

Innenraumlufthqualität

Relevante Raumlufschadstoffe, Raumlufmessungen und Beurteilung

Dipl.-Biol., Dipl.-Ing. Roland Braun
Ingenieur- und Sachverständigenbüro ROLAND BRAUN

- 1. Vorstellung Referent**
- 2. Definition Innenraum**
- 3. Überblick Raumlufschadstoffe**
- 4. Detailbetrachtung Schadstoffe**
CO₂, VOC, Aldehyde, Biozide, PAK, PCB,
Asbest, KMF, Schimmelpilze, Stäube,
Gerüche, Sonstige
- 5. Fazit / Schlussfolgerungen**

rolandbraun.de
Raumlufthygiene und Immissionsschutz
Ingenieur- und Sachverständigenbüro



Dipl.-Biol., Dipl.-Ing. Roland Braun
Sachverständiger, Beratender Ingenieur

Mitgliedschaften und Zertifikate:



**R.U.N. - Regionalverband
Umweltberatung Nord e.V.**



**Hamburgische Ingenieurkammer Bau –
Listennr. 212**



Verein Deutscher Ingenieure e.V.



DGNB

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
German Sustainable Building Council



**VDI-geprüfter Fachingenieur
Raumlufthqualität (RLQ),
Reg.-Nr.: PZ-RLQ-012**



**Zertifizierter RLQ-Manager
DGUV-Test Nr. DP12148**



**Regelmäßige Ringversuchsteilnahmen
IFA Institut für Arbeitsschutz der DGUV**

**Sachkundenachweise TRGS 519
(Asbest) und TRGS 524 / BGR 128
(kontaminierte Bereiche)**

..alles was mit Luft (drinnen + draußen) zu tun hat.....

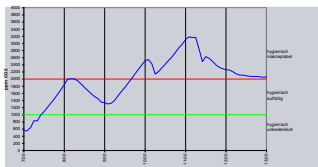
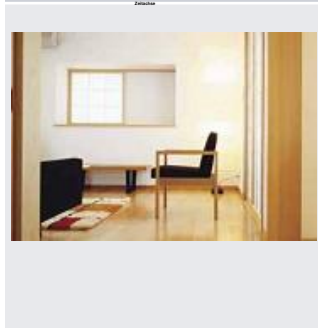


- **Raumluftuntersuchungen und -gutachten**
- **Feuchte-/Schimmelpilzuntersuchungen**
- **Raumklimauntersuchungen**
- **Gebäudeschadstoffuntersuchungen, Schadstoffkataster**
- **Bauberatung (zu Raumluft)**
- **Arbeitsplatzuntersuchungen (Gefahrstoffverordnung)**
- **Reinraumüberprüfungen (GMP-Leitfaden u.a.)**
- **Hygieneinspektionen RLT-Anlagen (VDI 6022)**
- **Immissionsschutzberatung und –gutachten**
- **BImSchG-Genehmigungsverfahren**




Innenräume (nach AIR/UBA, VDI 4300 Blatt 1, DIN EN ISO 16000-1):

- *Private Wohn- und Aufenthaltsräume, wie Wohn-, Schlaf-, Badezimmer, Küche, Bastel-, Sport- und Kellerräume*
- *Räume in öffentlichen Gebäuden (z.B. Schulen, Kindergärten, Jugendhäuser, Krankenhäuser, Sporthallen, Bibliotheken, Gaststätten und andere Veranstaltungsräume)*
- *Arbeitsräume und Arbeitsplätze in Gebäuden, die nicht gefahrstoffrechtlichen Regelungen unterliegen (z.B. Büros, auch Home-Office, Verkaufsräume etc.)*
- *Fahrgasträume von Kraftfahrzeugen und öffentlichen Verkehrsmitteln inkl. Züge, Schiffe, Flugzeuge*

Keine Innenräume im Sinne dieser Definition sind:

- *Arbeitsplätze, an denen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen ausgeführt werden, diese unterliegen der Gefahrstoffverordnung (z.B. Laboratorien, Chemieanlagen, Schweißarbeitsplätze, Handwerker u.v.a.m.)*

Raumlufschadstoffe	Quelle / Ursache
 <p>Kohlendioxid (CO₂)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Atmung besonders relevant bei hoher Personendichte (z.B. Besprechungs- und Unterrichtsräume)
 <p>Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Aldehyde</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ausdünstungen aus Baustoffen und Einrichtungsgegenständen (z.B. Bodenbeläge u. Verlegewerkstoffe, Farben und Lacke, Möbel, Span-/OSB-Platten etc.) • Bestimmte Nutzungen Chemische Reinigungen, Heizöl u.a.
 <p>„Harte“ Gebäudeschadstoffe (Holzschutz, Biozide, PCB, PAK, Asbest, KMF, Brandschadstoffe u.a.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Atlasten vergangener Dekaden • Schädlingsbekämpfung • Brandereignisse
 <p>Mikrobiologische Belastungen (Schimmelpilze, Actinomyceten, Bakterien)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kondens-/Oberflächenfeuchte (Winter- oder Sommerkondensation) • Wasserschäden • Baumängel

