

PCB-Raumluftmessungen inkl. Luftwechselbestimmung

Grund- und Mittelschule Hallerndorf

Bauabschnitt II+III

Berichtsnummer 19081	Auftragsdatum 10.07.2019	Berichtsdatum 12.09.2019
Auftraggeber Gemeinde Hallerndorf Dagmar Leitz Von-Seckendorf-Str. 10 91352 Hallerndorf		Auftragnehmer anbus analytik GmbH Mathildenstraße 48 90762 Fürth
Untersuchungsobjekt Grund- und Mittelschule Hallerndorf Schulstraße 2 91352 Hallerndorf		Projektleiter Jörg Thumulla Dipl.-Chemiker Geschäftsführung

Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker
Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroccek,
Diplom-Biologin

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut
für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumate-
rialien
- Bauphysik und Raumklima

Inhaltsverzeichnis

1 ANLASS/ UNTERSUCHUNGSAUFGABE UND ZWECK	3
2 ERGEBNISSE DES ORTSTERMINS.....	3
2.1 ÜBERSICHT DER PROBENAHME- UND MESSPUNKTE.....	3
3 POLYCHLORIERTER BIPHENYLE (PCB) AUS RAUMLUFT	5
3.1 PROBENAHME UND ERGEBNISSE	5
3.1.1 Probenahme	5
3.1.2 Prüfung	5
3.1.3 Ergebnisse.....	5
3.2 BEWERTUNGSGRUNDLAGEN: POLYCHLORIERTER BIPHENYLE (PCB) IN DER RAUMLUFT	16
3.2.1 Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCB-Richtlinie), Fassung September 1994	16
4 BESTIMMUNG DES INFILTRATIONS LUFTWECHSELS.....	17
4.1 VERFAHREN UND ERGEBNISSE	17
4.1.1 Verfahren	17
4.1.2 Eingesetzte Messtechnik.....	17
4.1.3 Ergebnisse.....	17
5 BEWERTUNG	26
5.1 BEURTEILUNG DER RAUMLUFTKONZENTRATION	26
5.2 ERGEBNISÜBERSICHT.....	26
5.3 ZUSAMMENHÄNGE PCB-RAUMLUFTKONZENTRATION UND INFILTRATIONS LUFTWECHSEL	26
5.4 SCHLUSSFOLGERUNGEN BEZÜGLICH DER WEITEREN SANIERUNGEN	27

Qualitätssicherung

Die anbus analytik GmbH unterliegt in ihrer Gesamtheit einem Qualitätssicherungssystem nach DIN EN ISO/IEC 17025. Akkreditierte Verfahren werden im Bericht mit (a) gekennzeichnet. Verfahrensschritte, die fremdvergeben werden, werden mit (f) gekennzeichnet, Bewertungen sind nicht akkreditierbar.

Urheberrecht

Das schriftliche Gutachten des Sachverständigen genießt Urheberschutz: Es ist nur mit Zustimmung des Urhebers weiter als über den angegebenen Zweck hinaus zu verwenden oder zu veröffentlichen.

Haftung

Die anbus analytik GmbH haftet für vorsätzlich oder grob fahrlässig verursachte Schäden unbegrenzt. Für darüber hinausgehende Schadenersatzansprüche ist die Höhe auf die Deckungssumme unserer weltweit (bis auf USA und Kanada) gültigen **Haftpflichtversicherung** bei der HDI Versicherung AG in 30650 Hannover von 3.000.000 € für Personenschäden und 1.000.000 € für Sach- und Vermögensschäden begrenzt. Für Schäden, die auf Asbest zurückzuführen sind, reduzieren sich diese Summen auf jeweils 500.000 €. Diese Haftungsbeschränkung gilt auch gegenüber Dritten.

Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker
Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroczeck,
Diplom-Biologin

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut
für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumate-
rialien
- Bauphysik und Raumklima

1 ANLASS/ UNTERSUCHUNGSAUFGABE UND ZWECK

Im Rahmen der Erkundung für die Sanierungsarbeiten an der Grund- und Mittelschule Hallerndorf war eine Belastung der Fugendichtmassen zwischen den Betonelementen mit Polychlorierten Biphenylen festgestellt worden. Zur Abklärung einer möglichen Gefährdung für die Nutzer des Gebäudes wurden im April 2019 durch die Competenza GmbH Raumlufmessungen unter Nutzungsbedingungen durchgeführt worden. Dabei war festgestellt worden, dass die Vorsorgewerte gemäß der PCB-Richtlinie des Landes Bayern nicht überschritten wurden. Weil sich diese Richtwerte auf den Jahresmittelwert beziehen, wurde festgelegt, weitere Luftmessungen durchzuführen, um sicherzugehen, dass die Raumlufkonzentrationen auch im Jahresmittel unterhalb der Vorsorgewerte liegen. Hierzu wurde die anbus analytik GmbH beauftragt, in der wärmsten Jahreszeit, Anfang August, weitere Messungen durchzuführen. Um den Jahresmittelwert bestmöglich abschätzen zu können, sollten dafür unterschiedliche Nutzungszustände der Räume beprobt werden:

- Gleichgewichtszustand mit mehreren Tagen ohne Lüftung („GW“).
- Nutzungsbedingungen gemäß Arbeitsstättenrichtlinie eine Stunde nach der letzten Lüftung („nach Lüftung“).

Die PCB-Gehalte in der Raumluf von Innenräumen hängen sowohl von der Quellstärke als auch vom Luftwechsel ab. Im Rahmen der Sanierung des Gebäudes ist es geplant, alle primär kontaminierten Materialien zu entfernen (Primärquellen sind die Materialien, mit denen Schadstoffe in das Gebäude eingebracht wurden und welche die höchsten Schadstoffgehalte aufweisen). Die Quellstärke wird dadurch erheblich reduziert. Nicht vollständig ausgebaut werden können alle sekundären Quellen, also die Baumaterialien, die über Kontakt mit den PCB-haltigen Fugendichtmassen direkt oder aber über die Raumluf sekundär kontaminiert wurden. Diese Materialien können aber nach der Sanierung erneut zu Quellen werden. Die Quellstärke ist dann zwar deutlich niedriger. Da das Gebäude im Bestand über die Lüftungsgitter und die alten Fenster ohne Dichtungen über einen sehr viel höheren Luftwechsel verfügt als nach der Sanierung könnte dies dennoch zu einer innenraumhygienisch unerwünschten Raumlufkonzentration führen.

Insofern waren, um eine mögliche Belastung nach einer Sanierung abschätzen zu können, die jeweils in den Räumen vorhandenen Luftwechsel zu den gemessenen Raumlufkonzentrationen zu erfassen.

2 ERGEBNISSE DES ORTSTERMINS

Die Festlegung der Messpunkte erfolgte nach Rücksprache mit dem Auftraggeber unter Berücksichtigung der räumlichen Gegebenheiten und der bisher vorliegenden Untersuchungsergebnisse.

2.1 Übersicht der Probenahme- und Messpunkte

Beschreibung des Außenklimas (Wetterstation Bamberg):

- Vortag der Messung: Höchsttemperatur 28°C; 13 Sonnenstunden, kein Niederschlag
- Messtag: Höchsttemperatur 24°C; 2 Sonnenstunden

Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroczeck,
Diplom-Biologin

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut
für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumate-
rialien
- Bauphysik und Raumklima

