Die ganzheitliche baubiologische Untersuchung nach dem

STANDARD DER BAUBIOLOGISCHEN MESSTECHNIK

SBM-2024

Eine Übersicht der physikalischen, chemischen, biologischen, raumklimatischen und sonstigen Risikofaktoren, welche in Schlaf- und Wohnräumen, an Arbeitsplätzen und auf Grundstücken sachverständig untersucht, gemessen, ausgewertet und schriftlich (mit Angabe der Messergebnisse, Messgeräte und Analyseverfahren) protokolliert werden. Bei Auffälligkeiten werden entsprechende Sanierungsempfehlungen erarbeitet und vorgeschlagen.

Die einzelnen Punkte des Standards beschreiben biologisch kritische Umwelteinflüsse in Innenräumen. Deren professionelle Erkennung, Minimierung und Vermeidung im individuell machbaren Rahmen, das ist Sache der baubiologischen Messtechnik. Anspruch und Ziel ist es, unter ganzheitlicher Beachtung aller Standardpunkte und Diagnosemöglichkeiten ein möglichst gesundes, unbelastetes, naturnahes Lebensumfeld zu schaffen. Bei den Messungen, Bewertungen und Sanierungen stehen baubiologische Erfahrung, Vorsorge und das Erreichbare im Vordergrund, unterstützt von wissenschaftlichen Erkenntnissen. Jede Risikoreduzierung ist prinzipiell anzustreben.

Dieser mehrteilige Original-Standard ist seit 1992 roter Faden und mit den dazugehörigen Richtwerten, Randbedingungen und Leitsätzen Basis für baubiologisch-messtechnisches Arbeiten und vorsorgliches Bewerten, national wie international. Der 2002 gegründete Verband Baubiologie VB macht den Standard zu seiner Arbeitsgrundlage.

A FELDER, WELLEN, STRAHLUNG

1 ELEKTRISCHE WECHSELFELDER (Niederfrequenz)

Ursache: Wechselspannung in Installationen, Kabeln, Geräten, Steckdosen, Wänden, Böden, Betten, Frei- und Hochspannungsleitungen...

Messung der niederfrequenten elektrischen **Feldstärke** (V/m) und der **Körperspannung** (mV) mit Bestimmung der dominierenden **Frequenz** (Hz) und von auffälligen **Oberwellen**

2 MAGNETISCHE WECHSELFELDER (Niederfrequenz)

Ursache: Wechselstrom in Installationen, Kabeln, Geräten, Trafos, Motoren, Frei- und Erdleitungen, Hochspannungsleitungen, Bahn...

Messung und Langzeitaufzeichnung der niederfrequenten magnetischen **Flussdichte** (nT) von Netz- und Bahnstrom mit Bestimmung der dominierenden **Frequenz** (Hz) und von auffälligen **Oberwellen**

3 ELEKTROMAGNETISCHE WELLEN (Hochfrequenz)

Ursache: Mobilfunk, Daten-, Bündel-, Flug-, Richt-, Rundfunk, Radar, Militär, Schnurlostelefone, drahtlose Netzwerke, Funkgeräte...

Messung der hochfrequenten elektromagnetischen **Strahlungsdichte** (µW/m²) mit Bestimmung der dominierenden **Frequenzen** (kHz, MHz, GHz) bzw. **Funkdienste** sowie deren **Signalcharakteristik** (niederfrequente Pulsung, Periodizität, Breitbandigkeit, Modulation...)

4 ELEKTRISCHE GLEICHFELDER (Elektrostatik)

Ursache: Synthetikteppiche, -böden, -gardinen, -textilien, Kunststofftapeten, Lacke, Oberflächenbeschichtungen, Stofftiere, Bildschirme...

Messung der statischen elektrischen **Oberflächenspannung** (V) sowie deren **Entladezeit** (s) und der **Luftelektrizität** (V/m)

5 MAGNETISCHE GLEICHFELDER (Magnetostatik)

Ursache: Stahlteile in Betten, Matratzen, Möbeln, Geräten, Einrichtung, Baumasse..., Gleichstrom von Straßenbahn, Photovoltaikanlagen...

Messung der **Erdmagnetfeldverzerrung** als statische **räumliche Flussdichteabweichung** (µT, Metall) bzw. **zeitliche Flussdichteschwankung** (µT, Gleichstrom) sowie der **Kompassabweichung** (°)

6 RADIOAKTIVITÄT (Alpha-, Beta- und Gammastrahlung, Radon)

Ursache: Baumasse, Steine, Fliesen, Schlacken, Aschen, Altlasten, Geräte, Antiquitäten, Lüftung, geologische Bodenstrahlung, Umwelt...

Messung der radioaktiven Strahlung als **Impulsrate** (ips), **Äquivalentdosisleistung** (nSv/h) und **Abweichung** (%) sowie Messung und Langzeitaufzeichnung der **Radonkonzentration** (Bq/m³)

7 GEOLOGISCHE STÖRUNGEN (Erdmagnetfeld, Erdstrahlung)

Ursache: Ströme und Radioaktivität der Erde; lokale Störzonen durch z.B. terrestrische Verwerfungen, Spalten, Wasser, Lagerstätten...

Messung von **Magnetfeld** (nT) und radioaktiver **Strahlung** (ips) der Erde und ihrer auffälligen **Störungen** (%)

8 SCHALLWELLEN (Luft- und Körperschall)

Ursache: Straßenlärm, Luftfahrt, Bahn, Industrie, Gebäude, Geräte, Maschinen, Motoren, Pumpen, Trafos, Windräder, Schallbrücken...

Messung von **Lärm**, **Hör-**, **Infra-** und **Ultraschall** (dB), **Schwingung** und **Vibration** (m/s²)

9 LICHT (künstliche Beleuchtung - sichtbares Licht, UV- und Infrarot-Strahlung)

Ursache: Glühlampen, Halogenlicht, Leuchtstoffröhren, Energiesparlampen, LED, OLED, Bildschirme, Displays, VLC-Datenübertragung...

