

GI-Label 2.0 – Gutes Innenraumklima

Pascal Diefenbacher
Roland Ganz

8. Schweizer Hygienetagung, 24. Januar 2025
Verkehrshaus Luzern

Inhalt

Faktoren für gute Raumlufthqualität (P. Diefenbacher)	4
Ergebnisse Pilotmessungen nach GI 2.0-Reglement (R. Ganz)	17
Diskussion	

GI GUTES INNENRAUMKLIMA® – Das Label für ausgezeichnete Luftqualität

- Schlankes Label mit Fokus auf **Qualität des Innenraumklimas**, das 2006 entwickelt wurde
- Bisher Zertifizierung von über **50 Gebäuden** von renommierten Eigentümern (ETH, Bundesamt für Bauten und Logistik, Credit Suisse)
- Im Jahr 2023 wurde das Reglement umfassend überarbeitet (GI Version 2.0):
 - Reduktion auf Parameter mit direktem Mehrwert für **Qualität Innenraumklima und Bauausführung**
 - Messungen unter **realistischen Nutzungsbedingungen** (laufende Lüftungsanlage)
 - **Breitere Abstützung** durch Einbezug verschiedener Experten und Institutionen



Weitere Informationen zum Label: www.gutesinnenraumklima.ch

GI-Label 2.0 – Faktoren für gute Raumluftqualität

Faktoren für gute Raumluftqualität



Flüchtige organische Verbindungen (VOC)



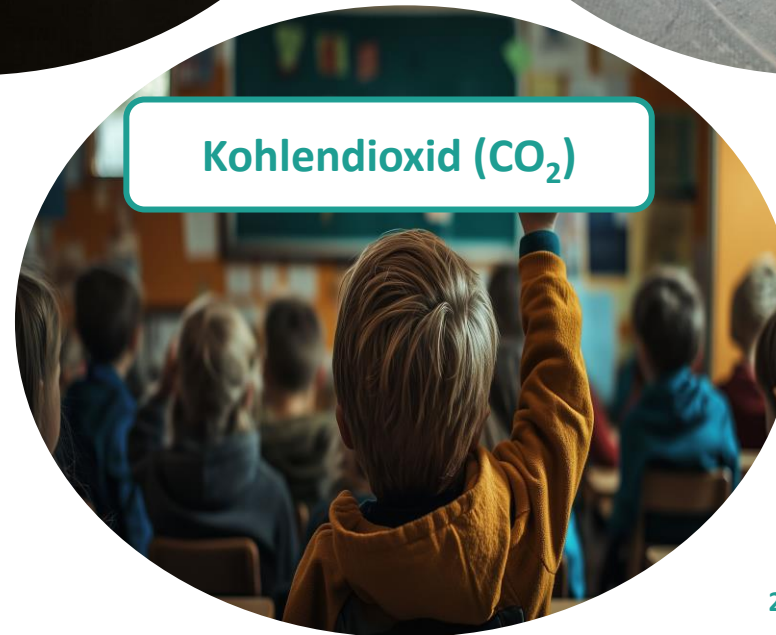
Formaldehyd



Hygiene Lüftungsanlage



Radon

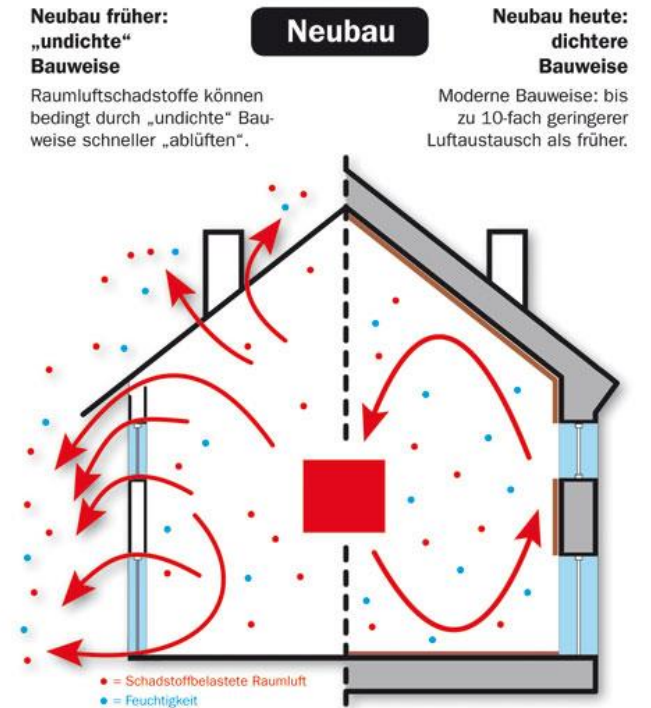


Kohlendioxid (CO₂)

Flüchtige organische Verbindungen (VOC)

VOC sind eine Gruppe von organischen Substanzen (> 200), die bei Raumtemperatur in die Gasphase übergehen. In Innenräumen stellen Baumaterialien (z. B. Farben, Lacke, Reinigungsmittel etc.) die Hauptquellen dar.

- Bei erhöhten VOC-Konzentrationen besteht eine Gesundheitsgefährdung (z. T. krebserregend)
- VOC können unangenehme Fremdgerüche verursachen
- Besonders nach Bau- und Renovierungsmaßnahmen können stark erhöhte Konzentrationen in Innenräumen auftreten



Quelle:
https://www.baustoffwissen.de/baustoffe/baustoffknowhow/fassade_und_mas_sivbau/raumluft-luftdichte-gebaeudehuelle-schlechte-luft/

VOC: Bewertung

In der Schweiz existieren kaum Grenzwerte für Fremdstoffe in der Innenraumluft. Es werden primär die toxikologisch begründeten Richtwerte des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (AIR) des deutschen Umweltbundesamts (UBA) zur Bewertung herangezogen.