Raum	erfasste Parameter	Messbedingungen
Lehrerzimmer	<ul style="list-style-type: none"> • PCB RL: GW (ungelüftet; V = 1071l) • PCB RL: NB (nach Lüften; V = 1593l) • Infiltrationsluftwechsel (Tracergas CO₂) 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur: 24,2 °C • rel. Feuchte: 52 % • Luftdruck: 980mBar
Rektor	<ul style="list-style-type: none"> • PCB RL: GW (ungelüftet; V = 1006l) • PCB RL: NB (nach Lüften; V = 1180l) • Infiltrationsluftwechsel (Tracergas CO₂) 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur: 26,8 °C • rel. Feuchte: 46 % • Luftdruck: 980mBar
Lehrmittel	<ul style="list-style-type: none"> • PCB RL: GW (ungelüftet; V = 1197l) • PCB RL: NB (nach Lüften; V = 1690l) • Infiltrationsluftwechsel (Tracergas CO₂) 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur: 26,8 °C • rel. Feuchte: 51 % • Luftdruck: 980mBar
Elternsprechzimmer	<ul style="list-style-type: none"> • PCB RL: GW (ungelüftet; V = 1399l) • PCB RL: NB (nach Lüften; V = 1864l) • Infiltrationsluftwechsel (Tracergas CO₂) 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur: 26,1 °C • rel. Feuchte: 48 % • Luftdruck: 980mBar
Werken	<ul style="list-style-type: none"> • PCB RL: GW (ungelüftet; V = 721l) • PCB RL: NB (nach Lüften; V = 1511l) • Infiltrationsluftwechsel (Tracergas CO₂) 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur: 24,0 °C • rel. Feuchte: 59 % • Luftdruck: 980mBar
Küche	<ul style="list-style-type: none"> • PCB RL: GW (ungelüftet; V = 1294l) • PCB RL: NB (nach Lüften; V = 1583l) • Infiltrationsluftwechsel (Tracergas CO₂) 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur: 24,0 °C • rel. Feuchte: 63 % • Luftdruck: 980mBar
Klasse 1a	<ul style="list-style-type: none"> • PCB RL: GW (ungelüftet; V = 946l) • PCB RL: NB (nach Lüften; V = 1809l) • Infiltrationsluftwechsel (Tracergas CO₂) 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur: 26,6 °C • rel. Feuchte: 52 % • Luftdruck: 980mBar
Klasse 1b	<ul style="list-style-type: none"> • PCB RL: GW (ungelüftet; V = 1760l) • PCB RL: NB (nach Lüften; V = 1617l) • Infiltrationsluftwechsel (Tracergas CO₂) 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur: 27,6 °C • rel. Feuchte: 45 % • Luftdruck: 980mBar
Klasse 2a	<ul style="list-style-type: none"> • PCB RL: GW (ungelüftet; V = 1541l) • PCB RL: NB (nach Lüften; V = 1947l) • Infiltrationsluftwechsel (Tracergas CO₂) 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur: 24,7 °C • rel. Feuchte: 52 % • Luftdruck: 980mBar
Klasse 2b	<ul style="list-style-type: none"> • PCB RL: GW (ungelüftet; V = 1331l) • PCB RL: NB (nach Lüften; V = 2055l) • Infiltrationsluftwechsel (Tracergas CO₂) 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur: 25,1 °C • rel. Feuchte: 51 % • Luftdruck: 980mBar
Klasse 3a	<ul style="list-style-type: none"> • PCB RL: GW (ungelüftet; V = 1250l) • PCB RL: NB (nach Lüften; V = 1370l) • Infiltrationsluftwechsel (Tracergas CO₂) 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur: 26,5 °C • rel. Feuchte: 48 % • Luftdruck: 980mBar
Klasse 3b	<ul style="list-style-type: none"> • PCB RL: GW (ungelüftet; V = 1196l) • PCB RL: NB (nach Lüften; V = 1575l) • Infiltrationsluftwechsel (Tracergas CO₂) 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur: 26,0 °C • rel. Feuchte: 49 % • Luftdruck: 980mBar
Klasse 4a	<ul style="list-style-type: none"> • PCB RL: GW (ungelüftet; V = 1162l) • PCB RL: NB (nach Lüften; V = 1294l) • Infiltrationsluftwechsel (Tracergas CO₂) 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur: 27,0 °C • rel. Feuchte: 46 % • Luftdruck: 980mBar
Klasse 4b	<ul style="list-style-type: none"> • PCB RL: GW (ungelüftet; V = 1284l) • PCB RL: NB (nach Lüften; V = 1330l) • Infiltrationsluftwechsel (Tracergas CO₂) 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur: 26,8 °C • rel. Feuchte: 47 % • Luftdruck: 980mBar
PCB (Chemie)	<ul style="list-style-type: none"> • PCB RL: GW (ungelüftet; V = 1396l) • PCB RL: NB (nach Lüften; V = 1367l) • Infiltrationsluftwechsel (Tracergas CO₂) 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur: 24,9 °C • rel. Feuchte: 52 % • Luftdruck: 980mBar
Eingangshalle	<ul style="list-style-type: none"> • PCB RL: NB (V = 1593l) 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur: 26,0 °C • rel. Feuchte: 52 % • Luftdruck: 980mBar

RL = Raumlüftung; NB = Nutzungsbedingungen; GW = Gleichgewichtsbedingungen

Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroczeck,
Diplom-Biologin

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut
für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumate-
rialien
- Bauphysik und Raumklima

3 POLYCHLORIERTE BIPHENYLE (PCB) AUS RAUMLUFT

3.1 Probenahme und Ergebnisse

3.1.1 Probenahme

Ort der Probenahme und Messbedingungen:	siehe Übersicht Probenahme und Messpunkte
Probenehmer/in:	Aysegül Kisa
Probenahmedatum:	05.08.2019

3.1.2 Prüfung

Probeneingang:	06.08.2019
Prüfdatum:	13.08.2019
Probennummer:	A1093.01
zu untersuchen auf:	PCB #28, #52, #101, #138, #153, #180, #118
Untersuchungsmethode:	GC-MS/MS in Anlehnung an EPA-Methode IP-8, ASTM D 4861 ^{(f), (a)}
Probenvorbereitung:	Extraktion
Abweichungen:	keine Abweichungen gegenüber der Prüfspezifikation

3.1.3 Ergebnisse

3.1.3.1 A1093.01.01: Lehrerzimmer ungelüftet, Gleichgewicht

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	<
PCB #52	1	<
PCB #101	1	<
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	<
Summe PCB nach LAGA*	-	<
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroccek,
Diplom-Biologin

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut
für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumate-
rialien
- Bauphysik und Raumklima

3.1.3.2 A1093.01.02: Lehrerzimmer nach Lüftung

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	2
PCB #52	1	3
PCB #101	1	2
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	7
Summe PCB nach LAGA*	-	35
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.3 A1093.01.03: Rektor ungelüftet, Gleichgewicht

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	<
PCB #52	1	2
PCB #101	1	1
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	3
Summe PCB nach LAGA*	-	15
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.4 A1093.01.04: Rektor nach Lüftung

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	1
PCB #52	1	3
PCB #101	1	3
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	7
Summe PCB nach LAGA*	-	35
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:

Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroccek,
Diplom-Biologin

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut
für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumate-
rialien
- Bauphysik und Raumklima

3.1.3.5 A1093.01.23: Lehrmittel ungelüftet, Gleichgewicht

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	4
PCB #52	1	2
PCB #101	1	1
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	7
Summe PCB nach LAGA*	-	35
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.6 A1093.01.24: Lehrmittel nach Lüftung

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	4
PCB #52	1	2
PCB #101	1	1
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	7
Summe PCB nach LAGA*	-	35
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.7 A1093.01.09: Elternsprechzimmer ungelüftet, Gleichgewicht

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	1
PCB #52	1	2
PCB #101	1	2
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	5
Summe PCB nach LAGA*	-	25
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroczeck,
Diplom-Biologin

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut
für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumat-
erialien
- Bauphysik und Raumklima

3.1.3.8 A1093.01.10: Elternsprechzimmer nach Lüftung

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	<
PCB #52	1	2
PCB #101	1	1
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	3
Summe PCB nach LAGA*	-	15
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.9 A1093.01.21: Werken ungelüftet, Gleichgewicht

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	5
PCB #52	1	8
PCB #101	1	13
PCB #153	1	3
PCB #138	1	1
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	30
Summe PCB nach LAGA*	-	150
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.10 A1093.01.22: Werken nach Lüftung

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	4
PCB #52	1	9
PCB #101	1	13
PCB #153	1	3
PCB #138	1	2
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	31
Summe PCB nach LAGA*	-	155
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroccek,
Diplom-Biologin

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumat-
erialien
- Bauphysik und Raumklima

3.1.3.11 A1093.01.29: Küche ungelüftet, Gleichgewicht

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	3
PCB #52	1	2
PCB #101	1	4
PCB #153	1	2
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	11
Summe PCB nach LAGA*	-	55
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.12 A1093.01.30: Küche nach Lüftung

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	2
PCB #52	1	2
PCB #101	1	5
PCB #153	1	2
PCB #138	1	1
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	12
Summe PCB nach LAGA*	-	60
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.13 A1093.01.25: Klasse 1a ungelüftet, Gleichgewicht

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	14
PCB #52	1	5
PCB #101	1	3
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	22
Summe PCB nach LAGA*	-	110
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

Schadstoffe und Gerüche in

Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroczek,
Diplom-Biologin

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut
für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumat-
erialien
- Bauphysik und Raumklima

3.1.3.14 A1093.01.26: Klasse 1a nach Lüftung

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	6
PCB #52	1	2
PCB #101	1	1
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	9
Summe PCB nach LAGA*	-	45
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.15 A1093.01.17: Klasse 1b ungelüftet, Gleichgewicht

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	6
PCB #52	1	2
PCB #101	1	2
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	10
Summe PCB nach LAGA*	-	50
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.16 A1093.01.18: Klasse 1b nach Lüftung

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	10
PCB #52	1	4
PCB #101	1	2
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	16
Summe PCB nach LAGA*	-	80
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

Schadstoffe und Gerüche in

Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroccek,
Diplom-Biologin

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut
für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumat-
erialien
- Bauphysik und Raumklima

3.1.3.17 A1093.01.27: Klasse 2a ungelüftet, Gleichgewicht

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	3
PCB #52	1	2
PCB #101	1	3
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	8
Summe PCB nach LAGA*	-	40
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.18 A1093.01.28: Klasse 2a nach Lüftung

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	2
PCB #52	1	2
PCB #101	1	4
PCB #153	1	1
PCB #138	1	1
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	10
Summe PCB nach LAGA*	-	50
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.19 A1093.01.19: Klasse 2b ungelüftet, Gleichgewicht

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	16
PCB #52	1	5
PCB #101	1	3
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	24
Summe PCB nach LAGA*	-	120
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:

Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroccek,
Diplom-Biologin

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAKkS)
akkreditiertes Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumate-
rialien
- Bauphysik und Raumklima

3.1.3.20 A1093.01.20: Klasse 2b nach Lüftung

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	19
PCB #52	1	3
PCB #101	1	2
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	24
Summe PCB nach LAGA*	-	120
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.21 A1093.01.07: Klasse 3a ungelüftet, Gleichgewicht

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	24
PCB #52	1	11
PCB #101	1	8
PCB #153	1	1
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	44
Summe PCB nach LAGA*	-	220
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.22 A1093.01.08: Klasse 3a nach Lüftung

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	15
PCB #52	1	7
PCB #101	1	4
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	26
Summe PCB nach LAGA*	-	130
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker
Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroccek,
Diplom-Biologin

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumate-
rialien
- Bauphysik und Raumklima

3.1.3.23 A1093.01.15: Klasse 3b ungelüftet, Gleichgewicht

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	4
PCB #52	1	3
PCB #101	1	4
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	11
Summe PCB nach LAGA*	-	55
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.24 A1093.01.16: Klasse 3b nach Lüftung