Messung von **Lichtspektrum**, **Spektralverteilung** (nm), **Lichtflimmern** (Hz, %), **Beleuchtungsstärke** (lx), **Farbwiedergabe** (R_a), **Farbtemperatur** (K), **elektromagnetischen Feldern** (V/m, nT), **Ultraschall** (dB)

Ergänzung zum Standard der Baubiologischen Messtechnik SBM-2024

BAUBIOLOGISCHE RICHTWERTE

FÜR SCHLAFBEREICHE

Baubiologische Richtwerte sind Vorsorgewerte. Sie beziehen sich auf Schlafbereiche, die besonders empfindliche Regenerationszeit des Menschen und das damit verbundene Langzeitrisiko. Sie basieren auf dem aktuellen baubiologischen Erfahrungs- und Wissensstand und orientieren sich am Erreichbaren. Darüber hinaus werden wissenschaftliche Studien und andere Empfehlungen zur Bewertung herangezogen. Es geht bei der baubiologischen Messtechnik um die professionelle Erkennung, Minimierung und Vermeidung biologisch kritischer Einflüsse in Gebäuden im individuell machbaren Rahmen. Anspruch und Ziel ist, bei ganzheitlicher Beachtung aller Standardpunkte und sachverständiger Zusammenstellung der vielen Diagnosemöglichkeiten die Quellen von Auffälligkeiten identifizieren, lokalisieren und einschätzen zu können, um ein möglichst unbelastetes und naturnahes Lebensumfeld zu schaffen.

Prinzipiell und übergeordnet gilt:
Jede Risikoreduzierung ist anzustreben. Richtwerte sind Orientierungshilfen. Maßstab ist die Natur.

Unauffällige Werte bieten ein Höchstmaß an Vorsorge. Sie entsprechen natürlichen Umweltmaßstäben oder dem häufig anzutreffenden und nahezu unausweichlichen Mindestmaß zivilisatorischer Einflüsse.

Schwach auffällig heißt: Vorsichtshalber und mit besonderer Rücksicht auf empfindliche oder kranke Menschen sollten Verbesserungen umgesetzt werden, wann immer es geht.

Stark auffällig ist aus baubiologischer Sicht nicht mehr zu akzeptieren. Es besteht in aller Regel Handlungsbedarf, Sanierungen sollten zeitnah durchgeführt werden. Neben zahlreichen Fallbeispielen weisen oft auch wissenschaftliche Studien auf biologische Effekte und gesundheitliche Probleme hin.

Extrem auffällige Werte bedürfen konsequenter und kurzfristiger Sanierung. Hier werden teilweise internationale Richtwerte und Empfehlungen für Innenräume und Arbeitsplätze erreicht oder überschritten.

Treten bei einzelnen oder bei unterschiedlichen Standardpunkten mehrere Auffälligkeiten auf, sollte die Gesamtbewertung kritischer ausfallen.

Die kleingedruckten Angaben in den Schlusszeilen der einzelnen baubiologischen Standardpunkte dienen der vergleichenden Orientierung z. B. mit rechtlich verbindlichen Grenzwerten oder anderen Richtwerten, Empfehlungen und Forschungsergebnissen oder natürlichen Maßstäben.

Baubiologische Richtwerte für Schlafbereiche SBM-2024 Seite 1 von 6 - Standardpunkte A1-A2	**unauffällig**	**schwach** auffällig	**stark** auffällig	**extrem** auffällig

A FELDER, WELLEN, STRAHLUNG

1 ELEKTRISCHE WECHSELFELDER (Niederfrequenz)

Feldstärke erdbezogen in Volt pro Meter	**V/m**	**< 1**	**1 - 5**	**5 - 50**	**> 50**
Körperspannung erdbezogen in Millivolt	**mV**	**< 10**	**10 - 100**	**100 - 1000**	**> 1000**
Feldstärke potenzialfrei in Volt pro Meter	**V/m**	**< 0,3**	**0,3 - 1,5**	**1,5 - 10**	**> 10**

Werte gelten für den Bereich bis und um 50 Hz, höhere Frequenzen und deutliche Oberwellen (u. a. 'dirty electricity/power') im Bereich von etwa 2 kHz bis 1 MHz sind strenger zu bewerten (orientierend können hier Faktoren von etwa 10-100 angesetzt werden; je höher die Frequenz, desto höher sollte auch der Faktor sein; ab 100 kHz können je nach Fall auch die Richtwerte für A3 herangezogen werden).

DIN/VDE 0848: Arbeit 20.000 V/m, Bevölkerung 7000 V/m; BImSchV: 5000 V/m; TCO (erdbezogen): 10 V/m (5-2000 Hz), 1 V/m (2-400 kHz); US-EPA/NCRP Draft Report: 10 V/m; Kinderleukämie-Studien: 10 V/m; Studien oxidativer Stress, Bildung freier Radikale, Melatoninabsenkung: 20 V/m; VDB-Zert (beste Stufe): 2 V/m; BUND: 0,5 V/m; Europäische Akademie für Umweltmedizin EUROPAEM: Tag 10 V/m, Nacht 1 V/m, Empfindliche 0,3 V/m (bis 2 kHz, höhere Frequenzen 1/100); Natur: < 0,0001 V/m

2 MAGNETISCHE WECHSELFELDER (Niederfrequenz)

Flussdichte in Nanotesla	**nT**	**< 20**	**20 - 100**	**100 - 500**	**> 500**

Werte gelten für den Bereich bis und um 50 Hz, höhere Frequenzen und deutliche Oberwellen (u. a. 'dirty electricity/power') im Bereich von etwa 2 kHz bis 1 MHz sind strenger zu bewerten (orientierend können hier Faktoren von etwa 10-100 angesetzt werden; je höher die Frequenz, desto höher sollte auch der Faktor sein; ab 100 kHz können je nach Fall auch die Richtwerte für A3 herangezogen werden).

Netzstrom (50 Hz) und Bahnstrom (16,7 Hz) werden einzeln erfasst.