Version: 2023.01 (31. März 2023)

Festgelegte Richtwerte vom Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR)

Name	CAS-Nr.	Jahr ^[2]	RW II	RW I	Einheit	Anmerkung ^[3]
Aromatische Kohlenwasserstoffe						
∑ C ₇ -C ₈ Alkylbenzole	diverse ^[1]	2016	1 ^[1]	1 ^[1]	-	G, R
Toluol	108-88-3	2016	3,0	0,30	mg/m ³	
∑ Xylole	diverse ^[1]	2015	0,80	0,10	mg/m ³	G
∑ Naphthalin und Naphthalin-ähnliche Verb.	diverse ^[1]	2013	30	10	µg/m ³	G
Ethylbenzol	100-41-4	2012	2,0	0,20	mg/m ³	
∑ C ₉ -C ₁₅ Alkylbenzole	diverse ^[1]	2012	1,0	0,10	mg/m ³	G

Die Liste mit Richtwerten wird stetig ergänzt und kann hier abgerufen werden:

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte#ausschuss-fur-innenraumrichtwerte-air>

VOC: Ableitung Richtwerte Innenraumluft

Daten aus toxikologischen Studien (LOAEC als Ausgangspunkt)



Richtwert II (Gefahrenrichtwert): Er stellt die Konzentration eines Schadstoffes in der Innenraumluft dar, bei deren Erreichen beziehungsweise Überschreiten unverzüglich zu handeln ist. Beim Überschreiten dieser Konzentration sind Schäden für die menschliche Gesundheit mit hinreichender Wahrscheinlichkeit anzunehmen.



Konvention (NOAEC oder Faktor 3–10)



Richtwert I (Vorsorgerichtwert): Beschreibt die Konzentration eines Schadstoffes in der Innenraumluft, bei deren Einhaltung oder Unterschreitung nach gegenwärtigem Forschungsstand auch bei lebenslanger Exposition keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist.

VOC: Zertifikatsanforderungen GI-Label

TVOC-Konzentration < 1'000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ & alle GI-Zertifikatswerte eingehalten

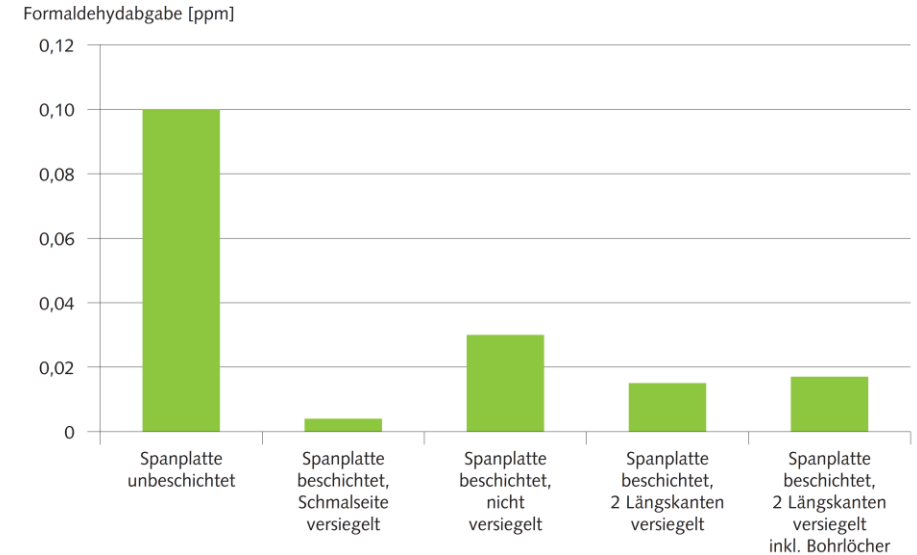
- Nur beim GI-Label werden neben der Totalsumme VOC (TVOC) auch Einzelsubstanzen und Substanzgruppen bewertet
- GI-Zertifikatswert = Vorsorgerichtwert (RW I)

Richtwerte für ausgewählte Substanzen

Substanz	RW I	RW II
Phenol	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Butanonoxim	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2-Propanol	22'000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	45'000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Toluol	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3'000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Formaldehyd

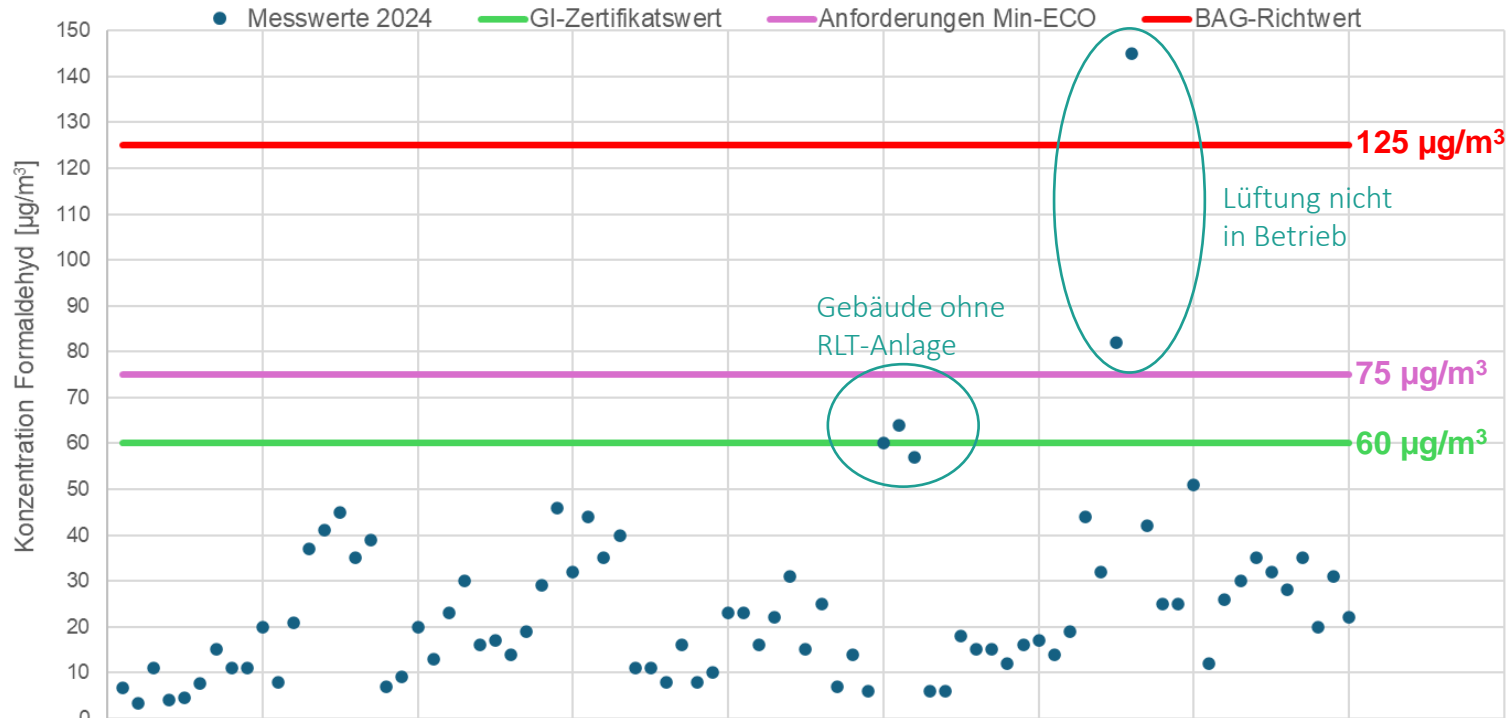
- Formaldehyd ist ein stechend riechendes Gas, das Schleimhäute und Augen reizt. Es wird als krebserregend eingestuft.
- Hauptquellen in Innenräumen sind Holzwerkstoffe, die mit Bindemitteln auf Basis von Formaldehyd verleimt sind.
- Gesetzliche Vorgaben führten zur Reduktion von Formaldehyd-Emissionen, aber auch heute enthalten Spanplatten noch oft Formaldehyd.
- Emissionen sind abhängig von Einbausituation, Raumbeladung, Klebstoffsystem, Plattenbeschichtung.