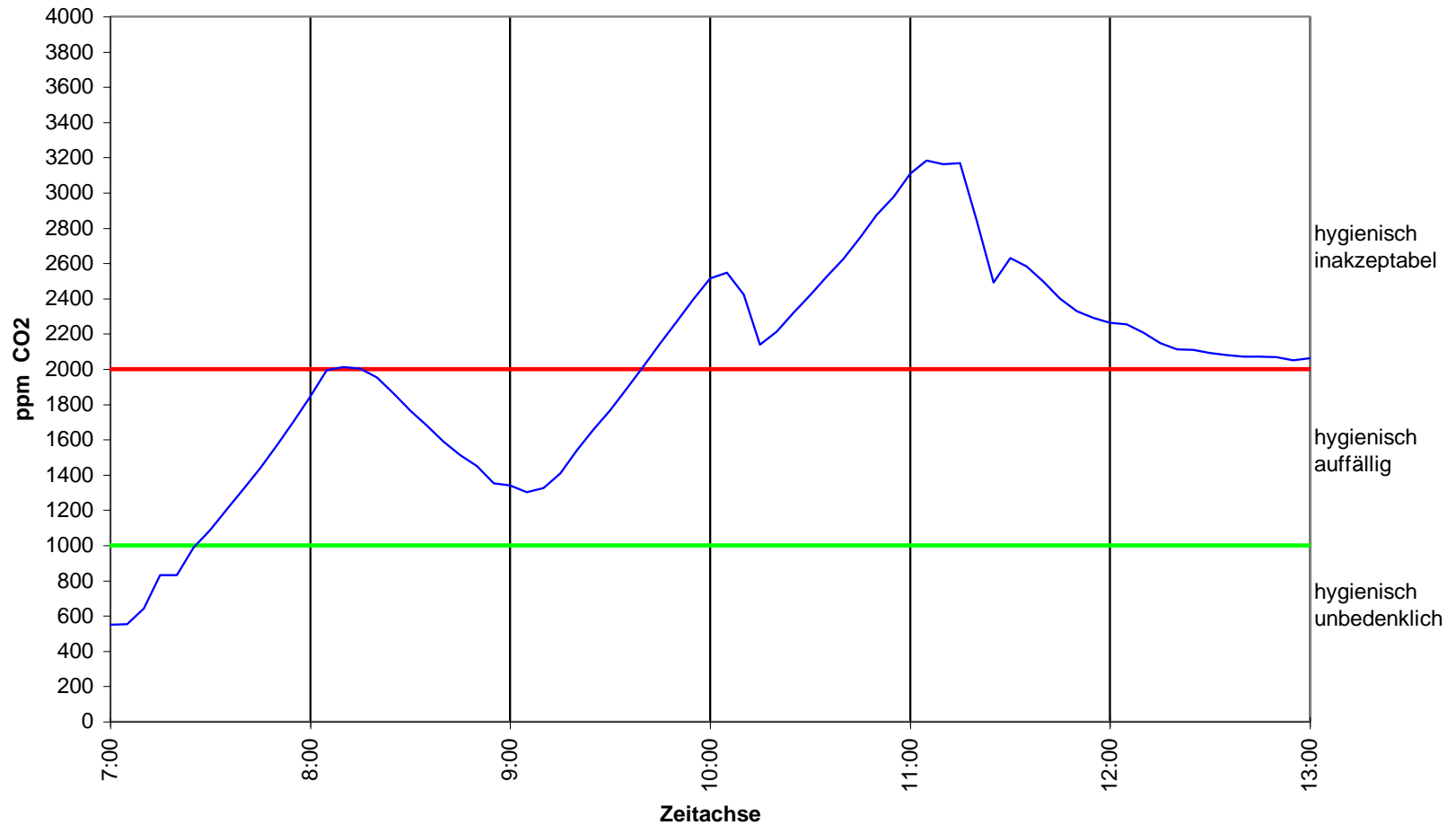
Raumlufschadstoffe		Quelle / Ursache
 <p>Quelle: www.wikipedia.de Plenz</p>	Stäube / Feinstäube	<ul style="list-style-type: none">• Verkehr• Tabakrauch• Kerzen, Hausbrand• Nicht sachgerechte Reinigung
 <p>Quelle: www.wikipedia.de</p>	Gerüche	<ul style="list-style-type: none">• VOC (s.o.)• Mikrobiologischer Befall (s.o.)• Essensgerüche• Fäkalgerüche• Fertighausgeruch u.a.
 <p>Quelle: www.bfs.de</p>	Sonstige <ul style="list-style-type: none">• Radon• Isothiazolinone• Flammschutzmittel• Weichmacher u.a.	Je nach Schadstoff <ul style="list-style-type: none">• Radon: geogen (Kellerräume)• Isothiazolinone. Dispersionsprodukte (Wandfarb.)• Flammschutzmittel: behandelte Produkte• Weichmacher: Kunststoffe

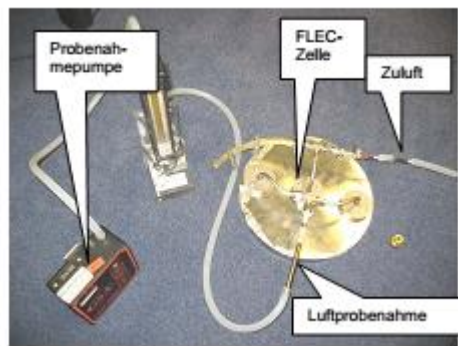


- **Vor allem in Räumen mit hoher Personenbelegung:**
 - Unterrichtsräume
 - Besprechungsräume
 - Groß- oder Gruppenbüros
- **Zunehmend dichtere Gebäude (ohne RLT)**
- **Teilweise nicht zu öffnende Fenster (z.B. OG in Schulen)**
- **Hohe CO₂-Konzentrationen führen zu Müdigkeit, Konzentrationsschwäche, Kopfschmerzen**

Messverfahren	Kontinuierliche Messgeräte mit IR-Sensor, „CO ₂ -Ampel“	
Norm(en)	VDI 4300 Blatt 9 / DIN EN ISO 16000-26	
Beurteilung	Raumluftqualität AIR / ad-hoc-AG	Kohlendioxidgehalt [ppm]
	Hygienisch unbedenklich	≤ 1.000
	Hygienisch auffällig	1.000 – 2.000
	Hygienisch inakzeptabel	> 2.000
	Raumluftqualität nach VDI 6022 Blatt 3	Kohlendioxidgehalt [ppm]
	Hohe Raumluftqualität (RAL 1)	≤ 1.000
	Mittlere/normale Raumluftqualität (RAL 2)	≤ 1.500
	Mäßige/moderate Raumluftqualität (RAL 3)	≤ 2.000
	Niedrige Raumluftqualität (RAL 4)	> 2.000
Sonstiges	Typische Außenluftkonzentration: 350 ppm (Land), 400 ppm (Stadt) 1.000 ppm $\hat{=}$ 0,1 Vol-%	

Raumluftmessungen Grundschule Bestensee, Klassenraum 4a CO₂-Konzentration, Mittwoch, 21.1.2009





- **Ausdünstungen aus Baustoffen und Einrichtungsgegenständen (z.B. Teppichboden / Kleber, Öle u.a.)**
- **Verwendung ungeeigneter Produkte (z.B. zur Feuchtigkeitsabdichtung)**
- **Auch bei zertifizierten Produkten oder bei Naturbaustoffen möglich (z.B. Terpene, Aldehyde)**
- **Sonderfall Formaldehyd (Spanplatten, Fertighäuser)**
- **Altlasten: Mineralölkohlenwasserstoffe, Naphthaline**
- **Häufige Ursache von Geruchsbelastungen, in höheren Konzentrationen auch direkte gesundheitliche Beeinträchtigungen**

Messverfahren

- aktive oder Passive Probenahme auf Aktivkohle/Silicagel oder Tenax TA
- Aktivkohle/Silicagel: Lösemitteldesorption, GC-Auswertung (engeres Stoffspektrum, höhere Bestimmungsgrenzen)
- Tenax TA: Thermodesorption, GC-Auswertung (erweitertes Stoffspektrum, niedrigere Bestimmungsggr.)
- Direktanzeigende Messung mit PID (Summenparameter TVOC)
- Grundsätzlich auch Vor-Ort-Messung mit Gaschromatograph möglich, aber sehr aufwändig und damit teuer (> 5.000 €), für Sonderfälle

Norm(en)