Bei deutlichen zeitlichen Feldschwankungen ist das aus Langzeitaufzeichnungen - besonders auch über Nacht - ermittelte 95. Perzentil zur Bewertung heranzuziehen.

DIN/VDE 0848: Arbeit 5.000.000 nT, Bevölkerung 400.000 nT; BImSchV: 100.000 nT; Schweiz: 1000 nT; Niederlande 400 nT; WHO/IARC: 300-400 nT "potentiell krebserregend"; TCO: 200 nT (5-2000 Hz), 25 nT (2-400 kHz); US-EPA/NCRP Draft Report: 200 nT; DIN 0107 (EEG): 200 nT; BioInitiative: 100 nT; VDB-Zert (beste Stufe): 60 nT; BUND: 10 nT; Europäische Akademie für Umweltmedizin EUROPAEM: Tag sowie Nacht 100 nT, Empfindliche 30 nT (bis 2 kHz, höhere Frequenzen 1/100); Natur: < 0,0002 nT

© ***BAUBIOLOGIE MAES** und **IBN***

	unauffällig	**schwach** auffällig	**stark** auffällig	**extrem** auffällig

3 ELEKTROMAGNETISCHE WELLEN (Hochfrequenz)

Strahlungsdichte in Mikrowatt pro Quadratmeter	**µW/m²**	**< 0,1**	**0,1 - 10**	**10 - 1000**	**> 1000**

Werte gelten für einzelne Funkdienste, z. B. GSM/2G, UMTS/3G, LTE/4G, 5G, TETRA, Radio, Fernsehen, WLAN, DECT, Bluetooth..., Angaben beziehen sich auf Spitzenwerte.

Bei Funkwellen mit eindeutig periodisch gepulsten Signalen (GSM, TETRA, DECT, WLAN, digitaler Rundfunk...) und Breitbandtechniken mit gepulsten Anteilen bzw. Strukturen (LTE/4G, 5G...) sollten niedrigere Werte als bei ungepulsten bzw. nichtperiodischen Diensten (UKW, Kurz-, Mittel-, Langwelle, analoger Rundfunk...) oder rotierendem Radar angestrebt werden.

Ehemalige baubiologische Funkwellen-Richtwerte SBM-2003: gepulst < 0,1 keine, 0,1-5 schwache, 5-100 starke, > 100 µW/m³ extreme Anomalie; ungepulst < 1 keine, 1-50 schwache, 50-1000 starke, > 1000 µW/m² extreme Anomalie

DIN/VDE 0848: Arbeit bis 100.000.000 µW/m², Bevölkerung bis 10.000.000 µW/m²; BImSchV: frequenzabhängig zwischen 2.000.000 und 10.000.000 µW/m²; Mobilfunk: Schweiz bis 100.000 µW/m², Salzburger Resolution / Bundesärztekammer 1000 µW/m², BioInitiative 1000 µW/m² außen, EU-Parlament STOA 100 µW/m², Salzburg 10 µW/m² außen, 1 µW/m² innen; Europäische Akademie für Umweltmedizin EUROPAEM: Rundfunk FM, UKW Tag 10.000 µW/m², Nacht 1000 µW/m², Empfindliche 100 µW/m² / TETRA, DVB-T Tag 1000 µW/m², Nacht 100 µW/m², Empfindliche 10 µW/m² / GSM, UMTS, LTE, DECT Tag 100 µW/m², Nacht 10 µW/m², Empfindliche 1 µW/m² / GRPS, DAB+, WLAN Tag 10 µW/m², Nacht 1 µW/m², Empfindliche 0,1 µW/m²; EEG-, Immunstörung: 1000 µW/m²; Handyfunktion: < 0,001 µW/m²; Natur: < 0,000.001 µW/m²

4 ELEKTRISCHE GLEICHFELDER (Elektrostatik)

Oberflächenspannung in Volt	**V**	**< 100**	**100 - 500**	**500 - 2000**	**> 2000**
Entladezeit in Sekunden	**s**	**< 10**	**10 - 30**	**30 - 60**	**> 60**

Werte gelten für auffällige Materialien und Geräte in Körpernähe und/oder für raumdominierende Flächen sowie bei relativen Luftfeuchten von 40-60 %.

TCO: 500 V; Schäden an Elektronik, Computerbausteinen: ab 100 V; schmerzhafte Schläge, Funken: ab 2000-3000 V; Synthetikmaterialien, Kunststoffbeschichtungen: bis 10.000 V; Kunststoffböden, Laminate: bis 20.000 V; Natur: < 100 V

Luftelektrizität in Volt pro Meter	**V/m**	**< 100**	**100 - 500**	**500 - 2000**	**> 2000**

DIN/VDE 0848: Arbeit 40.000 V/m, Bevölkerung 10.000 V/m; EMFV: 28.200 V/m; Natur: ~ 50-200 V/m, Föhn: ~ 1000-2000 V/m, Gewitter: ~ 5000-10.000 V/m

5 MAGNETISCHE GLEICHFELDER (Magnetostatik)

Flussdichteabweichung (Metall) in Mikrotesla	**µT**	**< 1**	**1 - 5**	**5 - 20**	**> 20**
Flussdichteschwankung (Strom) in Mikrotesla	**µT**	**< 1**	**1 - 2**	**2 - 10**	**> 10**
Kompassnadelabweichung in Grad	**°**	**< 2**	**2 - 10**	**10 - 100**	**> 100**

Werte bezogen auf räumliche Flussdichteabweichungen durch Metall/Stahl bzw. zeitliche Flussdichteschwankungen durch Gleichstrom.