Einfluss der Beschichtung von Spanplatten auf die Formaldehydabgabe

Quelle: Lignatec, Holzwerkstoffe in Innenräumen – Merkblatt zur Sicherstellung einer tiefen Formaldehyd-Raumluftkonzentration

Formaldehyd: Erfahrungswerte Abnahmemessungen



Bei Minergie-ECO/SNBS-Abnahmemessungen nachgewiesene Formaldehyd-Konzentrationen im 2. Halbjahr 2024

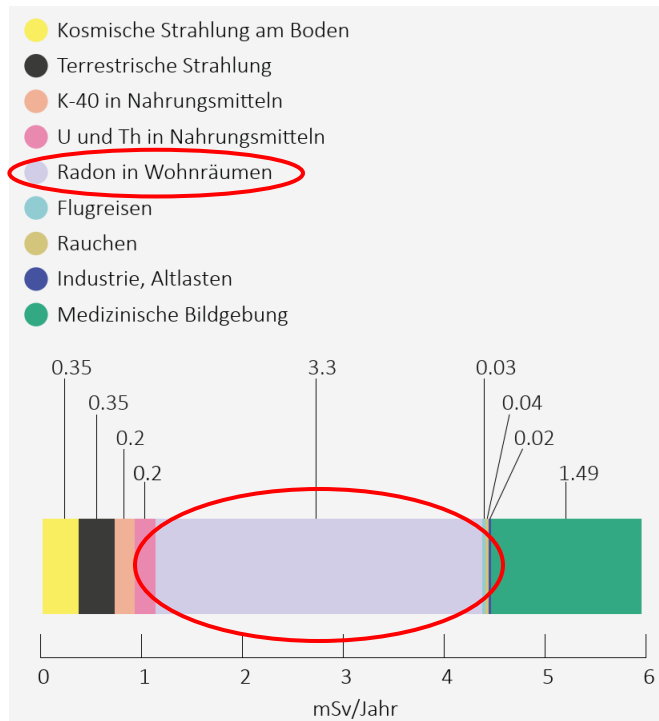
Quelle: Daten Ecosens AG

GI-Zertifikatswert von $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erreichbar bei Verwendung von emissionsarmen Holzwerkstoffen gemäss Lignum Produkteliste [1] und ausreichendem Luftwechsel

[1] Lignum Produkteliste abrufbar unter: https://www.lignum.ch/holz_a_z/raumlftqualitaet/

Radon: Relevanz für Gesundheit

Radioaktives Edelgas, das natürlicherweise im Untergrund vorkommt und über Undichtigkeiten im Fundament oder Mauerwerk in Gebäude eindringen kann.