VDI 4300 Blatt 1 / DIN EN ISO 16000-1: Messstrategie allg.
DIN EN ISO 16000-5: Messstrategie VOC
DIN EN ISO 16000-6: Messung VOC (Tenax TA)
DIN EN ISO 16017-1: VOC (Tenax TA), aktive Probenahme
DIN EN ISO 16017-2: VOC (Tenax TA), Passivsammler
VDI 2100 Blatt 1-6: Gaschromatografische Bestimmung (Tenax TA und Aktivkohle)

Flüchtige organische Verbindungen

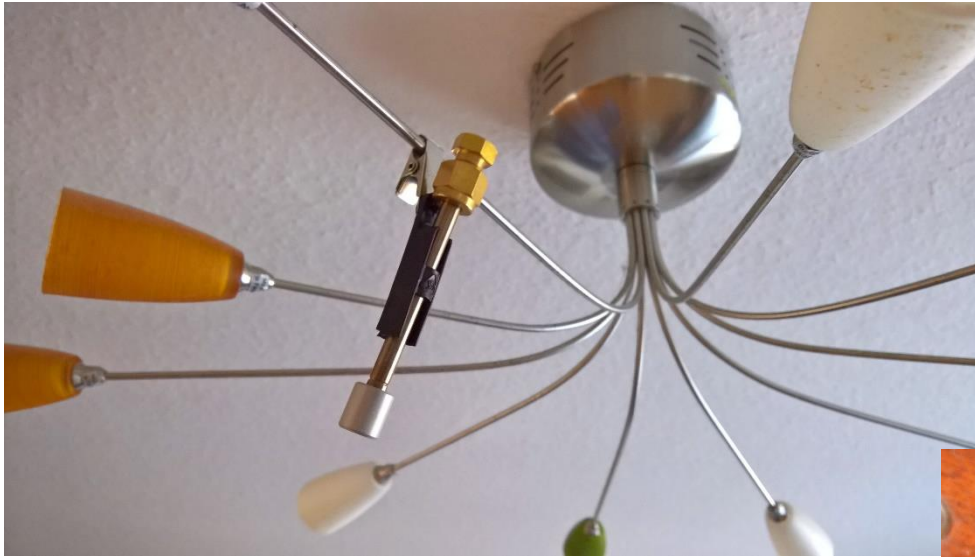
Aktive Probenahme



Quelle: www.draeger.com

Flüchtige organische Verbindungen

Passivsammler / PID



Beurteilung TVOC nach AIR / ad-hoc-AG	Beurteilungsstufe	[µg/m ³]
	<i>hygienisch unbedenklich</i>	< 300
	<i>hygienisch noch unbedenklich</i>	>300 – 1.000
	<i>hygienisch auffällig</i>	> 1.000 – 3.000
	<i>hygienisch bedenklich</i>	> 3.000 – 10.000
	<i>hygienisch inakzeptabel</i>	> 3.000 – 25.000
Beurteilung Einzelstoffe	<ol style="list-style-type: none"> 1. Referenzwerte (statistisch ermittelte Hintergrundbelastung) 2. Innenraumrichtwerte AIR / ad-hoc-AG Richtwert I: Vorsorgewert Richtwert II: Gefahrenrichtwert 3. Leitwerte für karzinogene Stoffe (ab 2015) 4. Vorläufige Geruchsleitwerte AIR / Ad-hoc-AG vorläufiger GLW I: geruchlich auffällig vorläufiger GLW II: geruchlich erheblich belästigend 5. Für Stoffe ohne IRW / LW / GLW: Sonstige Beurteilungswerte, z.B. BImSchV'en, Fachliteratur Ableitung von Beurteilungswerten, z.B. auf Basis von Arbeitsplatzgrenzwerten, NIK-Werten, DNEL-Werten, Geruchsschwellen etc. 	

Verbindung	Richtwert II ¹⁾ (mg/m ³)	Richtwert I ¹⁾ (mg/m ³)	Jahr der Festlegung
Xylole Summe (CAS-Nr. 95-47-6; 108-38-3; 106-42-3; 1330-20-7)	0,8	0,1	2015
Butanonoxim (CAS-Nr. 96-29-7)	0,06	0,02	2015
2-Chlorpropan (CAS-Nr. 75-29-6)	8	0,8	2015
Ethylacetat (CAS-Nr. 141-78-6)	6	0,6	2014
1-Methyl-2-pyrrolidon (CAS-Nr. 872-50-4)	1	0,1	2014
1-Butanol (CAS-Nr. 71-36-3)	2	0,7	2014
2-Ethylhexanol (CAS-Nr. 104-76-7)	1 (v)	0,1 (v)	2013
Ethylenglykolmonomethylether (EGME, CAS-Nr. 109-86-4)	0,2 [= 0,05 ppm]	0,02	2013
Diethylenglykolmethylether (DEGME, CAS-Nr. 111-77-3)	6 (v) [= 1 ppm]	2 (v)	2013
Diethylenglykoldimethylether (DEGDME, CAS-Nr. 111-96-6)	0,3 [= 0,06 ppm]	0,03	2013
Ethylenglykolmonoethylether (EGEE, CAS-Nr. 110-80-5)	1 [= 0,4 ppm]	0,1	2013
Ethylenglykolmonoethylether-acetat (EGEEA, CAS-Nr. 111-15-9)	2 (v) [= 0,4 ppm]	0,2 (v)	2013
Diethylenglykolmonoethylether (DEGEE, CAS-Nr. 111-90-0)	2 (v) [= 0,4 ppm]	0,7 (v)	2013
Ethylenglykolbutylether (EGBE, CAS-Nr. 111-76-2)	1 [= 0,3 ppm]	0,1	2013
Ethylenglykolbutyletheracetat (EGBEA, CAS-Nr. 112-07-2)	2 (v) [= 0,3 ppm]	0,2 (v)	2013
Diethylenglykolbutylether (DEGBE, CAS-Nr. 112-34-5)	1 (v) [= 0,2 ppm]	0,4 (v)	2013
Ethylenglykolhexylether (EGHE, CAS-Nr. 112-25-4)	1	0,1	2013
2-Propylenglykol-1-methylether (2PG1ME, CAS-Nr. 107-98-2)	10	1	2013
Dipropylenglykol-1-methylether (D2PGME, CAS-Nr. 34590-94-8; 13429-07-7; 20324-32-7; 13588-28-8; 55956-21-3)	7 (v) [=1 ppm]	2 (v)	2013
2-Propylenglykol-1-ethylether (2PG1EE, CAS-Nr. 1569-02-4)	3 [=0,5 ppm]	0,3	2013
2-Propylenglykol-1-tertbutylether (2PG1tBE, CAS-Nr. 57018-52-7)	3 [=0,5 ppm]	0,3	2013