DIN/VDE 0848: Arbeitsplatz 67,9 mT, Bevölkerung 21,2 mT; BImSchV 500 µT; Kernspin ~ 1-7 T; Natur, Erdmagnetfeld: Mitteleuropa, USA, Australien ~ 45-50 µT, Äquator ~ 25 µT, Pole ~ 65 µT; Magnetfeld Auge: 0,0001 nT, Gehirn: 0,001 nT, Herz: 0,05 nT; Orientierung Tiere: 1 nT

6 RADIOAKTIVITÄT (Alpha-, Beta- und Gammastrahlung, Radon)

Impuls- bzw. **Dosisleistungserhöhung** in Prozent	**%**	**< 50**	**50 - 70**	**70 - 100**	**> 100**

Werte bezogen auf die Gammastrahlung der lokalen Umgebung, mindestens jedoch auf den Durchschnitt in Deutschland, dies sind 0,8 mSv/a (Millisievert pro Jahr) bzw. 100 nSv/h (Nanosievert pro Stunde); bei deutlich höherer Umgebungsstrahlung gilt eine geringere prozentuale Äquivalentdosisleistungserhöhung.

Strahlenschutzverordnung: Bevölkerung 1 mSv/a zusätzliche Belastung; EU: 1 mSv/a zusätzliche Belastung durch Baustoffe in Innenräumen; Arbeitsplatz 20 mSv/a; Norddeutschland: < 0,6 mSv/a (< 70 nSv/h); Erzgebirge, Thüringen, Schwarzwald, Bayerischer Wald...: > 1,4 mSv/a (> 165 nSv/h)

Radon in Becquerel pro Kubikmeter	**Bq/m³**	**< 30**	**30 - 60**	**60 - 200**	**> 200**

Bei den Werten wird die jeweilige Jahresmittel-Außenluftkonzentration hinzu addiert (z. B. gemäß den Daten des BfS-Geoportals), so dass sich der SBM-Richtwert um die natürliche Hintergrundbelastung erhöht.

Referenzwert StrlSchG (Arbeitsplatz; Aufenthaltsbereich): 300 Bq/m³; WHO, UBA (AIR), Bundesamt für Strahlenschutz BfS: 100 Bq/m³; BVS-Empfehlung (Neubau): 100 Bq/m³; Dänemark (Neubau): 100 Bq/m³; EPA (USA): 150 Bq/m³; Norwegen, Schweden, England (Referenzwert): 200 Bq/m³; VDB-Zert (beste Stufe): 50 Bq/m³; Innenräume, Durchschnitt in D: ~ 50 Bq/m³, 1-2 % > 250 Bq/m³; Außenluft im Durchschnitt in D: ~ 5-30 Bq/m³; Radonstollen/Uranbergbau: bis über 100.000 Bq/m³; Lungenkrebs: Risikozunahme je 100 Bq/m³ um je 10-16 %

7 GEOLOGISCHE STÖRUNGEN (Erdmagnetfeld, Erdstrahlung)

Störung Erdmagnetfeld in Nanotesla	**nT**	**< 100**	**100 - 200**	**200 - 1000**	**> 1000**
Störung Erdstrahlung in Prozent	**%**	**< 10**	**10 - 20**	**20 - 50**	**> 50**

Werte bezogen auf das natürliche Erdmagnetfeld und die natürliche radioaktive Gamma- bzw. Neutronenstrahlung der Erde an der jeweils untersuchten Örtlichkeit.

Natürliche Schwankungen des Erdmagnetfeldes: zeitlich 10-100 nT, bei Magnetstürmen/Sonneneruptionen 100-1000 nT; Abnahme pro Jahr: 20 nT

© ***BAUBIOLOGIE MAES** und **IBN***

	unauffällig	**schwach** auffällig	**stark** auffällig	**extrem** auffällig

8 SCHALLWELLEN (Luft- und Körperschall)

Übergeordnet gilt: Es dürfen **keine individuell störenden Geräusche oder Vibrationen** vorhanden sein.

Je nach Fall und Fragestellung können für den Luftschall folgende Werte und Angaben zur Orientierung dienen:

Schallpegel					
	dB(A)	**< 25**	**25 - 35**	**35 - 45**	**> 45**
	dB(C)	**< 32**	**32 - 42**	**42 - 52**	**> 52**
	dB(Z)	**< 35**	**35 - 45**	**45 - 55**	**> 55**

Werte bezogen auf energieäquivalente Dauerschallpegel (L_{eq}). Es sind zumindest immer sowohl dB(A)- als auch dB(C)-Schallpegel zu ermitteln, bei Messungen unter 50 Hz auch die unbewerteten dB(Z)-Schallpegel.

Speziell im tieffrequenten Bereich unter etwa 150 Hz sollten (z.B. bei unbewertet vorgenommenen Terzband-, Zwölfteloktavband- oder FFT-Analysen) keine dauerhaft hervortretenden einzelnen Frequenzen oder Frequenzbänder (mindestens ~ 5 dB über dem Hintergrund) vorhanden sein.

0-10 dB(A) Hörschwelle, Atmen, Blätterrauschen / 10-20 ruhiger Schlafraum, Flüstern, Wind / 20-30 Bibliothek / 30-40 ruhiger Wohnraum, leise Unterhaltung / 40-50 belebter Wohnraum, angeregte Unterhaltung / 50-60 Büro, laute Unterhaltung, Stressgrenze / 60-70 Alltagslärm, Straßenverkehr, lautere Musik / 70-80 Staubsauger, lauter Straßenverkehr / 80-90 Industrielärm, lauter Bahnverkehr / 90-100 Presslufthammer, Bohrmaschine / 100-110 Disco, Fluglärm, Autorennen / 110-120 Tieflieger, Flugzeuglandebahn / 130 Schmerzgrenze, Start Düsenmaschine in 50 m / 140 Gewehrschuss in Ohrnähe, Düsentriebwerk in 10 m Nähe / 160 Risiko Trommelfellplatzen.

TA Lärm (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm): innerhalb von Gebäuden tagsüber 35 dB(A), nachts 25 dB(A); kurzzeitige Geräuschspitzen nicht mehr als 10 dB darüber. Verkehrslärmschutzverordnung für neue oder geänderte Straßen- oder Schienenwege: in Wohngebieten durchschnittlich tagsüber 59 dB(A), nachts 49 dB(A), in Mischgebieten 64 dB(A) bzw. 54 dB(A). VDI 2058: in reinen Wohngebieten tagsüber 50 dB(A), nachts 35 dB(A); in allgemeinen Wohngebieten tagsüber 55 dB(A), nachts 40 dB(A); in Mischgebieten tagsüber 60 dB(A), nachts 45 dB(A). Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Büroräume 40-45 dB(A).