Typische Eintrittsstellen für Radon bei Neubauten

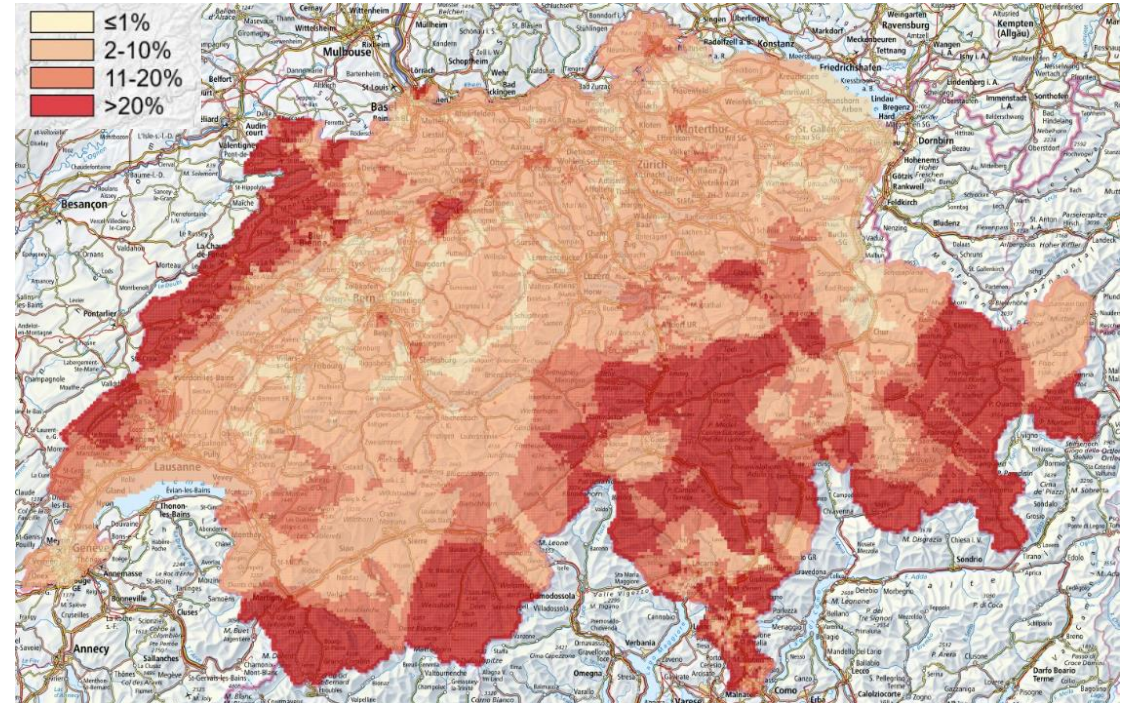
Quelle: www.radonhaus.ch

Durchschnittliche Beiträge zur effektiven Strahlendosis pro Jahr und Einwohner/in der Schweiz in mSv

Quelle: Bundesamt für Gesundheit (BAG). Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz, Jahresbericht 2023, publiziert Juli 2024

Radon: Zertifikatsanforderungen

- Radonkarte gibt Anhaltspunkt bezüglich Belastung, allerdings lokal grosse Unterschiede
- Zur Erreichung GI-Label müssen BAG- anerkannte Radonmessungen durchgeführt werden
- GI-Zertifikatswerte:
 - Neubauten $< 200 \text{ Bq/m}^3$
 - Modernisierungen $< 300 \text{ Bq/m}^3$ (analog BAG-Referenzwert)



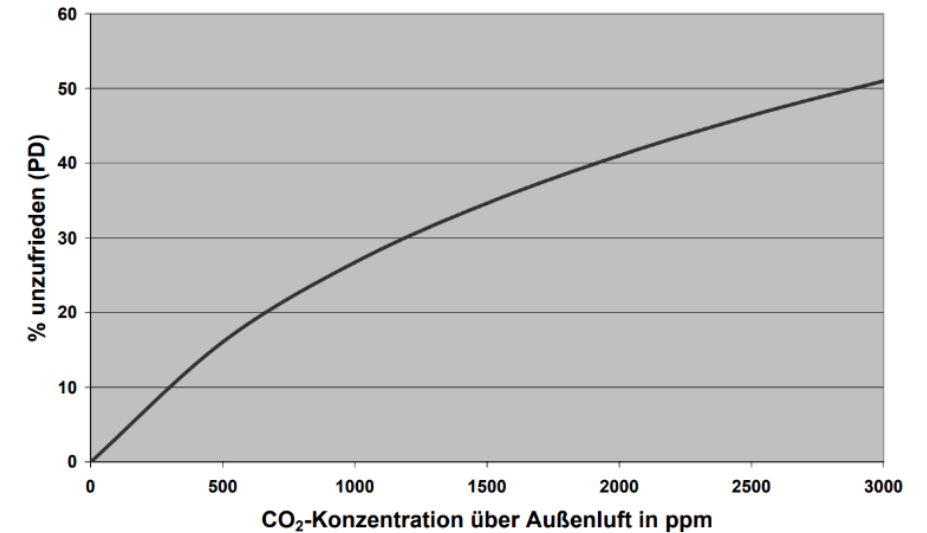
Radonkarte der Schweiz: Wahrscheinlichkeit einer Überschreitung des Referenzwerts

Quelle: Bundesamt für Gesundheit, abrufbar unter: <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/radon/radongebiete-ch.html>

Kohlendioxid (CO₂)

- Erhöhte CO₂-Konzentrationen haben einen direkten Einfluss auf mentale Leistung und Konzentrationsvermögen^[2]
- Wichtiger Indikator für generelle Luftqualität, direkter Zusammenhang zwischen CO₂-Konzentration und Infektionsrisiko nachgewiesen^[2]
- Für GI-Zertifizierung darf CO₂-Konzentration den Spitzenwert von 1'400 ppm nicht länger als 10 Minuten überschreiten

[2] Umweltbundesamt. Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft, Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 2008 · 51:1358–1369



Zusammenhang zwischen der CO₂-Konzentration (durch Menschen verursacht) und dem Anteil an unzufriedenen Personen (PD in %) in einem Raum

Quelle: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft – Kohlenstoffdioxid als Lüftungsparameter

Hygiene Lüftungsanlage

- Erfahrungen zeigen, dass Lüftungsanlage teilweise bereits bei Inbetriebnahme Verschmutzungen aufweist
- Nach der Montage können Luftleitungen häufig nur noch schwer eingesehen und gereinigt werden
- Luftkeim- und Feinstaubmessungen in der Zuluft lassen kaum Rückschlüsse auf den Hygienestatus der RLT-Anlage zu^[3]

GI-Zertifikatsanforderungen:

1. Erstellung eines **Montagekonzepts** mit Massnahmen zur Erhaltung Sauberkeit vom Transport bis zur Inbetriebnahme
2. Durchführung einer detaillierten Hygiene-Erstinspektion gemäss SWKI-Richtlinie VA104-01 durch **unabhängige** Fachperson

[3] Hochschule Luzern (HSLU). Hygienestatus von Raumlufttechnischen Anlagen in der Schweiz, Schlussbericht, 2012.