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	5
PCB #52	1	3
PCB #101	1	4
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	12
Summe PCB nach LAGA*	-	60
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.25 A1093.01.05: Klasse 4a ungelüftet, Gleichgewicht

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	8
PCB #52	1	7
PCB #101	1	4
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	19
Summe PCB nach LAGA*	-	95
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:

Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroccek,
Diplom-Biologin

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumat-
erialien
- Bauphysik und Raumklima

3.1.3.26 A1093.01.06: Klasse 4a nach Lüftung

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	8
PCB #52	1	5
PCB #101	1	6
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	19
Summe PCB nach LAGA*	-	95
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.27 A1093.01.13: Klasse 4b ungelüftet, Gleichgewicht

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	14
PCB #52	1	5
PCB #101	1	36
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	25
Summe PCB nach LAGA*	-	125
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.28 A1093.01.14: Klasse 4b nach Lüftung

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	10
PCB #52	1	5
PCB #101	1	6
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	21
Summe PCB nach LAGA*	-	105
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroccek,
Diplom-Biologin

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAKkS)
akkreditiertes Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumate-
rialien
- Bauphysik und Raumklima

3.1.3.29 A1093.01.11: PCB (Chemie) ungelüftet, Gleichgewicht

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	4
PCB #52	1	3
PCB #101	1	4
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	11
Summe PCB nach LAGA*	-	55
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.30 A1093.01.12: PCB (Chemie) nach Lüftung

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	5
PCB #52	1	3
PCB #101	1	3
PCB #153	1	<
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	11
Summe PCB nach LAGA*	-	55
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

3.1.3.31 A1093.01.31: Eingangshalle (Türe geschlossen)

Stoff	BG [ng/m ³]	Ergebnis [ng/m ³]
PCB #28	1	4
PCB #52	1	2
PCB #101	1	4
PCB #153	1	1
PCB #138	1	<
PCB #180	1	<
Summe PCB*	-	11
Summe PCB nach LAGA*	-	55
PCB #118	1	<

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze, 'BG' = Bestimmungsgrenze, 'n.a.' = nicht angegeben, 'n.b.' = nicht bestimmt; * gerundet auf zwei signifikante Stellen

Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:

Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroczeck,
Diplom-Biologin

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut
für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumate-
rialien
- Bauphysik und Raumklima

3.2 Bewertungsgrundlagen: Polychlorierte Biphenyle (PCB) in der Raumluft

3.2.1 Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCB-Richtlinie), Fassung September 1994

Von PCB-belasteten Baustoffen und Bauteilen in Räumen können Gesundheitsrisiken für die Nutzer der Räume ausgehen. Das gesundheitliche Risiko steigt mit der Konzentration der PCB in der Raumluft und der Aufenthaltsdauer im Raum. Die folgende Bewertung der Dringlichkeit einer Sanierung erfolgt aufgrund der toxikologischen Bewertung von PCB in der Innenraumluft dauerhaft genutzter Räume durch das frühere Bundesgesundheitsamt und die Arbeitsgemeinschaft der Leitenden Medizinalbeamten der Länder (AGLMB). Auf der Grundlage des Beschlusses des Ausschusses für Umwelthygiene der AGLMB vom 14./15. Juni 1993 werden folgende Empfehlungen für sachgerecht angesehen:

- Raumluftkonzentrationen unter 300 ng PCB/m³ Luft sind als langfristig tolerabel anzusehen (Vorsorgewert).
- Bei Raumluftkonzentrationen zwischen 300 und 3000 ng PCB/m³ Luft wird empfohlen, die Quelle der Raumluftverunreinigung aufzuspüren und nach Möglichkeit unter Beachtung der Verhältnismäßigkeit zu beseitigen oder zumindest eine Verminderung der PCB-Konzentration (z.B. durch regelmäßiges Lüften sowie gründliche Reinigung und Entstaubung der Räume) anzustreben. Der Zielwert liegt bei weniger als 300 ng PCB/m³ Luft.
- Raumluftkonzentrationen oberhalb von 3000 ng PCB/m³ Luft sollten im Hinblick auf mögliche andere nicht kontrollierbare PCB-Belastungen vermieden werden. Bei entsprechenden Befunden sollten unverzüglich Kontrollanalysen durchgeführt werden. Bei Bestätigung des Wertes sind in Abhängigkeit von der Belastung zur Vermeidung gesundheitlicher Risiken in diesen Räumen unverzüglich Maßnahmen zur Verringerung der Raumluftkonzentration von PCB zu ergreifen. Die Sanierungsmaßnahmen müssen geeignet sein, die PCB-Aufnahme wirksam zu vermindern. Der Zielwert liegt auch hier bei weniger als 300 ng PCB/m³ Luft (Sanierungsleitwert).

Die zuständigen Stellen orientieren sich bei der Bewertung entsprechender Sachverhalte an diesen Empfehlungen. Zur Erläuterung wird auf folgendes hingewiesen:

Dieser Beurteilung liegt eine tolerable tägliche Aufnahmemenge (TDI-Wert) von 1 µg PCB/kg Körpergewicht zugrunde, der vom früheren Bundesgesundheitsamt und der Deutschen Forschungsgemeinschaft abgeleitet wurde. Um möglichen Gefahren für Leben oder Gesundheit zu begegnen, ist eine längerfristige Überschreitung des genannten TDI-Wertes zu vermeiden.

Unter Vorsorgeaspekten sollte die anteilige Aufnahme über die Luft nicht mehr als 10 % des genannten TDI-Wertes betragen. Dies ist bei ganztägigem Aufenthalt in Innenräumen bei Raumluftkonzentrationen bis 300 ng PCB/m³ Luft gewährleistet. Da über Nahrungsmittel derzeit durchschnittlich etwa 0,1 µg PCB/kg Körpergewicht pro Tag aufgenommen werden, ist auch bei höheren Raumluftkonzentrationen, insbesondere bei verkürzter Aufenthaltsdauer, eine Überschreitung des genannten TDI-Wertes nicht unmittelbar gegeben. In Räumen, die keiner täglichen, länger andauernden Nutzung unterliegen, kann dem Vorsorgegedanken in ausreichendem Maße Rechnung getragen sein, wenn die PCB-Raumluftkonzentration durch Lüften und Feuchtwischen möglichst geringgehalten wird.

In Räumen mit im Jahresmittel zu erwartenden Raumluftkonzentrationen über 3000 ng PCB/m³ Luft kann bei einer täglichen Aufenthaltsdauer von 24 Stunden der genannte TDI-Wert allein durch die inhalative Aufnahme überschritten werden; in diesen Fällen sind daher Maßnahmen zur Abwehr einer möglichen Gefahr für Leben oder Gesundheit angezeigt. Bei kürzerer mittlerer Aufenthaltsdauer pro Tag sind bei Überschreitung entsprechend höherer Raumluftkonzentrationen Gefahrenabwehrmaßnahmen angezeigt.

4 BESTIMMUNG DES INFILTRATIONS LUFTWECHSELS

4.1 Verfahren und Ergebnisse

4.1.1 Verfahren

Zur Bestimmung des Luftwechsels wird CO₂ als Tracergas eingesetzt (VDI 4300 Blatt 7 – a). Das Tracergas wird dabei mittels Gasflaschen in die Raumluft eingeblasen und nach der Homogenisierung die Abklingkurve mittels Datenloggern erfasst. Die Homogenisierung erfolgt während der Ausbringung des Tracergases und während der Abklingzeit mit einem Ventilator. Hierdurch wird der mittlere Luftwechsel des gesamten Raumes unabhängig von lokalen Schwankungen (z.B. durch Kurzschlussströmungen) erfasst.

Der Luftwechsel des Raumes während der Aufzeichnung ergibt sich aus dem negativen Exponenten der um die Hintergrundkonzentration korrigierten exponentiellen Abklingkurve. Der ermittelte Luftwechsel umfasst neben dem Infiltrationsluftwechsel (Außenluftwechsel) je nach Bauweise auch interzonale Strömungen innerhalb des Gebäudes (z.B. über Innentüren, Leichtbauwände, abgehängte Decken, etc.).

4.1.2 Eingesetzte Messtechnik

Messgerät	Messprinzip/erfasste Parameter	Einsatzbereich / Spezifikation
CO ₂ Messgeräte TSI Model 7535	Messung von Kohlendioxid (CO ₂) mittels NDIR-Sensor (Non-Dispersive Infrared); Datenloggerfunktion	<ul style="list-style-type: none"> Messbereich: 0 – 5000 ppm Auflösung: 1 ppm Zulässige Abweichung: Nullgas: ±50ppm; Prüfgas: ±90ppm Messintervall: 1 min
CO- und CO ₂ -Messgerät Testo 650	Messung von CO (chemischer Sensor) und CO ₂ (NDIR-Sensor); Datenloggerfunktion	<ul style="list-style-type: none"> Messbereich CO₂: 0 – 5000 ppm Auflösung CO₂: 1 ppm Zulässige Abweichung: Nullgas: ±50ppm; Prüfgas: ±90ppm Messintervall: 1 min

Mediatorin, Moderatorin, Konfliktvermittlung mit Schwerpunkt Gebäude und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla, M.A.