9 LICHT (künstliche Beleuchtung, sichtbares Licht, UV- und Infrarot-Strahlung)

Am Schlafplatz sollte es bezüglich künstlicher Lichtquellen so **dunkel** wie möglich sein (idealerweise **0 Lux**). Die Lichtqualität speziell in den zwei bis drei Stunden vor dem Einschlafen sollte möglichst dem **natürlichen Licht** in den Abendstunden angepasst sein: Das **Lichtspektrum** sollte entsprechend homogen bzw. **kontinuierlich** ohne deutliche Einzelspitzen sein sowie **keinen deutlichen Blaulichtanteil**, einen **guten Farbwiedergabeindex** (Ra über **95**) und idealerweise einen **hohen Nah-Infrarot-Anteil** aufweisen. Künstliche Lichtquellen sollten kontinuierliche Helligkeitsverläufe ohne Oberwellen und möglichst **niedrige Flicker- bzw. Flimmer-Anteile** besitzen (vor allem bis rund 3000 Hz im Idealfall um oder unter **1 % bzw. 2 %**) Außerdem sollten sie **keine auffälligen elektrischen und magnetischen Wechselfelder**, **elektromagnetischen Wellen** oder **Ultraschall** hervorrufen. Generell sollte man in Innenräumen nur so viel Kunstlicht einsetzen, wie für die jeweilige Sehaufgabe nötig ist, und sich tagsüber so oft wie möglich dem **natürlichen Tageslicht** im Freien aussetzen.

Messtechnische Randbedingungen 2024: Beleuchtungsstärke: tags ~ 100-100.000 Lux, abends ~ 10-100 Lux, nachts < 1 Lux; Farbtemperatur tags ~ 4000-6000 K, abends ~ 1500-3000 K; kein Ultraschall; elektrische Wechselfelder bis 2 kHz < 10 V/m, ab 2 kHz < 1 V/m; magnetische Wechselfelder bis 2 kHz < 50 nT, ab 2 kHz < 5 nT; keine Lichtmodulation zur Datenübertragung (präventiver Ansatz aufgrund unzureichender Datenlage); keine Schadstoffe oder Gerüche; keine toxischen Inhalte wie z. B. Quecksilber

Ökodesign-Richtlinie EU: Flimmern $P_{st}LM \leq 1$ (für Frequenzen 0,3-80 Hz), Stroboskop-Effekt SVM ≤ 0,9, ab 9/2024 ≤ 0,4 (für Frequenzen 80-2000 Hz); IEEE Modulationstiefe (%): für 10-100 Hz 0,025f, für 100-1000 Hz 0,08f; ASR für Büroräume: > 500 Lux, Ra > 80

B WOHNGIFTE, SCHADSTOFFE, RAUMKLIMA

1 FORMALDEHYD und andere gasförmige Schadstoffe

Formaldehyd in Mikrogramm pro Kubikmeter	**µg/m³**	**< 20**	**20 - 50**	**50 - 100**	**> 100**
in parts per million	**ppm**	**< 0,016**	**0,016 - 0,04**	**0,04 - 0,08**	**> 0,08**

AGW: 370 µg/m³; BGA: 120 µg/m³; UBA/AIR: 100 µg/m³; WHO: 100 µg/m³; DGNB-Zertifzierung (beste Stufe): 30 µg/m³; VDB-Zert (beste Stufe): 30 µg/m³; AGÖF-Orientierungswert: 30 µg/m³; VDI: 25 µg/m³; Schleimhaut- und Augenreizung, Geruchswahrnehmung: ab ~ 50 µg/m³; Lebensgefahr: 30.000 µg/m³; Natur: < 2 µg/m³

2 LÖSEMITTEL und andere leicht- bis mittelflüchtige Schadstoffe

Lösemittel VOC in Mikrogramm pro Kubikmeter	**µg/m³**	**< 100**	**100 - 300**	**300 - 1000**	**> 1000**

Werte gelten für die Summe aller flüchtigen Verbindungen (TVOC, je nach Aufgabenstellung Substanzen nach UBA, DIN ISO 16000-6 2022-03...) in der Raumluft, innenraumtypische Mischungen diverser Einzelsubstanzen vorausgesetzt. Falls einzelne Stoffe bzw. Stoffgruppen dominieren, sind diese schärfer zu bewerten, ebenso wenn es sich um besonders kritische, geruchsintensive, allergisierende, reizende oder krebserzeugende Luftschadstoffe wie z. B. Benzol, Naphthalin(e), Styrol, Phenol, Kresole, Acetaldehyd, Benzaldehyd, Furfural, Dichlorethan, Isothiazolinone... handelt. Für Einzelbewertungen siehe z. B. 'AGÖF-Orientierungswerte für flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft' oder UBA/AIR-Innenraumrichtwerte (spätestens bei RWI-Überschreitungen Handlungsbedarf), zur Einschätzung geruchsintensiver Substanzen auch AGÖF-Leitfaden 'Gerüche in Innenräumen' und UBA-Geruchsleitwerte. Spezielle Substanzen wie z. B. kurzkettige Carbonsäuren oder VVOC (Methanol, Aceton...) sind bei Bedarf gesondert zu untersuchen.