Übersicht Messbedingungen und GI-Zertifikatswerte

Parameter	Zeitpunkt der Messungen	GI-Zertifikatswerte
Flüchtige organische Verbindungen (VOC)	Bis 1 Monat nach Abschluss der Bauarbeiten (inkl. Ausbesserungs- und Reinigungsarbeiten)	TVOC $\leq 1'000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Einzelsubstanzen $\leq \text{RW I des AIR}$
Formaldehyd		$\leq 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Kohlendioxid (CO ₂)	Nach Bezug der Räumlichkeiten während mindestens 10 Arbeitstagen	Spitzenwert $\leq 1'400 \text{ ppm}$
Radon	In der ersten Heizperiode nach Bezug während mindestens 90 Tagen	Neubauten $\leq 200 \text{ Bq}/\text{m}^3$ Modernisierungen $\leq 300 \text{ Bq}/\text{m}^3$
Hygiene Lüftungsanlage	Hygiene-Erstinspektion vor Bezug des Gebäudes	Anforderungen SWKI VA104-01 müssen erfüllt sein; inkl. Prüfung der Besenreinheit mittels Kanalkamera

Ergebnisse Pilotmessungen nach GI 2.0-Reglement

Messumfang Pilotgebäude

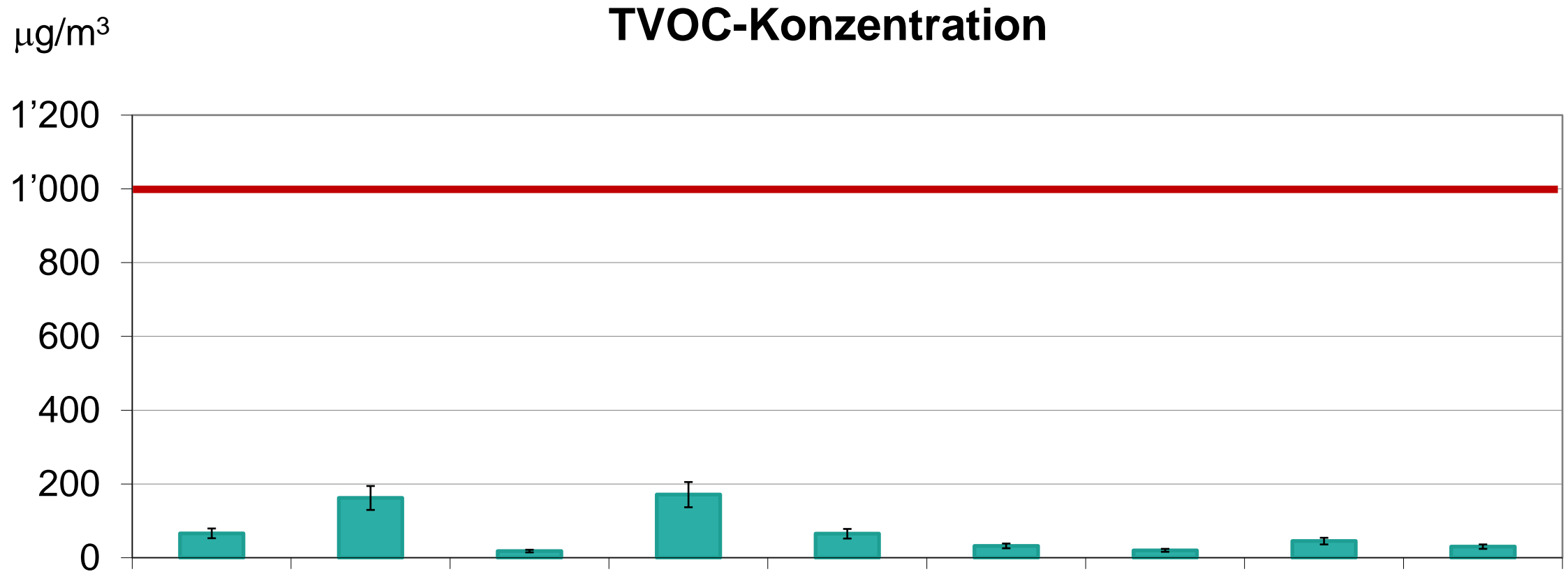
- Verwaltungsgebäude mit 9 Etagen (inkl. EG) und 3 Untergeschossen
- Fläche (EBF): 20'000–25'000 m² → 7 Messpunkte analog Minergie-ECO
- Anzahl Monoblöcke (Hauptnutzungsräume): 7 Stk.
- Anzahl Raumtypen (Oberflächenmaterialisierung): 9 Stk.

- Formaldehyd/VOC → 9 Messpunkte (Räume)
- Radon → 4 Messpunkte (Räume)
- CO₂ → 9 Messpunkte (Räume)
- Hygiene-Erstinspektionen → 9 RLT-Anlagen

Formaldehyd/VOC/Radon

Etage	Raumbezeichnung	Formaldehyd	TVOC	Einzelstoffe	Radon
7. OG	Büro	●	●	●	—
4. OG	Sitzungszimmer	●	●	●	—
2. OG	Begegnungszone	●	●	●	—
1. OG	Büro	●	●	●	—
1. OG	Konferenzraum	●	●	●	—
EG	Küche	●	●	●	—
EG	Cafeteria	●	●	●	●
EG	Eingang	●	●	●	●
1. UG	Sportraum	●	●	●	●
1. UG	Werkstatt	—	—	—	●