Von der IHK Nürnberg für Mittelfranken öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige für

Schadstoffe und Gerüche in Innenräumen:
Jörg Thumulla, Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroccek, Diplom-Biologin

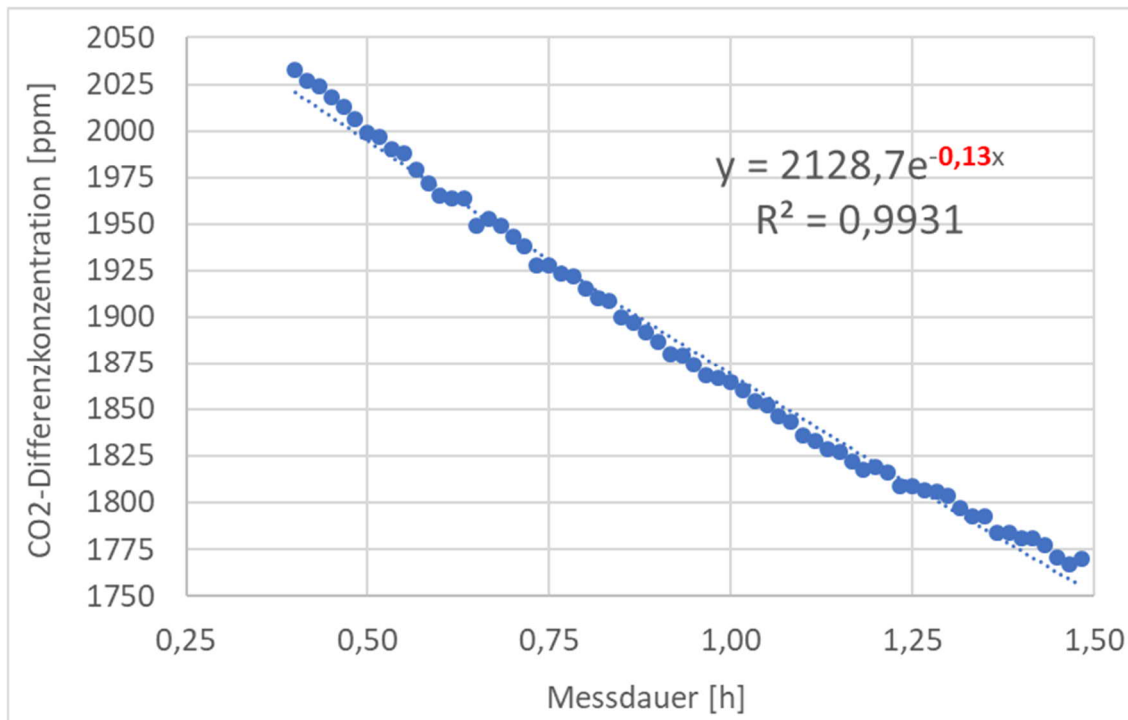
Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) akkreditiertes Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende chemische, faserförmige und mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima

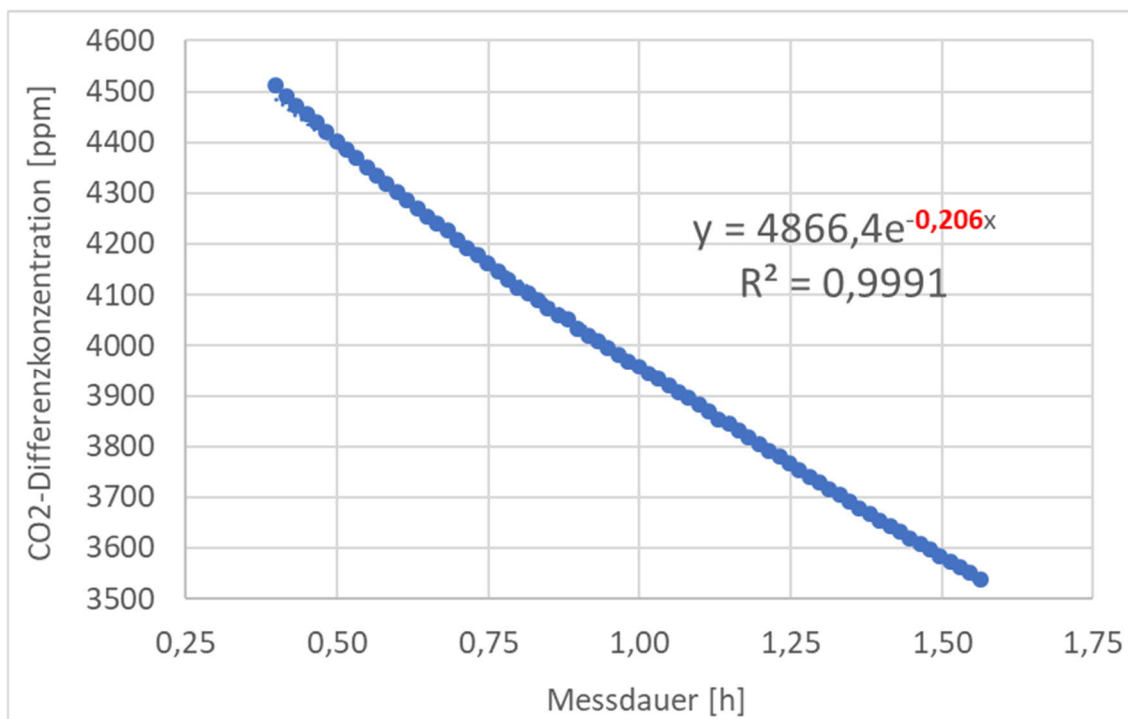
4.1.3 Ergebnisse

Anmerkung: Die jeweils rot markierten Werte der Exponentiellen Ausgleichsfunktionen stellen den ermittelten Infiltrationsluftwechsel dar.

4.1.3.1 Lehrerzimmer



4.1.3.2 Rektor



Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

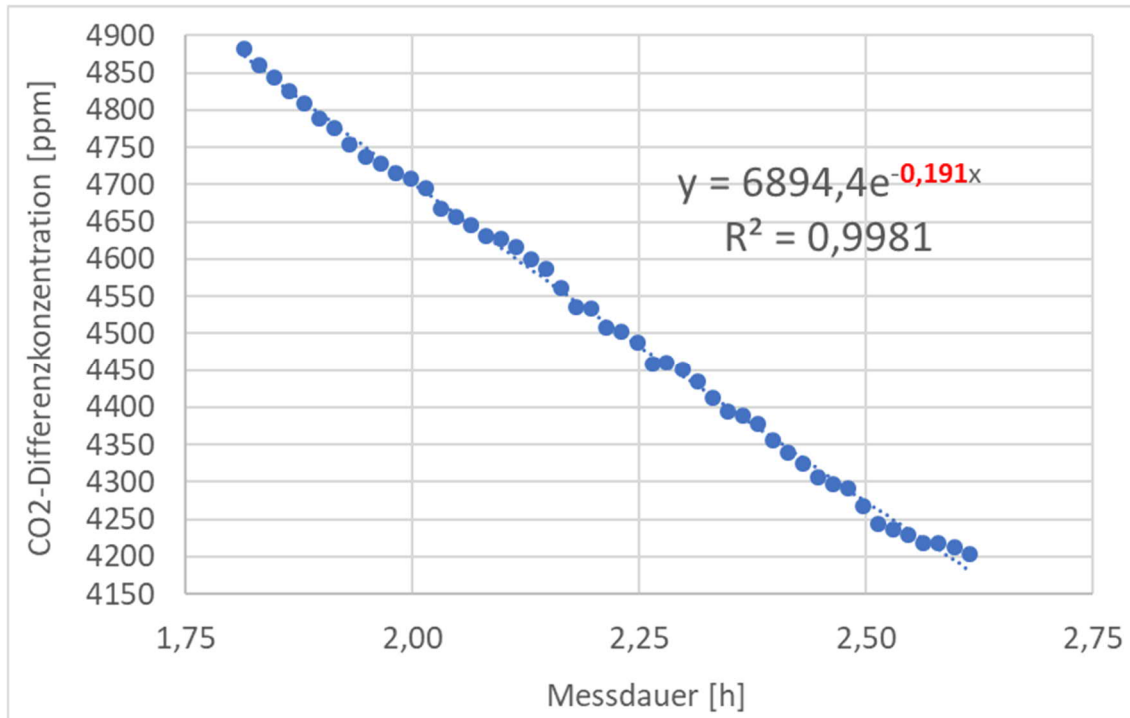
Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroczeck,
Diplom-Biologin

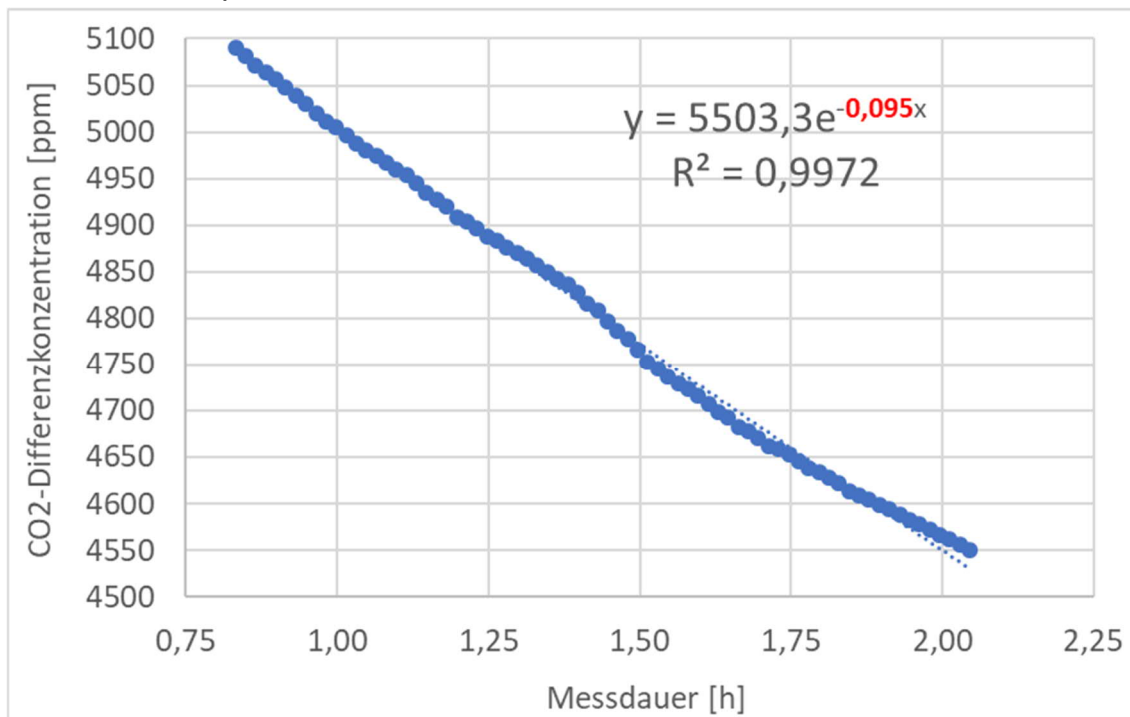
Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumate-
rialien
- Bauphysik und Raumklima