Umweltbundesamt (Leitwert Stufe 1): 300 µg/m³; Seifert BGA Zielwert: 300 µg/m³; DGNB-Zertifizierung (beste Stufe): 300 µg/m³; VDB-Zert (beste Stufe): 300 µg/m³, Methyl-Isothiazolinon 1 µg/m³; Molhave: 200 µg/m³; AGÖF-Normalwerte a) Summe: 360 µg/m³, b) Einzelstoffe (Beispiele): Acetaldehyd 20 µg/m³, Aceton 42 µg/m³, Benzol 1 µg/m³, Ethylbenzol 1 µg/m³, Naphthalin < 1 µg/m³, Phenol < 1 µg/m³, Styrol 1 µg/m³, Toluol 7 µg/m³, m,p-Xylol 3 µg/m³, alpha-Pinen 4 µg/m³; delta-3-Caren 1 µg/m³, Limonen 4 µg/m³; Natur: < 10 µg/m³

© ***BAUBIOLOGIE MAES** und **IBN***

	unauffällig	schwach auffällig	stark auffällig	extrem auffällig

3 **PESTIZIDE** und andere schwerflüchtige Schadstoffe

Pestizide		Luft	**ng/m³**	**< 5**	**5 - 25**	**25 - 100**	**> 100**
wie PCP, Lindan, Permethrin, Chlorpyrifos, DDT, Dichlofluanid...		Staub	**mg/kg**	**< 0,2**	**0,2 - 1**	**1 - 10**	**> 10**
		Holz, Material	**mg/kg**	**< 1**	**1 - 10**	**10 - 100**	**> 100**
		Material mit Hautkontakt	**mg/kg**	**< 0,5**	**0,5 - 2**	**2 - 10**	**> 10**
Flammschutzmittel	chloriert	Staub	**mg/kg**	**< 0,5**	**0,5 - 2**	**2 - 10**	**> 10**
	halogenfrei	Staub	**mg/kg**	**< 5**	**5 - 50**	**50 - 200**	**> 200**
Weichmacher		Staub	**mg/kg**	**< 100**	**100 - 250**	**250 - 1000**	**> 1000**
PCB		Staub	**mg/kg**	**< 0,5**	**0,5 - 2**	**2 - 5**	**> 5**
PAK		Staub	**mg/kg**	**< 0,5**	**0,5 - 2**	**2 - 20**	**> 20**

Werte in Nanogramm pro Kubikmeter Luft bzw. Milligramm pro Kilogramm Material, Holz, Staub.

Werte gelten pro Einzelsubstanz, außer bei PCB für den mit 5 multiplizierten Summenwert der Kongenere 28, 52, 101, 138, 153 und 180 nach LAGA und bei PAK für 16 Leitsubstanzen nach EPA.

Hausstaubwerte gelten in aller Regel für etwa 7-10 Tage alten Staub und für Sekundärkontaminationen, nicht für Primärkontaminationen (also nicht für direkt abgesaugte, behandelte Quellen, Flächen und Materialien).

Als weitere Bewertungshilfe siehe 'AGÖF-Orientierungswerte für mittel- und schwerflüchtige Stoffe im Hausstaub' oder für Oberflächenbelastungen VdS-Richtlinien 2357 zur Brandschadensanierung.

PCP-Verbotsordnung: Material 5 mg/kg; PCP-Richtlinie: Luft 1000 ng/m³, Zielwert 100 ng/m²; ARGE-Bau: Luft 100 ng/m³, Staub 1 mg/kg; PCB-Richtlinie Ziel: 300 ng/m³; PCB-Sanierungsziel NRW: 10 ng/m³; akute Gesundheitsgefahr: 3000 ng/m³; Sonderentsorgung: 50 mg/kg; VDB-Zert (beste Stufe): Summe Biozide und Insektizide 50 ng/m³, Summe organische Flammschutzmittel 100 ng/m³, Summe Phthalat-Weichmacher 500 ng/m³; AGÖF-Normalwerte Staub (Beispiele): PCP 0,3 mg/kg, Lindan 0,1 mg/kg, Permethrin 0,5 mg/kg, Chlorpyrifos 0,1 mg/kg, DDT/DDD/DDE < 0,1 mg/kg, Dichlofluanid 0,1 mg/kg, Tolylfluanid < 0,1 mg/kg, TCEP 0,5 mg/kg, PAK Benzo-(a)-pyren < 0,2 mg/kg, DEHP 400 mg/kg

4 **SCHWERMETALLE** und andere verwandte Schadstoffe

Es gibt noch keine baubiologischen Richtwerte für Schwermetalle.

Als Bewertungshilfe siehe 'AGÖF-Orientierungswerte für mittel- und schwerflüchtige Stoffe im Hausstaub'.

AGÖF-Normalwerte Staub (Beispiele): Arsen 1 mg/kg, Blei 20 mg/kg, Cadmium 1,5 mg/kg, Chrom 75 mg/kg, Kupfer 80 mg/kg, Quecksilber 0,5 mg/kg, Zink 500 mg/kg; Quecksilber UBA/AIR: Luft 35 ng/m³ (RW I); Trinkwasserverordnung: Blei 0,01 mg/l (bis 2028), 0,005 mg/l (ab 2028); Bundes-Bodenschutzverordnung Boden Wohngebiete: Blei 400 mg/kg, Quecksilber 20 mg/kg

5 **PARTIKEL** und **FASERN** (Feinstaub, Nanopartikel, Asbest, Mineralfasern...)

Die Partikel-, Faser- bzw. Staubkonzentration sollte in Räumen unter dem üblichen unbelasteten Hintergrund im Freien liegen. Asbest und Mineralfasern sollten in der Raumluft, auf Flächen, im Staub gar nicht oder nur minimal nachweisbar sein.

Ehemalige baubiologische Asbest-Luftrichtwerte SBM-2000: < 100 keine, 100-200 schwache, 200-500 starke, > 500/m³ extreme Anomalie

Asbestfasern Luft - TRGS 519: Sanierungszielwert 500/m³, Arbeitsplatz-Akzeptanzkonzentration 10.000/m³; Außenluft: 50-150/m³, Reinluftgebiete: 20/m³
Partikel Luft - BImSchV: 40 µg/m³ (< 10 µm, Jahresmittel), 50 µg/m³ (< 10 µm, Tagesmittel), 25 µg/m³ (< 2,5 µm, Jahresmittel), EU: 50 µg/m³ (< 10 µm), EPA: 12 µg/m³ (< 2,5 µm), WHO: 15 µg/m³ (< 10 µm), 5 µg/m³ (< 2,5 µm), Zugspitze: 5-10 µg/m³, Land: 5-30 µg/m³, Stadt: 10-100 µg/m³, Raum mit Zigarettenqualm: > 1000 µg/m³ (je < 10 µm)

6 **RAUMKLIMA** (Temperatur, Feuchte, Kohlendioxid, Luftionen, Luftwechsel, Gerüche...)

Relative Luftfeuchte in Prozent	**% r.F.**	**40 - 60**	**30 - 40 / 60 - 70**	**20 - 30 / 70 - 80**	**< 20 / > 80**
Kohlendioxid in parts per million	**ppm**	**< 700**	**700 - 1000**	**1000 - 1500**	**> 1500**

MAK: 5000 ppm; DIN: 1500 ppm; Umweltbundesamt: 1000 ppm; USA (Arbeitsplätze/Schulräume): 1000 ppm; ungelüftetes Schlafzimmer morgens bzw. Klassenzimmer nach einer Schulstunde: 2000-4000 ppm; Natur 2023: 420 ppm, 1985: 330 ppm; jährlicher Anstieg: 1-2 ppm

Kleinionen pro Kubikzentimeter Luft	**/cm³**	**> 500**	**200 - 500**	**100 - 200**	**< 100**

Achtung: Hohe Luftionenwerte in Innenräumen können auf Radon hinweisen.

Am Meer: > 2000/cm³, Reinluftgebiete: ~ 1000/cm³, Land: < 800/cm³, Stadt: < 700/cm³, Industriegebiete/Straßenverkehr: < 500/cm³, Raum mit Elektrostatik: < 300/cm³, Raum mit Zigarettenqualm: < 200/cm³, Smog: < 50/cm³; stete Luftionenabnahme in den letzten Jahr(zehnt)en

Für Gerüche gilt übergeordnet: Es sollten **keine individuell störenden Gerüche** vorhanden sein.

Je nach Fall und Fragestellung können orientierend folgende subjektive Wahrnehmungs-Angaben zur Beurteilung von Gerüchen herangezogen werden:

Geruch	**kein**	**leicht nicht unangenehm noch akzeptabel**	**deutlich unangenehm schwer akzeptabel**	**massiv sehr unangenehm inakzeptabel**

Bei Bedarf können diese Einschätzungen durch mehrere Personen (z.B. ausgebildete Geruchsprüfer) überprüft werden. Eine geruchliche Bewertung sollte in der Regel im Zusammenhang mit der messtechnischen oder laboranalytischen Abklärung hygienisch bzw. toxikologisch verdächtiger Schadstoffe vorgenommen werden.

Zusätzliche Bewertungsmöglichkeiten: Geruchsleitfaden der AGÖF, Geruchsleitwerte des UBA/AIR

© ***BAUBIOLOGIE MAES** und **IBN***

	unauffällig	**schwach** auffällig	**stark** auffällig	**extrem** auffällig

C PILZE, BAKTERIEN, ALLERGENE

1 SCHIMMELPILZE und deren Sporen sowie Stoffwechselprodukte

In Innenräumen darf es weder mit bloßem Auge oder mit technischen Hilfsmitteln (Mikroskop, bauforensische Lampen...) sichtbare **Schimmelpilzbefälle** noch Kontaminationen mit **Sporen** geben:

Befallsgröße Ausmaß in Quadratzentimeter	cm²	**0**	**0 - 20**	**20 - 5000**	**> 5000**
Mikroskopisch nachweisbare Schimmelpilz-Hyphen, -Sporenbildungsorgane oder -Sporen pro Quadratzentimeter	/cm²	**keine**	**vereinzelt**	**viele**	**massenhaft**

Kritischere Pilze wie Aspergillus, Stachybotrys... und/oder Befälle in tieferen Schichten von Materialien sollten dabei strenger bewertet werden.

Die Schimmelpilz**zahlen** in der Raumluft, auf Oberflächen, im Hausstaub, in Hohlräumen, in Materialien... sollten **unter** denen im Freien bzw. im Bereich von unbelasteten Vergleichsräumen liegen. Die Schimmelpilz**arten** drinnen sollten sich **nicht** wesentlich von jenen draußen bzw. in unbelasteten Vergleichsräumen unterscheiden. Besonders **kritische** Pilze, z. B. toxinbildende, allergisierende oder bei 37 °C Körpertemperatur wachsende, dürfen **nicht** oder nur minimal nachweisbar sein. Es darf keine Kontaminationen mit **Stoffwechselprodukten** von Schimmelpilzen (Mykotoxine, MVOC, Glukane...) geben.

Um Schimmelwachstum entgegen zu wirken, sind dauerhaft erhöhte Material- und Luftfeuchten sowie zu kühle Oberflächentemperaturen und kritische Wärmebrücken zu vermeiden; die **Wasseraktivität** von Materialien sollte nicht längere Zeit über **0,65** liegen.

Weitere **Auffälligkeiten**, **Verdachtsmomente** oder Hinweise auf mikrobielle Belastungen sind zu berücksichtigen bzw. in Bewertungen mit einzubeziehen (z. B. Verfärbungen, Flecken, Mikroorganismen-typische Gerüche, feuchteindizierende Pilze, Bau-, Nässe- und Fäkal-Schäden, Problemkonstruktionen, Hygieneaspekte, erhöhte Einträge von außen, Altschäden, Gebäudeanamnese, Ortsbesichtigung, Krankheiten der Bewohner, umweltmedizinische Ergebnisse...).

Ergänzende baubiologische Bewertungshilfen und Angaben zu Untersuchungen von Luft, Oberflächen, Staub, MVOC, Feuchte... sind in den messtechnischen Randbedingungen, Erläuterungen und Ergänzungen aufgeführt.