Default-Wert: Glykolether mit unzureichender Datenlage	0,05 ml/m ³ (v) [=0,05 ppm]	0,005 ml/m ³ (v) [=0,005 ppm]	2013
Naphthalin und Naphthalin-ähnliche Verbindungen	0,03 (v)	0,01 (v)	2013
Acetaldehyd (CAS-Nr. 75-07-0)	1	0,1	2013
Methylisobutylketon (CAS-Nr. 108-10-1)	1	0,1	2013
Ethylbenzol (CAS-Nr. 100-41-4)	2	0,2	2012
Alkylbenzole, C ₉ -C ₁₅	1	0,1	2012
Kresole	0,05	0,005	2012
Phenol (CAS-Nr. 108-95-2)	0,2	0,02	2011
2-Furaldehyd (CAS-Nr. 98-01-1)	0,1	0,01	2011
Zyklische Dimethylsiloxane D ₃ -D ₆ (Summenrichtwert)	4	0,4	2011
Benzaldehyd (CAS-Nr. 100-52-7)	0,2 (v)	0,02 (v)	2010
Benzylalkohol (CAS-Nr. 100-51-6)	4	0,4	2010
Monozyklische Monoterpene (Leitsubstanz d-Limonen)	10	1	2010
Aldehyde, C ₆ bis C ₁₁ (gesättigt, azyklisch, aliphatisch)	2	0,1	2009
dioxinähnliche PCB	Siehe Erläuterungen im folgenden Text		2007
C ₉ -C ₁₄ -Alkane / Isoalkane (aromatenarm)	2	0,2	2005
Terpene, bicyclisch (Leitsubstanz α-Pinen)	2	0,2	2003
Tris(2-chlorethyl)phosphat (TCEP)	0,05	0,005	2002
Diisocyanate	Siehe Erläuterungen im folgenden Text		2000
Quecksilber (als metallischer Dampf)	0,00035	0,000035	1999
Styrol (CAS-Nr. 100-42-5)	0,3	0,030	1998
Dichlormethan (CAS-Nr. 75-09-2)	2 (24 h)	0,2	1997
Pentachlorphenol (PCP) (CAS. Nr. 87-86-5)	0,001	0,0001	1997
Toluol (CAS-Nr. 108-88-3)	3	0,3	1996

¹⁾ Üblicherweise handelt es sich um Langzeitwerte. Davon abweichende Mittelungszeiträume sind in Klammern angegeben, z. B. 24 Stunden (h).

Quelle: Umweltbundesamt

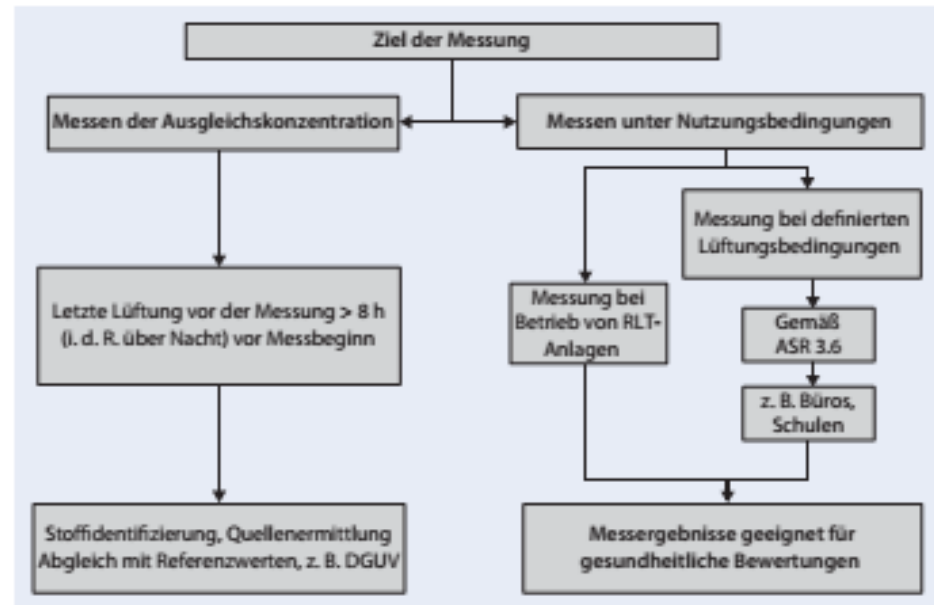
(v) vorläufig

Jeweils aktuell:

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte-vormals-ad-hoc>

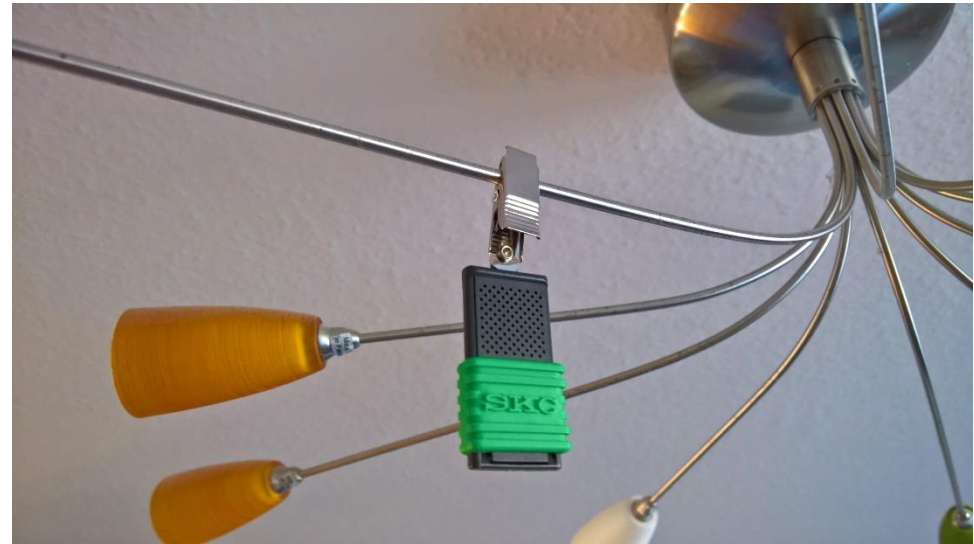
Übersicht Richtwerte und Ergebnisprotokolle AIR-Sitzungen!