4.1.3.3 Lehrmittel



4.1.3.4 Elternsprechzimmer



Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

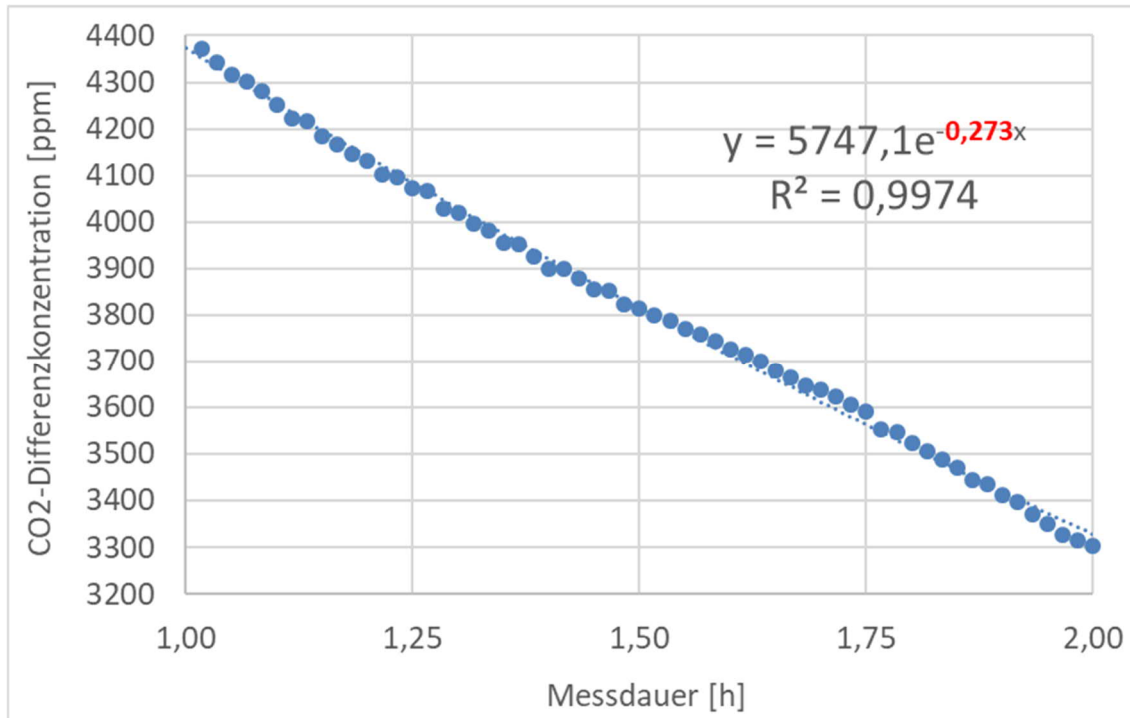
Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroczeck,
Diplom-Biologin

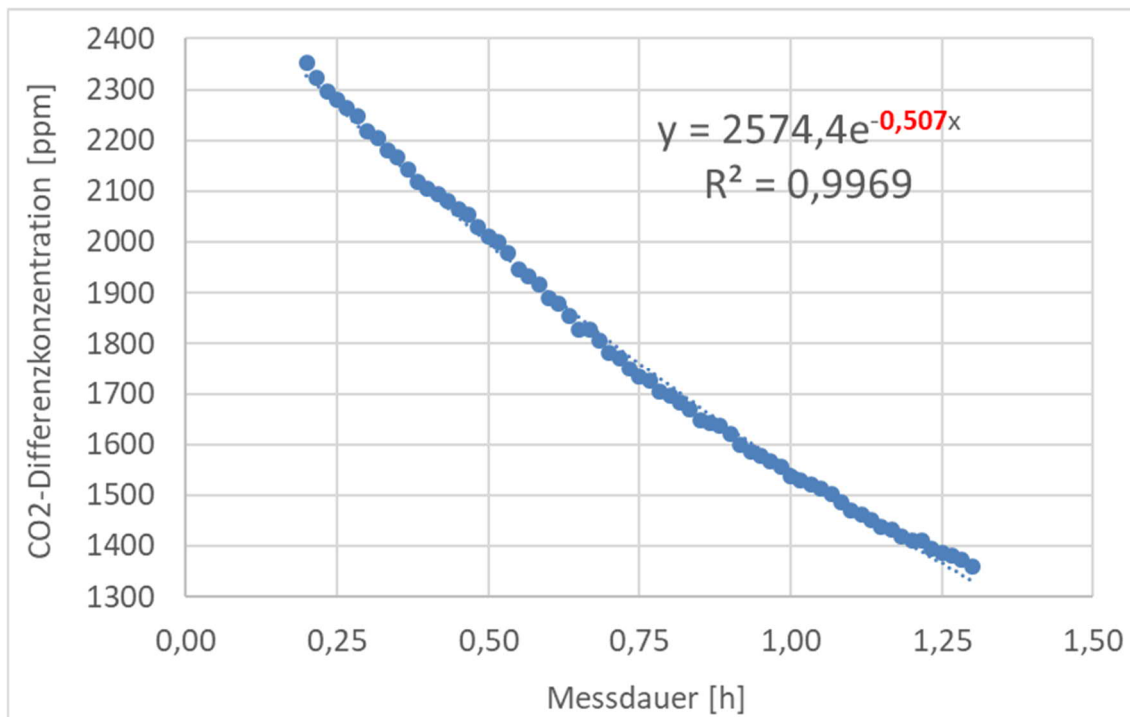
Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumate-
rialien
- Bauphysik und Raumklima

4.1.3.5 Werken



4.1.3.6 Küche



Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

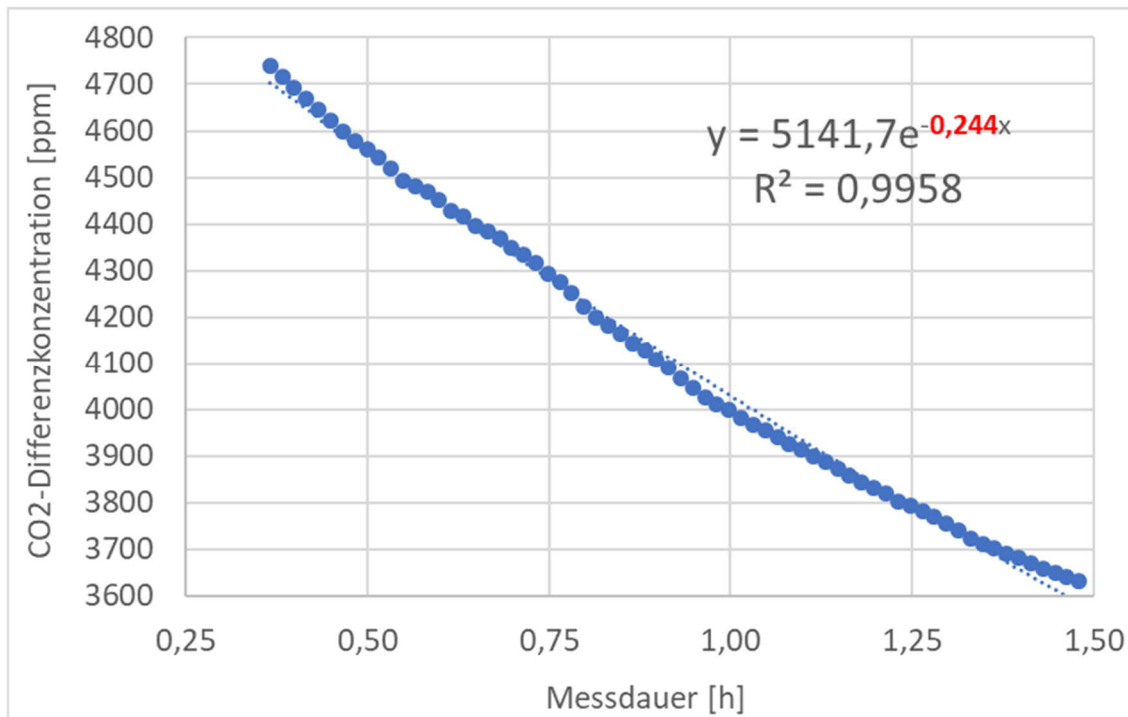
Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroczeck,
Diplom-Biologin