Detailliertere Bewertungen und Angaben: Umweltbundesamt 'Schimmelleitfaden', WTA-Merkblatt 4-12 05.2021/D, VDB-Zert, LGA-Leitfaden....

2 HEFEPILZE und deren Stoffwechselprodukte

Hefepilze sollten in der Raumluft, auf Oberflächen und Materialien oder in Bett-, Wäsche-, Hygiene-, Bad-, Küchen- und Lebensmittelbereichen **nicht** oder nur minimal nachweisbar sein. Das gilt speziell für gesundheitlich besonders **kritische** Hefen wie Candida oder Cryptococcus.

3 BAKTERIEN und deren Stoffwechselprodukte

Die Bakterienzahlen in der Raumluft sollten **ähnlich** wie oder geringer als in der Außenluft bzw. in unbelasteten Vergleichsräumen sein. Besonders **kritische** Keimarten, beispielsweise bestimmte Pseudomonaden, Legionellen, Aktinomyceten bzw. Aktinobakterien..., sollten in Häusern **nicht** oder nur minimal nachweisbar sein, weder in der Luft noch auf Materialien, im Trinkwasser, in Hygiene-, Bad-, Küchenbereichen. Es darf keine Kontaminationen mit bakteriellen **Stoffwechselprodukten** (Endotoxine, MVOC...) geben.

Weitere **Auffälligkeiten**, **Verdachtsmomente** oder Hinweise auf Bakterien-Belastungen sind zu berücksichtigen bzw. in Bewertungen mit einzubeziehen (z. B. hohe Materialfeuchte, Nässeschäden, Schimmelpilzbefälle bzw. -untersuchungen, Hygiene- und Fäkalienprobleme, Bakterien-typische Gerüche, erhöhte Einträge von außen, Gebäudeanamnese, Ortsbesichtigung, Krankheiten der Bewohner, umweltmedizinische Ergebnisse...).

Detailliertere Bewertungen und Angaben: Umweltbundesamt 'Schimmelleitfaden', VDB-Fäkal-Leitfaden.

4 HAUSSTAUBMILBEN und andere Allergene

Es gibt noch keine baubiologischen Richtwerte für Hausstaubmilben und Allergene.

Für Bewertungen können Referenzwerte von Laboren oder Allergologen herangezogen werden.

© ***BAUBIOLOGIE MAES** und **IBN***

Schlussbemerkungen

Bei der Anwendung der Richtwerte sind Grundempfindlichkeit und Genauigkeit der eingesetzten Messgeräte zu beachten und anzugeben. In vielen Fällen können orientierende Messverfahren angewendet werden. Bei komplexen Belastungen oder Fragestellungen sollten präzisere (und meist aufwändigere) Messgeräte und -verfahren gewählt werden.

Zum Standard der baubiologischen Messtechnik und diesen Richtwerten für Schlafbereiche gehören die ergänzenden messtechnischen Randbedingungen, Erläuterungen und Ergänzungen, in denen die messtechnischen bzw. analytischen Vorgehensweisen näher beschrieben werden und auf weitere orientierende Richtwertvorschläge hingewiesen wird, sowie die Leitsätze als Wertefundament und Richtschnur.

Da die baubiologischen Richtwerte an erster Stelle auf langjähriger Erfahrung und wissenschaftlichen Studien basieren, gibt es sie (noch) nicht für alle Standardpunkte, sie werden regelmäßig neuen Erkenntnissen entsprechend ergänzt und aktualisiert. Wie auch viele andere Richtwerte sind sie Empfehlungen und keine rechtlich verbindlichen Grenzwerte.

Auch an Arbeitsplätzen und speziell in sensiblen Bereichen mit langer und regelmäßiger Aufenthaltsdauer sind alle baubiologischen Belastungen so gering wie eben möglich zu halten. Auch am Arbeitsplatz und darüber hinaus gelten die grundlegenden baubiologischen Prinzipien: Jede Risikoreduzierung ist anzustreben, das Machbare steht im Vordergrund. Für die Bewertung von Arbeitsbereichen könnten einige Regelwerke, Empfehlungen und Erkenntnisse beachtet werden, beispielsweise TCO, EUROPAEM, US-EPA/NCRP, BioInitiative Working Group, EU-Parlament/STOA oder BUND (elektromagnetische Felder und Wellen), EU, WHO oder Bundesamt für Strahlenschutz (Radioaktivität, Radon), AGÖF (Schadstoffe, Gerüche), UBA/AIR (Schimmelpilze, Schadstoffe, Kohlendioxid...), VDI, Gefahrstoffverordnung und TRGS (Schadstoffe), ARGE-Bau (Pestizide, PAK), LGA Baden-Württemberg (Schimmelpilze)...

Der mehrteilige Standard nebst Richtwerten wurde in den Jahren 1987 bis 1992 von der *BAUBIOLOGIE MAES* auf Wunsch und mit Unterstützung des Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit IBN entwickelt. Kollegen und Ärzte haben mitgeholfen. Er wurde erstmals im Mai 1992 publiziert und ist seitdem, national und inzwischen auch international, roter Faden und Basis für baubiologisch-messtechnisches Arbeiten und vorsorgliches Bewerten. Der 2002 gegründete Verband Baubiologie VB macht den Standard zu seiner Arbeitsgrundlage.

Standard und Richtwerte sowie die dazugehörigen Randbedingungen und Leitsätze werden seit 1999 durch eine etwa zehnköpfige Standard-Kommission von erfahrenen baubiologischen Sachverständigen mit Unterstützung von unabhängigen Wissenschaftlern aus den Bereichen Physik, Chemie, Biologie, Architektur, von Laboren, Umweltmedizinern und anderen Experten mitgestaltet.

Dieser aktuelle SBM-2024 ist die 9. Ausgabe, vorgestellt im August 2024.

© ***BAUBIOLOGIE MAES*** Schorlemerstr. 87 41464 Neuss Telefon 02131/43741 www.maes.de
IBN Erlenaustr. 24 83022 Rosenheim Telefon 08031/35392-0 www.baubiologie.de