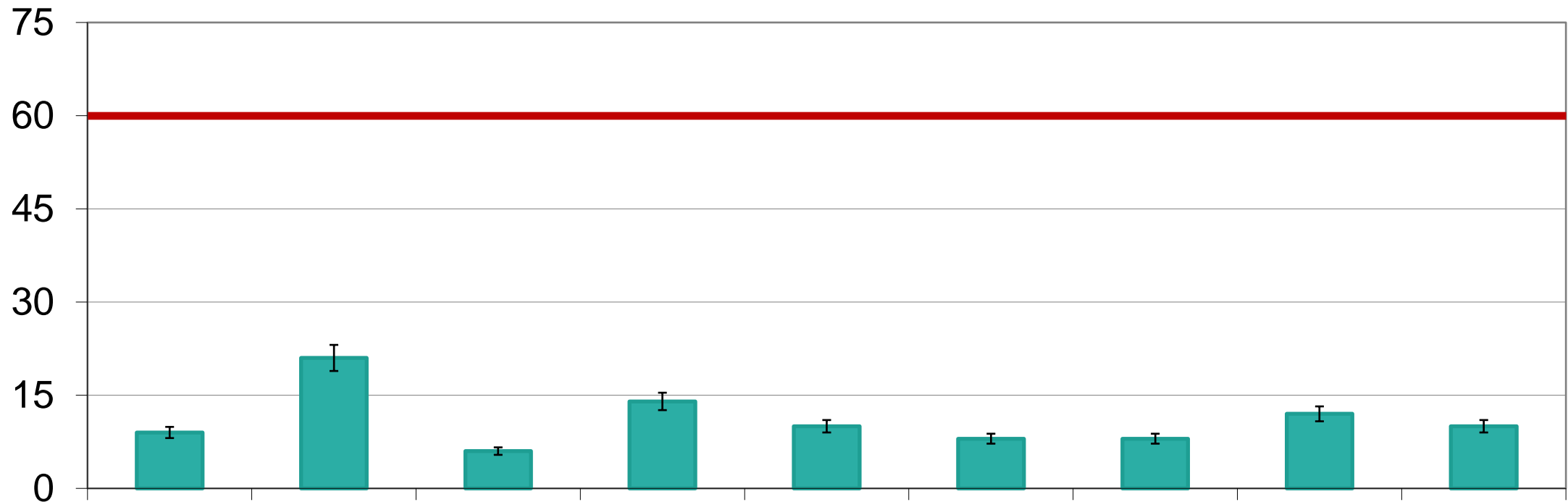
Formaldehyd/VOC/Radon



Formaldehyd/VOC/Radon

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

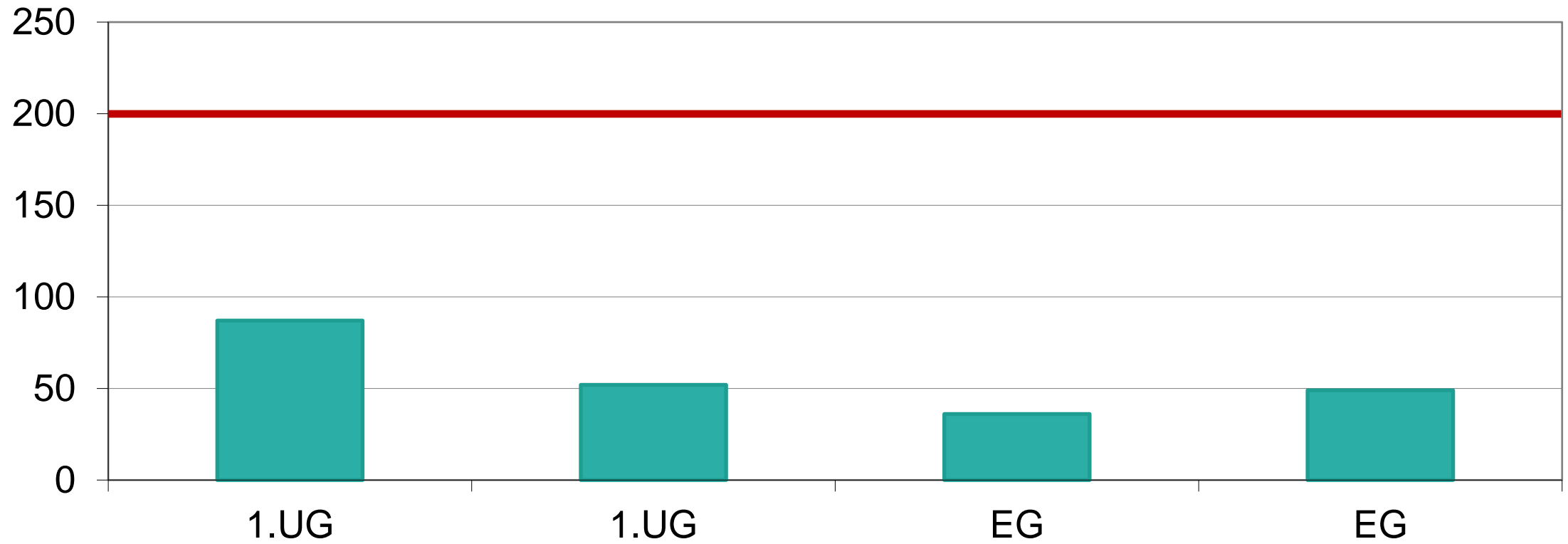
Formaldehydkonzentration



Formaldehyd/VOC/Radon

Bq/m³

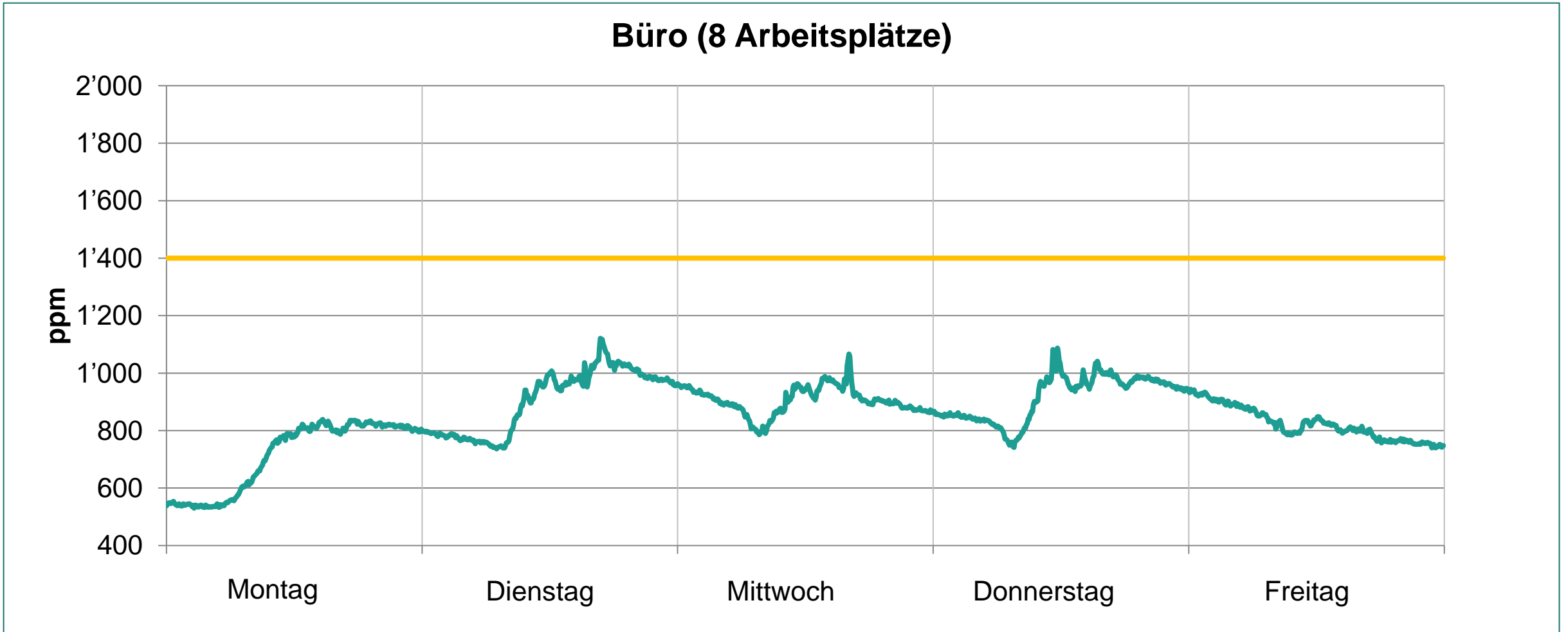
Radonkonzentration



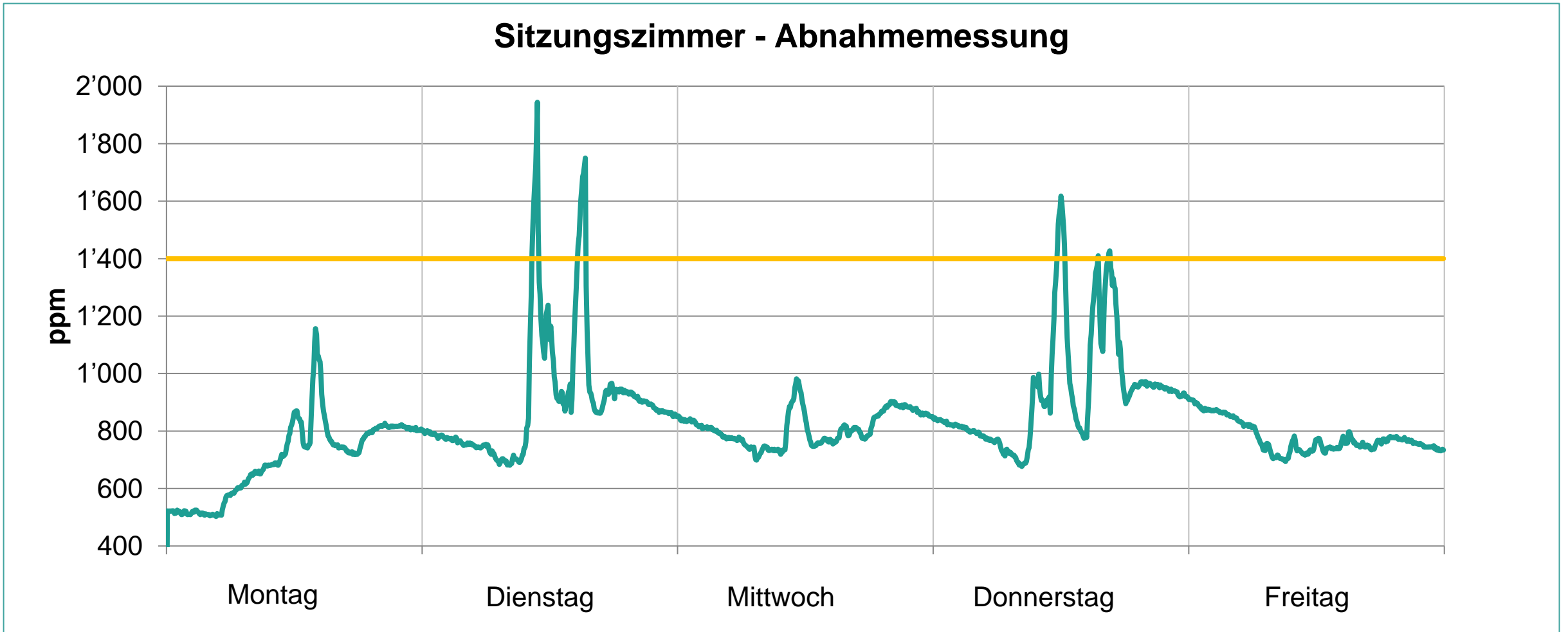
Kohlendioxidkonzentration

Etage	Raumtyp	CO ₂ Abnahmemessung	CO ₂ 1. Nachmessung	CO ₂ 2.Nachmessung
8. OG	Mehrplatzbüro	●	●	—
7. OG	Sitzungszimmer	●	●	●
7. OG	Sitzungszimmer	●	—	—
6. OG	8er-Büro	●	—	—
5. OG	4er-Büro	●	—	—
5. OG	12er-Büro	●	—	—
4. OG	4er-Büro	●	—	—
3. OG	Sitzungszimmer	●	●	—
3. OG	8er-Büro	●	—	—