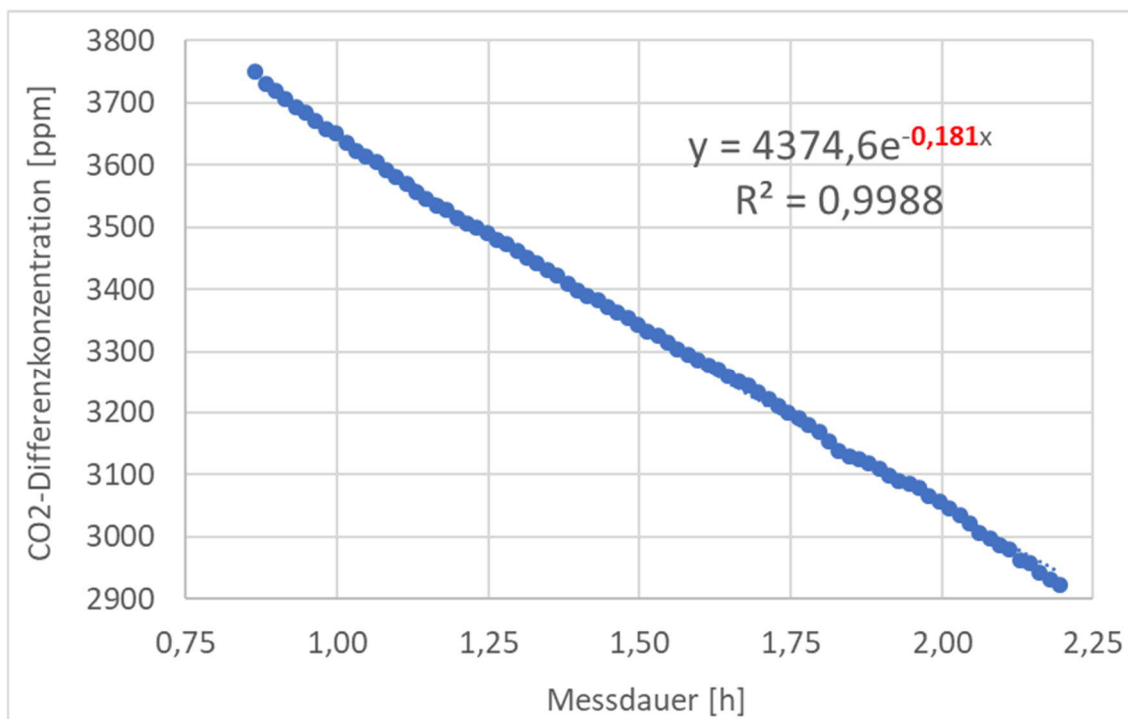
Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumate-
rialien
- Bauphysik und Raumklima

4.1.3.7 Klasse 1a



4.1.3.8 Klasse 1b



Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

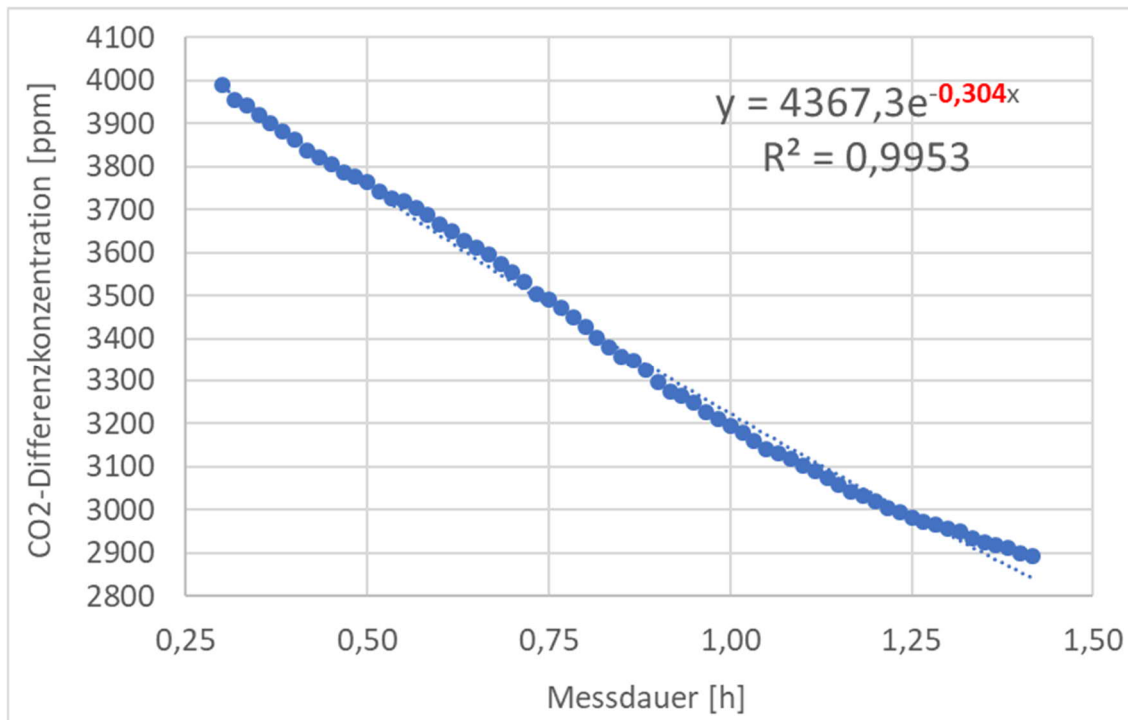
Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroczeck,
Diplom-Biologin

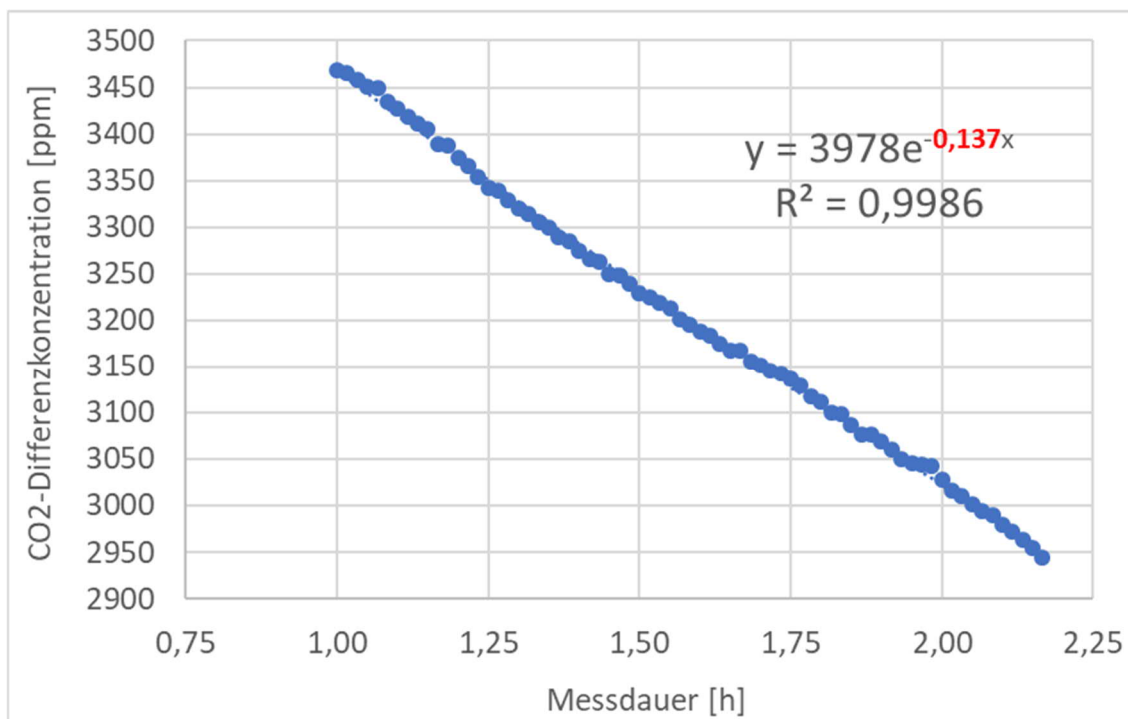
Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumate-
rialien
- Bauphysik und Raumklima

4.1.3.9 Klasse 2a



4.1.3.10 Klasse 2b



Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

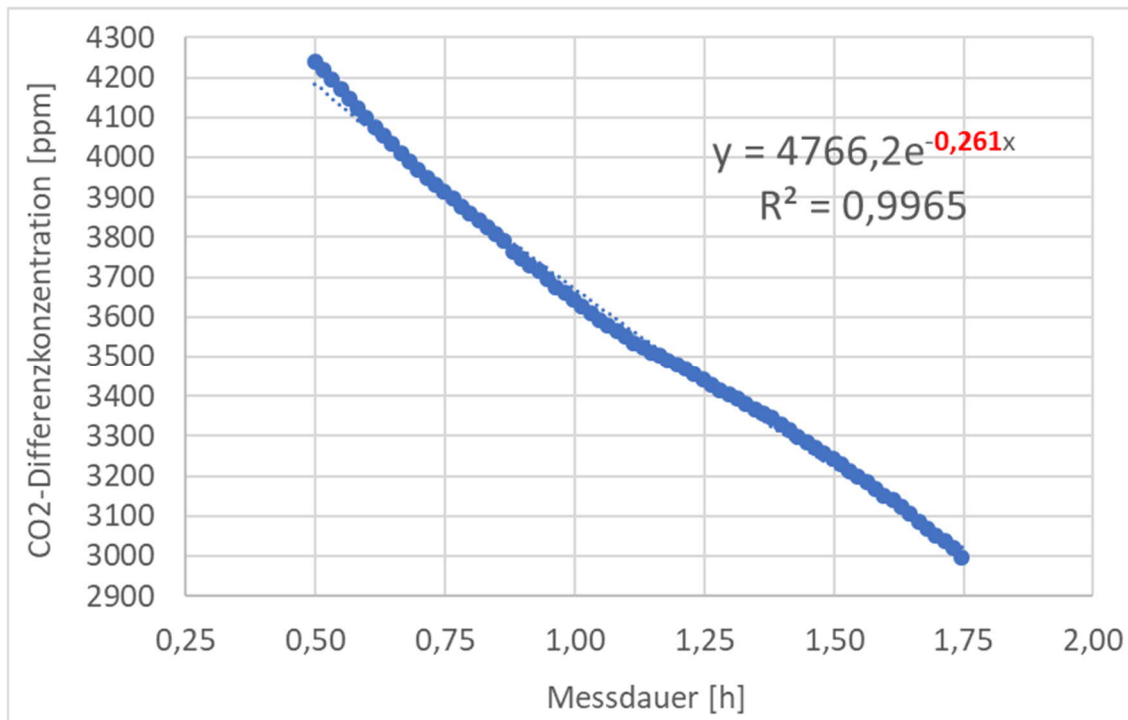
Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroczeck,
Diplom-Biologin