- Messbedingungen beachten, teilweise unterschiedliche Vorgaben (ISO, AIR, DGNB etc.)
- VOC-Messung ist nicht gleich VOC-Messung:
 - sehr unterschiedliche Stofflisten für stoffspezifische Bestimmung
 - Zusätzlicher Abgleich Spektrenbibliotheken?
 - TVOC-Definition
- Qualitätssicherung
 - Kalibrierte Probenahmegeräte (Flowmeter, PID etc.)
 - Auswahl geeignete Messpunkte (Anzahl, Messhöhe etc.)
 - Feldblindwerte, ggf. Mehrfachprobenahmen pro Messpunkt
 - Vergleichsmessungen (Außenluft, unbelastete Räume)
 - Akkreditiertes Analyselabor
 - Ringversuchsteilnahmen



Quelle: DGUV/ad-hoc-AG 2014

Messverfahren	<ul style="list-style-type: none">• aktive oder passive Probenahme auf DNPH• Analyse mittels HPLC High Pressure Liquid Chromatography• Formaldehyd: Direktanzeigende Messung möglich (Achtung: hohe Querempfindlichkeiten)
Norm(en)	VDI 4300 Blatt 1 / DIN EN ISO 16000-1: Messstrategie DIN EN ISO 16000-2: Messstrategie Formaldehyd DIN EN ISO 16000-3: Messung Formaldehyd (aktiv) DIN EN ISO 16000-4: Messung Formaldehyd (passiv) DFG-Methode
Beurteilung	<ul style="list-style-type: none">• Beurteilung mittlere bis höhere Aldehyde wie VOC (s.o.) <p><u>Sonderfall Formaldehyd</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Bis 2016: Uralt-Richtwert Bundesgesundheitsamt 1978, zuletzt bestätigt ad-hoc-AG 2006• Seit 2016: Neuer AIR - Richtwert RW I: 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / RW II: nicht festgelegt Richtwertvorschlag 2006: RW I: 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, RW II: 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$• Geringer Abstand zu Arbeitsplatzgrenzwert (RW I: 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, AGW: 370 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), sonstige VOC: \approx Faktor 100• Hohe Referenzwerte: 40 – 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Hinweise:

- keine Handpumpenprobenahme möglich (hohes Probenahmenvolumen)
- Dräger BioCheck Formaldehyd (Farbreaktion) nur grob orientierend

Quelle: www.draeger.com

Quelle: www.raesystems.com

- **Holzschutzmittel- und Biozide können gravierende gesundheitliche Beeinträchtigungen verursachen**
- **Ursache: Holzschutzmittel- bzw. Biozidanwendungen in der Vergangenheit (Altlasten)**
- **Beurteilung Gesundheitsgefährdung nur durch Raumluftmessung möglich**
- **Vorgeschaltete Recherche sowie ggf. Hausstaub- oder Materialuntersuchungen => Verbindungen identifizieren**
- **Raumluftmessungen auf identifizierte Verbindungen**
- **Holzschutzmittel und Biozide liegen sowohl gasförmig als auch partikelgebunden vor => geeignetes Messverfahren**



Messverfahren	<ul style="list-style-type: none">➤ aktive Probenahme auf PU-Schaum/Glasfaserfilter➤ Analyse durch externe Standards / Gaschromatografie➤ Orientierend: Probenahme auf Chromosorb➤ Keine direktzeigende Messung möglich
Norm(en)	<p>PCP-Richtlinie VDI 4300 Blatt 1 / DIN EN ISO 16000-1: Messstrategie allg. VDI 4300 Blatt 4: Messstrategie PCP/Lindan VDI 4301 Blatt 2/3: Messen von PCP/Lindan (PU/GF)</p>
Beurteilung	<ul style="list-style-type: none">➤ PCP: Richtwerte nach PCP-Richtlinie 1,0 µg/m³ (< 8h Aufenth.; 0,1 µg/m³ (> 8 h Aufenth.) Empfehlung BayLfU: Übernahme Richtwerte für Lindan➤ PCP: Innenraumrichtwerte ad-hoc-AG RW I: 0,1 µg/m³ / RW II: 1,0 µg/m³➤ Lindan: Richtwert ehem. Bundesgesundheitsamt: 1,0 µg/m³➤ Sonstige Wirkstoffe: Literaturrecherche und Ableitung vergleichbarer Werte



- ↪ In PCP-Richtlinie Verweis auf VDI-Messverfahren (PU/GF), daher Chromosorb nur orientierend
- ↪ Mindestens 1 m³ Probenahmenvolumen => große und laute Probenahmepumpe, ca. 2 h Probenahmedauer
- ↪ Gemeinsame Probenahme mit PAK und PCB möglich

- **PAK: Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe**
- **PAK vor allem aus teerhaltigen Produkten (Abdichtungen, Parkettkleber, Teerpappen)**
- **Geruchsbelastungen (Naphthalin) und gesundheitliche Beeinträchtigungen**
- **Vorgeschaltete Staubuntersuchung möglich, aber nicht immer notwendig**
- **PAK liegen sowohl gasförmig als auch partikelgebunden vor
=> geeignetes Messverfahren**
- **VDI-konformes Messverfahren (PU/GF) mit Minderbefunden für Naphthalin
=> ergänzende Messung erforderlich (s. VOC)**



PAK-haltiger Bodenbelagskleber

Messverfahren	<ul style="list-style-type: none">• aktive Probenahme auf PU-Schaum/Glasfaserfilter plus Probenahme Naphthalin (s. VOC)• Analyse durch externe Standards / Gaschromatografie Auswertung auf 16 EPA-PAK, ggf. zusätzlich weitere karzinogene PAK• Keine direktanzeigende Messung möglich
Norm(en)	VDI 4300 Blatt 1 / DIN EN ISO 16000-1: Messstrategie allg. VDI 4300 Blatt 2: Messstrategie PAK, PCDD/F, PCB DIN ISO 16000-12: Messstrategie PAK, PCDD/F, PCB
Beurteilung	<ul style="list-style-type: none">➤ Beurteilung flüchtige PAK (= VOC) Innenraumrichtwerte I und II für Naphthalin und naphthalinähnliche Verbindungen➤ Toxizitätsäquivalente für 16 EPA-PAK nach Bremer Umweltinstitut (2005), Sanierungszielwert und Eingriffswert



- ↪ Neben PU/GF-Probenahme ergänzende Probenahme Naphthalin erforderlich
- ↪ Mindestens 1 m³ Probenahmenvolumen => große und laute Probenahmepumpe, ca. 2 h Dauer
- ↪ Auch kleinere OVS-Sammler (PU/GF) verfügbar, kleinere Pumpe, dann aber ca. 12 Stunden Probenahmedauer notwendig
- ↪ Gemeinsame Probenahme mit HSM/Bioziden und PCB möglich

- ↪ **PCB: Polychlorierte Biphenyle**
- ↪ **PCB z.B. aus dauerelastischen Fugendichtmassen, auch Deckenplatten, Kondensat., Trafoölen (Altlasten)**
- ↪ **Gesundheitliche Beeinträchtigungen bereits bei niedrigen Konzentrationen möglich
=> empfindliches Messverfahren**
- ↪ **Vorgeschaltete Recherche und ggf. Materialuntersuchung sinnvoll, auch Staubuntersuchung möglich**
- ↪ **PCB-Richtlinie nennt mehrere Messverfahren (VDI, Florisil)**