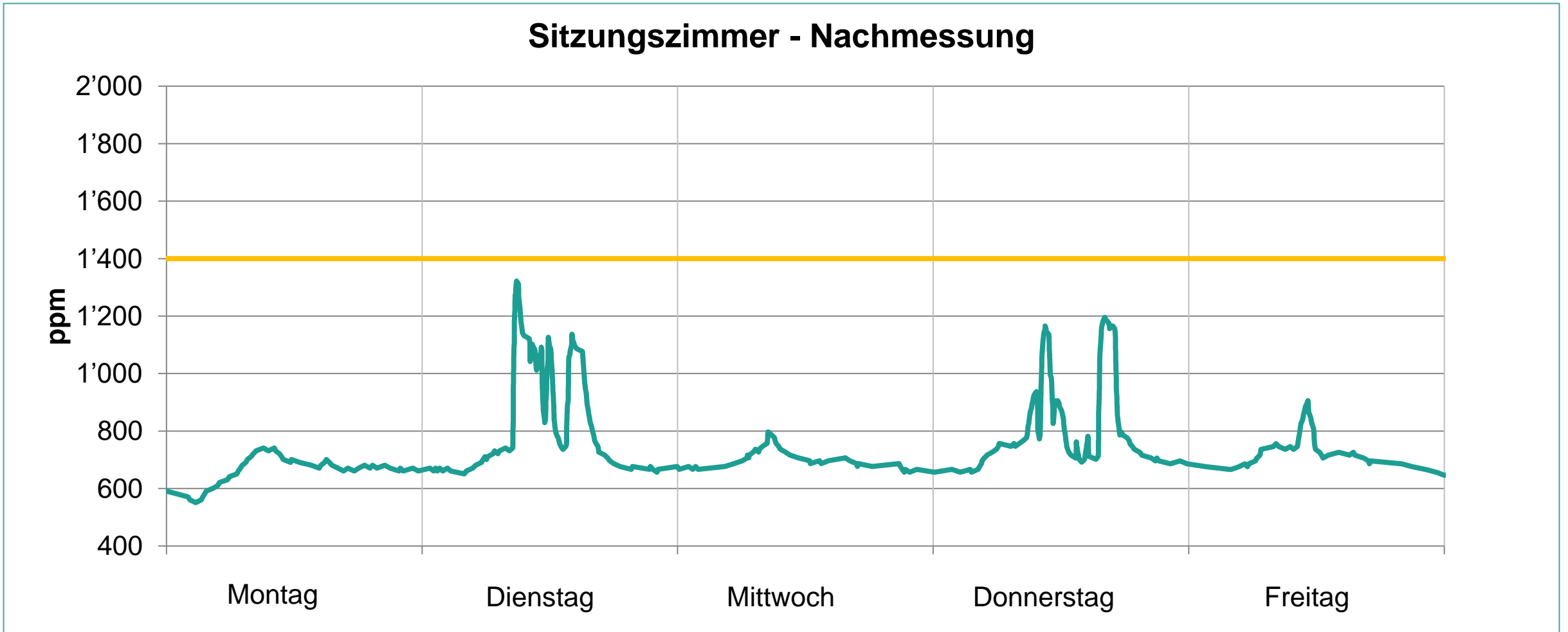
Kohlendioxidkonzentration



Kohlendioxidkonzentration



Kohlendioxidkonzentration



Hygiene-Erstinspektion

Oberflächenkeime

- Luftführende Oberflächen via Abklatschproben
- Beurteilung gut – grenzwertig – unzureichend

Konstruktion

- Ausführungsmängel wie Zugänglichkeit, Anordnung Aussenluftdurchlass, Filterklasse etc.

Besenreinheit

- Sauberkeitsgrad einer Oberfläche, die aussieht wie nach einer Reinigung mit einem weichen Besen, der keine Kehrspuren hinterlässt und die sicht- und spürbar sauber und trocken erscheint.

Hygiene-Erstinspektion

Komponente	Ausführungsmangel	Verschmutzung	Keime	Beurteilung
Aussenluftdurchlass	iO	iO	kM	●
Aussenluftschalldämpfer	Zugang eingeschränkt	Nicht zugänglich	kM	●
Jalousieklappe	iO	iO	kM	●
Zuluftfilter F7	iO	Wenig Partikel	iO	●
Rotations-WRG	iO	Partikel	grenzwertig	●
Zuluftventilator	iO	iO	iO	●
Zulufterhitzer/-kühler	iO	Partikel	unzureichend	●
Zuluftfilter F9	iO	iO	iO	●
Zuluftschalldämpfer	iO	iO	kM	●
Zuluftleitungen	iO	Staub	kM	●
Zuluftdurchlass	iO	iO	kM	●
Abluftfilter F7	iO	Leicht staubig	iO	●

Hygiene-Erstinspektion



Hygiene-Erstinspektion



Gute Argumente für eine GI-Zertifizierung



- Mehr **Wohlbefinden** und **Produktivität** durch ein optimales Innenraumklima.
- Fokussierung auf das **Wesentliche**, um Kosten für Zertifizierung und Messungen gering zu halten.
- **Unabhängige Prüfung** durch Schweizerische Zertifizierungsstelle für Bauprodukte (S-Cert AG).
- **Sicherheit** und **Qualitätskontrolle** durch Messungen nach Fertigstellung und Abstützung auf international anerkannte Richtwerte.
- Perfekt **kompatibel** mit **Minergie-ECO** und **SNBS**. Für entsprechende Zertifizierungen sind keine weiteren Messungen zur Prüfung der Raumluftqualität nötig.
- Durch detaillierte und **unabhängige Hygiene-Erstinspektion** wird sichergestellt, dass der Bauherr eine saubere und technisch einwandfreie Lüftungsanlage erhält.

DIE PLANER.

NETZWERK FÜR ENERGIE, UMWELT UND GEBÄUDETECHNIK

Vielen Dank.



Pascal Diefenbacher, Dr. sc. ETH

Ressortleiter Raumlufqualität

Ecosens AG

T +41 (0)44 537 09 97

pdiefenbacher@ecosens.ch

GANZ KLIMA

Roland Ganz

Inhaber

Ganz Klima GmbH

T +41 (0)55 260 23 80

ganz@ganzklima.ch

DIE PLANER, SWKI, Solothurnstrasse 13, CH-3322 Urtenen-Schönbühl

T +41 (0)31 852 13 00, info@die-planer.ch, www.die-planer.ch