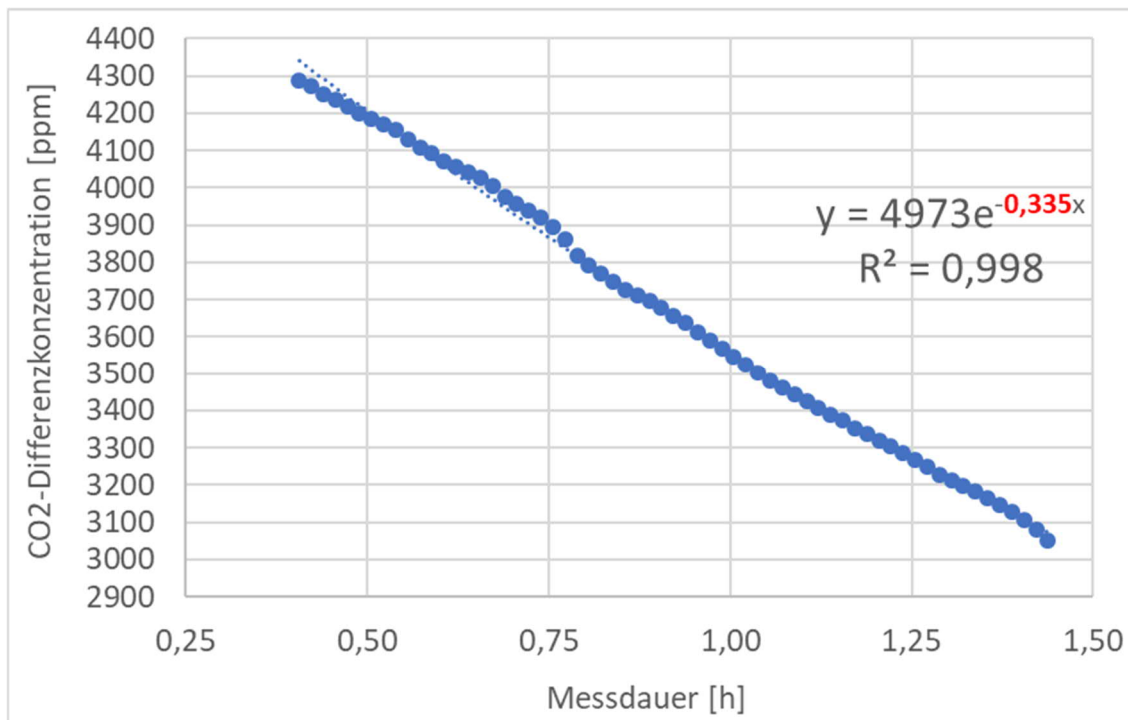
Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumate-
rialien
- Bauphysik und Raumklima

4.1.3.11 Klasse 3a



4.1.3.12 Klasse 3b



Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

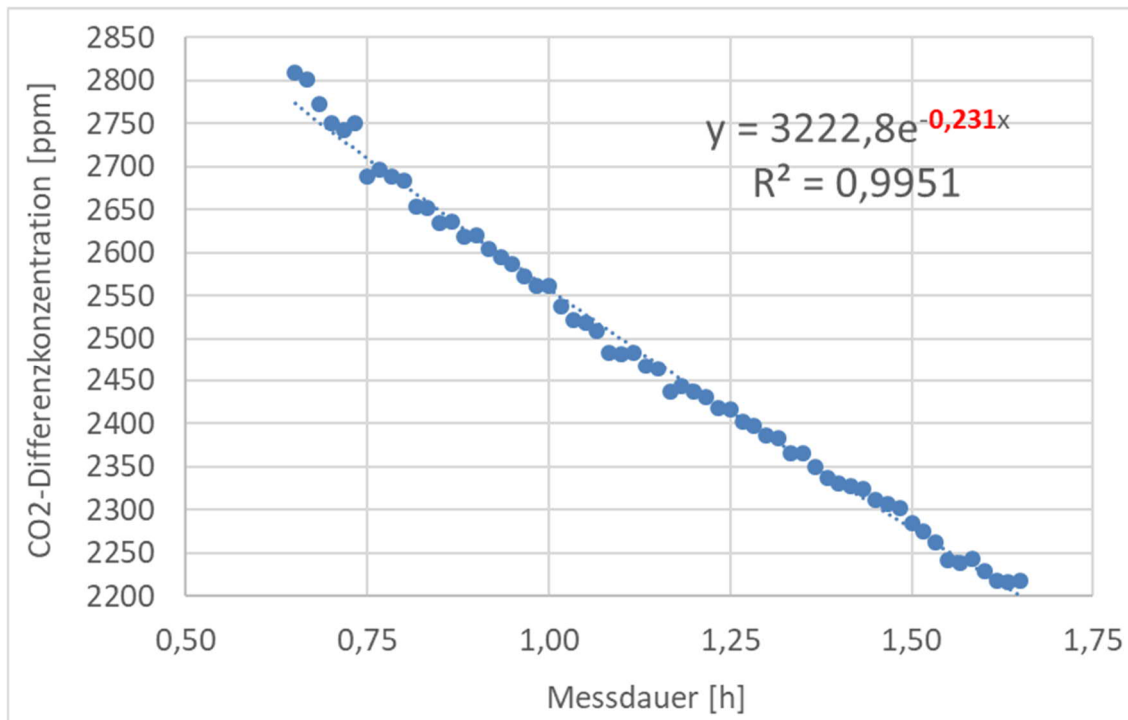
Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroczeck,
Diplom-Biologin

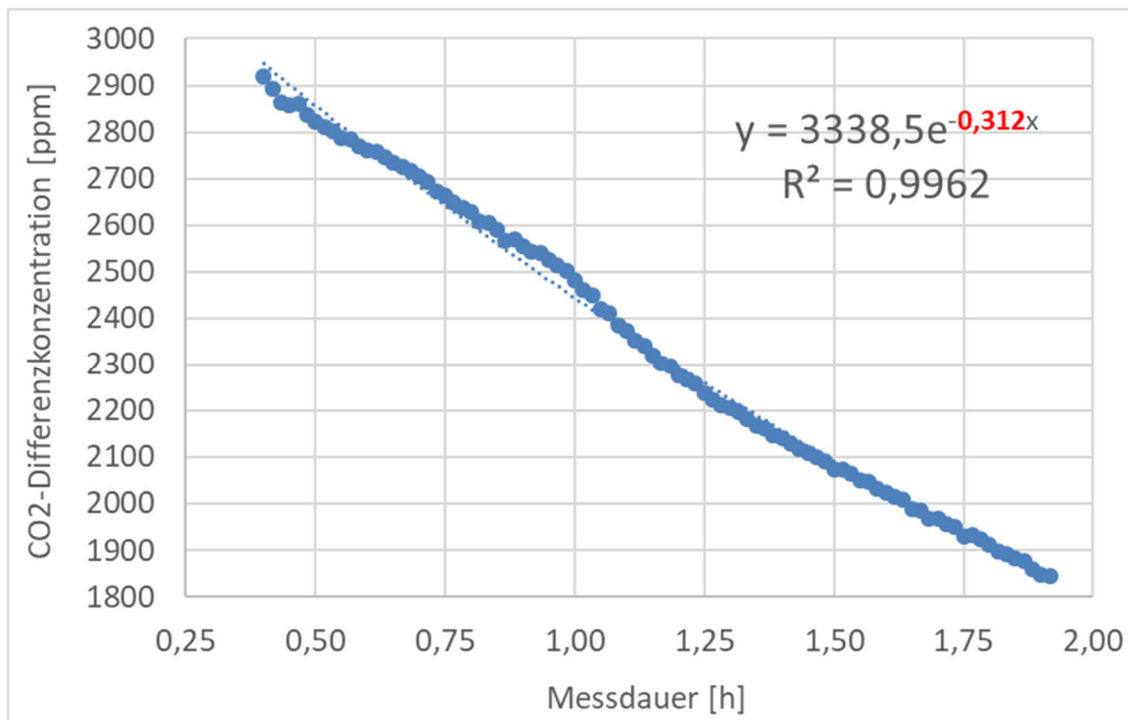
Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumate-
rialien
- Bauphysik und Raumklima

4.1.3.13 Klasse 4a



4.1.3.14 Klasse 4b



Mediatorin, Moderatorin,
 Konfliktvermittlung
 mit Schwerpunkt Gebäude
 und Umwelt
 Sabine Weber-Thumulla,
 M.A.

