1,5 m Wandab- stand; > 10 h Verschluss

I.4 Messergebnisse

I.4.1 Formaldehyd in der Raumluff

In den untersuchten Raumluffproben konnte Formaldehyd eindeutig nachgewiesen werden. Die Raumluffkonzentrationen an Formaldehyd betragen bei den vorgefundenen Bedingungen

im Raum K02 Klassenraum (Ausgleichskonzentration)	0,019 ppm (0,024 mg/m³)
im Raum K01 Klassenraum (Ausgleichskonzentration)	0,011 ppm (0,014 mg/m³)
im Raum K01 Klassenraum (Nutzungssimulation)	0,010 ppm (0,013 mg/m³)
im Raum F13 (Ausgleichskonzentration)	0,020 ppm (0,024 mg/m³)
im Raum K12 Klassenraum (Ausgleichskonzentration)	0,022 ppm (0,027 mg/m³)
im Raum F11 (Ausgleichskonzentration)	0,013 ppm (0,016 mg/m³)
im Raum K14 Klassenraum (Ausgleichskonzentration)	0,047 ppm (0,058 mg/m³)
im Raum K05 Klassenraum (Ausgleichskonzentration)	0,025 ppm (0,031 mg/m³)
im Raum K07 Klassenraum (Ausgleichskonzentration)	0,063 ppm (0,077 mg/m³)
im Raum K07 Klassenraum (Nutzungssimulation)	0,053 ppm (0,065 mg/m³)
in der Aula	0,019 ppm (0,023 mg/m³)
im Raum K10 Klassenraum (Ausgleichskonzentration)	0,027 ppm (0,034 mg/m³)
im Raum K08 Klassenraum (Ausgleichskonzentration)	0,023 ppm (0,028 mg/m³)

bei einer Nachweisgrenze von ca. 0,002 ppm und einer einfachen statistischen Unsicherheit der Formaldehydbestimmung von ca. ± 10 – 20 % der angegebenen Messergebnisse.