Typisches Gebäude mit PCB-haltigen Fugen



© Ing.-Büro ROLAND BRAUN
13.4.2016, IMAG2075.jpg

Messverfahren	<ul style="list-style-type: none">• aktive Probenahme auf PU-Schaum/Glasfaserfilter oder Florisilröhrchen• Analyse durch externe Standards / Gaschromatografie• Auswertung auf fünf Indikator-PCB gem. PCB-Richtlinie, plus PCB 118 (Leitkongener dioxinähnliche PCB)• Keine direktanzeigende Messung möglich
Norm(en)	PCB-Richtlinie VDI 4300 Blatt 1 / DIN EN ISO 16000-1: Messstrategie allg. VDI 4300 Blatt 2: Messstrategie PAK, PCDD/F, PCB DIN ISO 16000-12: Messstrategie PAK, PCDD/F, PCB VDI 2464 Blatt 1: Messverfahren PCB
Beurteilung	<ul style="list-style-type: none">➤ Beurteilung anhand PCB-Richtlinie Summe 5 Indikator-PCB x 5 Zielwert und Interventionswert➤ Zusätzliche länderspezifische Vorgaben (z.B. zeitanteilige Umrechnung, strengere Richtwerte)➤ Prüfwert für dioxinähnliches Leitkongener PCB 118, ad-hoc-AG (2007)

- **KMF: Künstliche Mineralfasern**
- **Asbest: frühere Wunderfaser, in den 60-/70iger Jahren in allen möglichen und unmöglichen Produkten enthalten**
- **Beim Umgang mit asbesthaltigen Materialien sind besondere Schutzmaßnahmen erforderlich (TRGS 519)**
- **Alte Mineralwolle / KMF (vor 1996 prod., bis 2000 noch eingebaut) ebenfalls krebserzeugend, aber geringeres Gefährdungspotential als Asbest, Schutzmaßnahmen gem. TRGS 521**
- **Raumluftmessung meist im Zusammenhang mit Bau- oder Sanierungsmaßnahmen, bei Messung in (potentiell) kontaminierten Bereichen Schutzmaßnahmen auch für die Messung notwendig**



Asbesthaltiger Lüftungskanal

Messverfahren	<ul style="list-style-type: none">• Probenahme auf goldbedampften Kernporenfilter• Rasterelektronenmikroskopische Auswertung• Orientierende Prüfung durch Abtupfproben (Faserstaubablagerungen)• Keine direktanzeigende Messung möglich
Norm(en)	Asbest-Richtlinie VDI 3492: Faserstaubmessungen DIN EN ISO 16000-7: Messstrategie Asbestfasern VDI 3877 Blatt 1/2: Abtupfproben
Beurteilung	<ul style="list-style-type: none">➤ Asbest: Beurteilung anhand Asbest-Richtlinie Azeptanz- und Toleranzwerte gem. TRGS 910➤ KMF: keine verbindlichen Beurteilungswerte, Beurteilung z.B. in Anlehnung an Asbest-Richtlinie



Asbesthaltige Floorflexplatte

Rohrisolierung aus
alter Mineralwolle





- ↪ **Je nach Messaufgabe
Nutzungssimulation erforderlich
(Anblasen, Staubaufwirbelung)**
- ↪ **Messdauer: 8 Stunden**
- ↪ **Hamburg: Messdurchführung
Asbest nur durch akkreditierte
Messstellen
(oder gleichgestellt: Asbest-Sachverständige
nach früherer HH-Asbest-Sachverständigen-
Verordnung)**
- ↪ **Ggf. für Messdurchführung
Schutzmaßnahmen erforderlich**

- **Schimmelpilzbefall durch erhöhte Feuchte**
- **Bei sichtbarem Befall in der Regel keine Raumluftmessung erforderlich**
- **Anlass von Messungen:**
 - Beweissicherung
 - Verdacht auf versteckten Schimmelpilzbefall
 - Erfolgskontrolle Schimmelbeseitigung
- **Ergebnis Raumluftmessungen:**
Schimmelpilzquelle wahrscheinlich / nicht auszuschließen / unwahrscheinlich
- **Auf Basis von Raumluftmessung ist keine bzw. nur eine sehr eingeschränkte gesundheitliche Beurteilung möglich!**
- **Bei Feuchte können auch weitere mikrobiologische Belastungen vorliegen, Raumluftmessungen noch nicht Stand der Technik**



Sichtbarer Schimmelpilzbefall

Messverfahren	<ul style="list-style-type: none">➤ Raumluftmessung kultivierbare Schimmelpilze (Lebendkeimsammlung, Impaktion)➤ Raumluftmessung kultivierbare Schimmelpilze (Lebendkeimsammlung, Filtration)➤ Gesamtzellzahlmessung➤ Auswertung kultivierbare Schimmelpilze nach Bebrütung➤ Gesamtzellzahlmessung mit lichtmikroskopischer Auswert.➤ Neu: Messung nach Mobilisierung (WTA 4-12)➤ Keine direktanzeigende Messung möglich
Norm(en)	<p>UBA-Schimmelpilz-Leitfaden (2002) UBA-Schimmelpilz-Sanierungsleitfaden (2005) UBA-Schimmel-Leitfaden (Entwurf 2016) WTA-Merkblatt 4-12 (Erfolgskontrolle Sanierung) DIN EN ISO 16000-19: Probenahmestrateg. Schimmelpilze DIN EN ISO 16000-16: Probenahme Filtration DIN EN ISO 16000-17: Kultivierungsverfahren Schimmelp. DIN EN ISO 16000-18: Probenahme Impaktion DIN EN ISO 16000-20: Auswertung Gesamtzellzahlmess.</p>
Beurteilung	<ul style="list-style-type: none">➤ Beurteilungshinweise gem. UBA-Schimmel-Leitfäden (2002 – 2016), keine starren Kriterien, Beurteilung im Kontext➤ Beurteilung gem. WTA-Merkblatt 4-12



- ↪ **Raumluftmessung meist mit Impaktion oder Gesamtzellzahlm. Filtration bei AGW-Messung**
- ↪ **Immer Vergleichsmessung Außenluft erforderlich**
- ↪ **DIN-/ISO-konforme Lebendkeimsammlung aufwändig (2 versch. Nährmedien, 2 versch. Probenahme-Volumina, jeweils doppelte Probenahme = 8 Platten je Messpunkt)**
- ↪ **Gesamtzellzahlmessung erfasst auch abgetötete Keime, bei Erfolgskontrolle Sanierung wichtig, bei anderen Messaufgaben Gesamtzellzahlmessung nicht immer ausreichend (z.B. bei hoher Außenluftbelastung im Spätsommer / Herbst)**





- **Raumluftmessung ist immer nur ein Element der Gesamtbeurteilung**
- **Sedimentationsverfahren (Sporenfallen, Petrischalen zum Aufstellen etc.) liefern keine belastbaren Ergebnisse, das UBA rät von der Verwendung ab**

- Erhöhte Partikelbelastung der Raumluft durch Tabakrauch, Hausbrand, Kerzen u.a. möglich
- Relevant z.B. für Fogging-Probleme, generell Feinstaub kritisch
- Feinstaubmessungen in Hamburg für Raucherräume in Gaststätten vorgeschrieben (Hamburgische Passiv-Raucherschutzverordnung)
- Gravimetrisches Messverfahren (Referenzverfahren) und orientierende direktanzeigende Messverfahren
- Relevant in Innenräumen ist die $PM_{2,5}$ -Feinstaubfraktion, für Büroräume auch PM_{10} -Feinstaubfraktion



Sammelkopf gravimetrische Feinstaubmessung
Quelle: www.skinc.com



Streulichtphotometer
Quelle: www.tsi.com

Messverfahren	<ul style="list-style-type: none">➤ Gravimetrische Messung (Filterverfahren)➤ Streulichtphotometrie➤ Optische Partikelzähler
Norm(en)	VDI 4300 Blatt 11: Feinstaubmessungen
Beurteilung	<ul style="list-style-type: none">➤ Leitwert PM2-5-Fraktion AIR/ad-hoc-AG 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$➤ DGUV-Empfehlung für PM10-Fraktion (Innenraumarbeitsplätze) 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

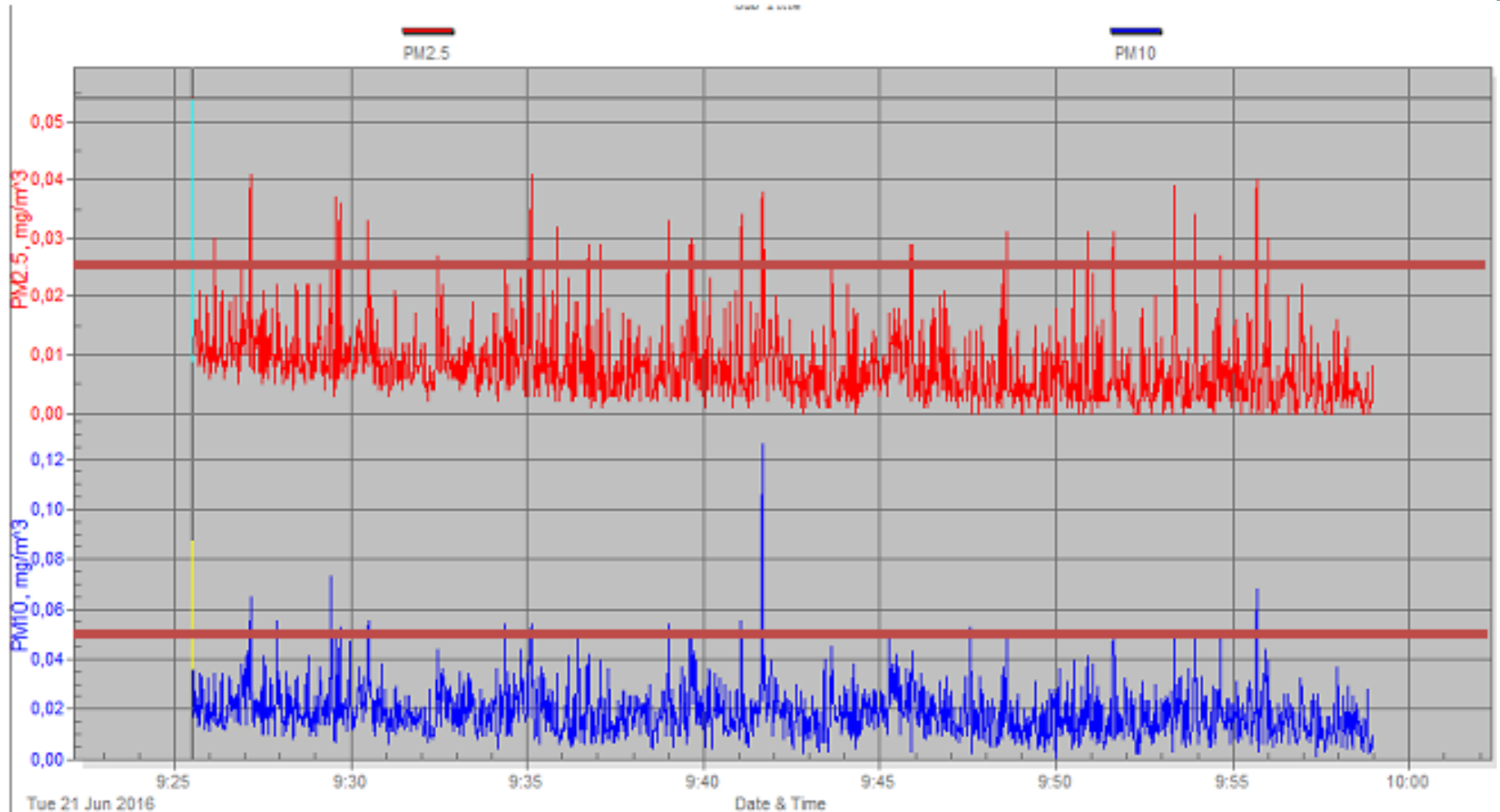


Abb. 9: Verlauf Feinstaubmessung, $PM_{2,5}$ und PM_{10} , [REDACTED]
Zeitangabe in MEZ (MESZ: + 1h), Messwerte in mg/m^3
— Beurteilungswerte ($PM_{2,5}$: $0,025 mg/m^3$, PM_{10} : $0,050 mg/m^3$)

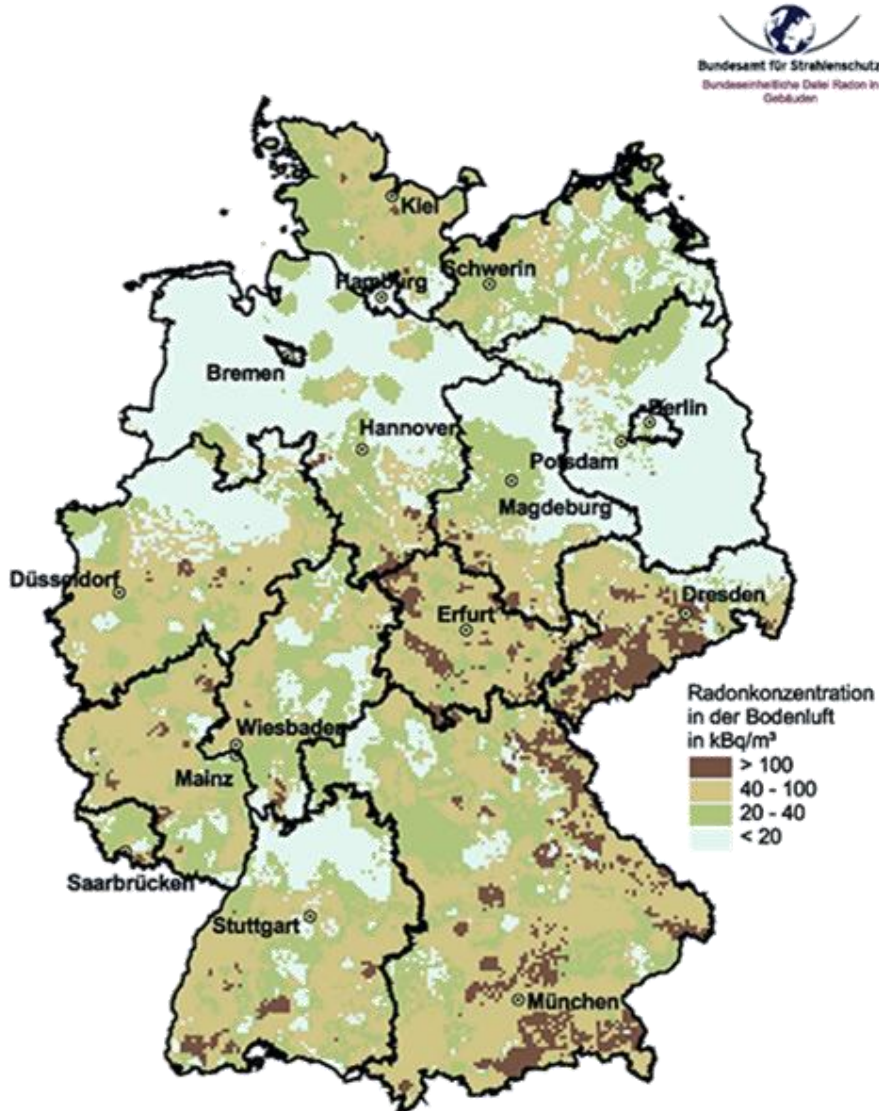
- **Messung von Geruchsstoffen s. VOC, PAK, Schimmelpilze etc.**
- **Stattdessen oder zusätzlich direkte Beurteilung von Geruchsbelastungen möglich**
- **Beurteilung durch Geruchsprüfer vor Ort**
- **oder Raumluftprobenahme und Beurteilung der Luftprobe im Geruchslabor**
- **Für zuverlässige Beurteilung mehrere geschulte Geruchsprüfer notwendig
=> vergleichsweise hoher Aufwand**
- **Bei Bedarf nehmen wir Raumluftproben vor Ort und überführen diese kurzfristig zur Auswertung in ein akkreditiertes Geruchslabor**



**Probenehmer für Raumluft,
Geruchslabor**

Messverfahren	➤ Olfaktometrische Messung Raumluf
Norm(en)	VDI 4302 Blatt 1: Geruchsprüfung Raumluf Grundlagen VDI 4302 Blatt 2: Prüfstrategie Geruchsprüfung Raumluf (Entwurf) DIN ISO 16000-30: Sensorische Prüfung Raumluf AGÖF-Geruchsleitfaden
Beurteilung	➤ Beurteilung Geruchsintensität und hedonische Geruchswirkung

Sonstige Raumluftschadstoffe: Radon



- geogen, natürliches Vorkommen im Boden, kann in Gebäude eindringen, vor allem Kellerräume
- Radon bzw. seine radioaktiven Zerfallsprodukte können nach Einatmung Gesundheitsgefährdungen verursachen
- Hamburg allgemein kein Risikogebiet, aber in einigen Bereichen erhöhtes Gefährdungspotential:
 - Walddörfer, Schnelsen
 - nördl. Umland (Bargteheide)
 - südl. Umland (Seevetal, Lüneb.)
- In unserer Praxis bisher nicht relevant
- z.B. Passivmessverfahren (Langzeitmessungen) gem. DIN 25706-2 (Aktivkohle)

Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz, www.bfs.de

➤ Chloranisole

Typisch für ältere Fertighäuser bis Mitte 1980er Jahre, Abbauprodukte von Holzschutzmitteln (Phenole), sehr geruchsintensiv (Fertighausgeruch), Hauptgeruchsträger: Dämmmaterial im Ständerwerk
Messung wie VOC-Messung mit gesonderter Auswertung

➤ Isothiazolinone

Topfkonservierer in Dispersionsprodukten, z.B. Wandfarben, Kontaktallergen, auch luftgetragenes Risiko
Innenraumrichtwerte in Vorbereitung
Messung wie VOC-Messung mit gesonderter Auswertung

➤ Flammenschutzmittel, Weichmacher

keine Standardmessungen, bei besonderen Fragestellungen ggf. relevant, Messtechnik jeweils im Einzelfall festzulegen.

➤ MVOC

mikrobielle flüchtige organische Verbindungen, MVOC-Messungen können ein weiterer Baustein bei komplexen Schimmelpilzproblemen sein, als alleinige Messung ungeeignet.

Messung wie VOC-Messung mit gesonderter Auswertung

- 1. Es gibt kein Messverfahren, mit dem alle möglichen Raumluftschadstoffe auf einen Schlag überprüft werden können. Es ist daher zunächst notwendig, die möglichen Risiken näher einzugrenzen. Identifizierte Schadstoffrisiken können dann durch Messungen überprüft werden.**

2. Wenn Raumluftmessungen durchgeführt werden, dann sollten diese „richtig“ mit einem geeigneten Messverfahren auf Basis einschlägiger Normen und Vorgaben und unter Beachtung der Erfordernisse zur Qualitätssicherung erfolgen. Dies ist in der Regel nur durch eine Sachverständigenmessung möglich. In bestimmten Fällen kann es sinnvoll sein, orientierende Messverfahren vorzuschalten.

- 3. Die Beurteilung von Messergebnissen sollte auf der Basis von allgemein anerkannten Beurteilungsmaßstäben erfolgen. Liegen diese nicht vor, sollten verwendete Beurteilungswerte nachvollziehbar abgeleitet und erläutert werden.**

4. Die Grenzen der verwendeten Messverfahren sollten bekannt sein und beachtet werden, z.B. sind

- **Raumluftmessungen für Schimmelpilze nicht oder nur sehr eingeschränkt für eine gesundheitliche Beurteilung geeignet.**
- **Referenzwerte (z.B. VOC) nur statistisch abgeleitete Hintergrundwerte. Eine gesundheitliche Beurteilung auf Basis von Referenzwerten ist nicht möglich.**