Von der IHK Nürnberg für
 Mittelfranken öffentlich be-
 stellte und vereidigte Sach-
 verständige für

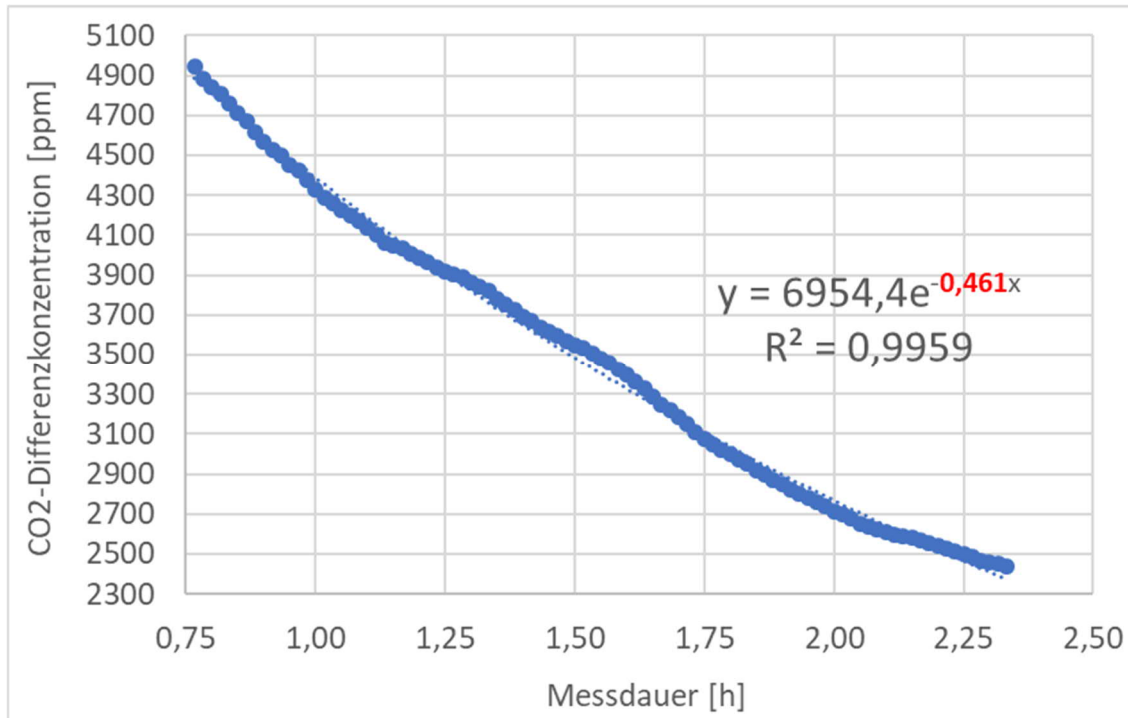
Schadstoffe und Gerüche in
 Innenräumen:
 Jörg Thumulla,
 Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
 Innenraumschadstoffe:
 Dr. rer. nat. Carmen Kroczeck,
 Diplom-Biologin

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
 durch die Deutsche Akkredi-
 tierungsstelle GmbH (DAkKS)
 akkreditiertes Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
 mische, faserförmige und
 mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumate-
 rialien
- Bauphysik und Raumklima

4.1.3.15 PCB (Chemie)



Geschäftsführung
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker
AG Fürth HRB 8148
USt-IdNr. DE210745406

Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroccek,
Diplom-Biologin

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAKkS)
akkreditiertes Prüfinstitut
für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumate-
rialien
- Bauphysik und Raumklima

5 BEWERTUNG

5.1 Beurteilung der Raumlufkonzentration

Die Gesamtsumme der Konzentrationen aller 209 PCB-Kongenere wird nach LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) aus den Konzentrationen von 6 ausgewählten PCB hochgerechnet. Dazu wird die Summe der gefundenen Konzentrationen der PCB #28, #52, #101, #138, #153 und #180 mit dem Faktor 5 multipliziert.

Die PCB-Konzentrationen liegen in allen Räumen sowohl bei der Messung ohne Lüften (GW) als auch eine Stunde nach Lüften unterhalb des Zielwertes (Vorsorgewertes) der PCB-Richtlinie von 300 ng/m³.

5.2 Ergebnisübersicht

Messpunkt:	Temperatur [°C]:	rel. Feuchte [%]	PCB (LAGA) GW [ng/m ³]	PCB (LAGA) NB [ng/m ³]	Luftwechsel [1/h]
Lehrerzimmer	24,2	52	<	35	0,130
Rektor	26,8	46	15	35	0,206
Lehrmittel	26,8	51	35	35	0,191
Elternsprechzimmer	26,1	48	25	15	0,095
Werken	24,0	59	150	155	0,273
Küche	24,0	63	55	60	0,507
Klasse 1a	26,6	52	110	45	0,244
Klasse 1b	27,6	45	50	80	0,181
Klasse 2a	24,7	52	40	50	0,304
Klasse 2b	25,1	51	120	120	0,137
Klasse 3a	26,5	48	220	130	0,261
Klasse 3b	26,0	49	55	60	0,335
Klasse 4a	27,0	46	95	95	0,231
Klasse 4b	26,8	47	125	105	0,312
PCB (Chemie)	24,9	52	55	55	0,461
Eingangshalle	26,0	52	55	---	---

'<' = kleiner Bestimmungsgrenze,

GW = Gleichgewichtszustand (vor Lüften),

NB = Nutzungsbedingungen (ca. 1h nach Lüften)

Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroccek,
Diplom-Biologin

5.3 Zusammenhänge PCB-Raumlufkonzentration und Infiltrationsluftwechsel

Anhand der Ergebnisse ist keine direkte Korrelation zwischen PCB-Konzentration und dem Infiltrationsluftwechsel abzuleiten, was auf eine variierende Emissionsquellstärke (unterschiedlicher Anteil PCB-haltiger Fugen) zurückzuführen ist.

Bezüglich der unterschiedlichen Konzentrationen zwischen Gleichgewichtszustand und Nutzungsbedingungen sind folgende Feststellungen zu treffen:

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut
für:

- Luftverunreinigende chemische, faserförmige und mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima

Berichtsnummer: 19081 vom 12.09.2019,

Seite 26 von 27

Verfasser: Jörg Thumulla (Dipl.-Chemiker; Geschäftsführung)

Auftraggeber: Gemeinde Hallerndorf, Dagmar Leitz, Von-Seckendorf-Str. 10, 91352 Hallerndorf

Ohne schriftliche Genehmigung des/der Unterzeichnenden darf der Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Prüf-/ Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände.

Die Akkreditierung gilt für die
in der Urkunde aufgeführten
Prüfverfahren

- Sekundäreffekte: Der schnelle Anstieg nach dem Lüften in den Gleichgewichtszustand weist auf eine relevante Sekundärbelastung hin;
- die einmalige Fensterlüftung führt bei ohnehin vergleichsweise hohem Infiltrationsluftwechsel nur zu einer geringfügigen Erhöhung des Gesamtluftwechsels;
- Bei Summenwerten unterhalb von 100 ng/m³ sind aufgrund der Summenbildung (Multiplikation mit dem Faktor 5) in Kombination mit den Nachweisgrenzen von einer erhöhten Messunsicherheit des Summenwertes auszugehen.

5.4 Schlussfolgerungen bezüglich der weiteren Sanierungen

Die durchgeführten Luftwechsellmessungen zeigen, dass der Infiltrationsluftwechsel („natürlicher Luftwechsel) an einem windstillen Augusttag zwischen 0,1 /h und 0,5/h liegt. Das bedeutet, dass dieser in der kalten Jahreszeit bedingt durch Winddruck und den thermischen Auftrieb in einem beheizten Gebäude noch deutlich höher liegt und daher etwa um den Faktor 10-20 oberhalb dem typischen natürlichen von Neubauten oder energetisch sanierten Gebäuden. Die nachgewiesenen Luftwechselraten über den Infiltrationsluftwechsel liegen im Bestand in einer Größenordnung, die gemäß den normativen Anforderungen (z.B. DIN 1946-6) ausreichen, gebäudetypische Stofflasten ausreichend abzutransportieren.

Dieser hohe Luftwechsel erklärt die - trotz deutlicher Quellen im Vergleich zu anderen Gebäuden mit PCB-haltigen Fugendichtmassen - niedrigen Raumluftkonzentration. Die geplanten Sanierungsmaßnahmen, insbesondere der Austausch von Fenstern und der damit verbundene Rückbau der Lüftungsgitter, werden zu einer deutlichen Erhöhung der Dichtheit der Gebäudehülle und damit zu einer Reduzierung des Infiltrationswechsels führen. Da Schulgebäude aufgrund von Ferien und an Wochenenden nur zu etwa 50% genutzt werden und dies auch nur maximal 8 Stunden am Tag, kann ein nutzerbedingtes Lüften nur zu maximal 20% der Zeit wirksam werden. Insofern kann durch nutzerbedingtes Lüften kein ausreichender Luftwechsel herbeigeführt werden, um die verbleibenden PCB-Sekundärkontaminationen ausreichend abführen zu können. Deshalb sind beispielsweise durch den Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung zusätzliche bauliche bzw. technische Maßnahmen zu ergreifen, um einen ausreichenden Luftaustausch zum Abtransport der Stofflasten sicher zu stellen.

Denkbar zur Erzielung eines ausreichenden Luftwechsels sind hybride Lüftungssysteme als Kombination aus maschineller und freier Lüftung. Dabei stellt die maschinelle Lüftung auch einen Teil des insgesamt erforderlichen Luftvolumenstroms zur Ablüftung des nutzungsbedingten Kohlendioxid zur Verfügung. Freie Lüftung in den Pausen ist nach wie vor notwendig.

Fürth, 12.09.2019

anbus analytik GmbH
Jörg Thumulla
(Dipl.-Chemiker; Geschäftsführung)

Mediatorin, Moderatorin,
Konfliktvermittlung
mit Schwerpunkt Gebäude
und Umwelt
Sabine Weber-Thumulla,
M.A.

Von der IHK Nürnberg für
Mittelfranken öffentlich be-
stellte und vereidigte Sach-
verständige für

Schadstoffe und Gerüche in
Innenräumen:
Jörg Thumulla,
Diplom-Chemiker

Schimmelpilze und andere
Innenraumschadstoffe:
Dr. rer. nat. Carmen Kroccek,
Diplom-Biologin

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die Deutsche Akkredi-
tierungsstelle GmbH (DAkkS)
akkreditiertes Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende chemische, faserförmige und mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Gerüche in Innenräumen
- Emissionen von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima