

Die ganzheitliche baubiologische Untersuchung nach dem

STANDARD DER BAUBIOLOGISCHEN MESSTECHNIK

SBM-2015

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 dreiteilige Original-Standard ist seit 1992 roter Faden und Basis für baubiologisch-messtechnisches Arbeiten und vorsorgliches Bewerten, das inzwischen international. Der 2002 gegründete Verband Baubiologie VB macht den Standard mit den dazugehörigen Richtwerten und Randbedingungen 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** ($\mu\text{W}/\text{m}^2$) 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)

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** ($^\circ$)

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/m^3)

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/s^2)

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

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

Messung von **elektromagnetischen Feldern** (V/m, nT), **Lichtspektrum**, **Spektralverteilung** (nm), **Lichtflimmern** (Hz, %), **Beleuchtungsstärke** (lx), **Farbwiedergabe** (R_a , R_{1-14}), **Farbtemperatur** (K), **Ultraschall** (dB)

B WOHNIGIFTE, SCHADSTOFFE, RAUMKLIMA

1 FORMALDEHYD und andere gasförmige Schadstoffe

Ursache: Lacke, Kleber, Spanplatten, Holzwerkstoffe, Möbel, Einrichtungen, Geräte, Heizung, Lecks, Verbrennung, Abgase, Umwelt...

Messung **gasförmiger Schadstoffe** ($\mu\text{g}/\text{m}^3$, ppm) wie Formaldehyd, Ozon und Chlor, Stadt- und Industriegase, Erdgas, Kohlenmonoxid und Stickstoffdioxid sowie weitere Verbrennungsgase

2 LÖSEMITTEL und andere leicht- bis mittelflüchtige Schadstoffe

Ursache: Farben, Lacke, Kleber, Kunststoffe, Baumaterialien, Spanholz, Möbel, Einrichtungen, Beschichtungen, Verdüner, Pflegemittel...

Messung **flüchtiger Schadstoffe** ($\mu\text{g}/\text{m}^3$, ppm) wie Aldehyde, Aliphaten, Alkohole, Aromaten, Ester, Glykole, Ketone, Kresole, Phenole, Siloxane, Terpene und andere organische Verbindungen (VOC)

3 PESTIZIDE und andere schwerflüchtige Schadstoffe

Ursache: Holz-, Leder-, Teppichschutz, Kleber, Kunststoffe, Dichtungen, Beschichtungen, Schädlingsbekämpfung, Kammerjäger...

Messung **schwerflüchtiger Schadstoffe** (mg/kg, ng/m^3) wie Biozide, Insektizide, Fungizide, Holzschutzmittel, Teppichschutzmittel, Flammschutzmittel, Weichmacher, Pyrethroide, PCB, PAK, Dioxine

4 SCHWERMETALLE und andere verwandte Schadstoffe

Ursache: Holzschutz, Baustoffe, Geräte, Einrichtung, Baufeuchte, PVC, Farben, Glasuren, Sanitärrohre, Industrie, Altlasten, Umwelt...

Messung **anorganischer Schadstoffe** (mg/kg) wie Leicht- und Schwermetalle (Aluminium, Antimon, Arsen, Barium, Blei, Cadmium, Chrom, Kobalt, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink...), Metallverbindungen und Salze

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

Ursache: Aerosole, Schwebstoffe, Staub, Rauch, Ruß, Bau- und Dämmstoffe, Lüftungs- und Klimaanlage, Geräte, Toner, Umwelt...

Messung von **Staub, Partikelzahl** und **-größe, Asbest** und sonstigen **Fasern** ($/\text{l}$, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, $/\text{g}$, $\%$)

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

Ursache: Feuchteschäden, Baufeuchte, Baustoffe, Lüftung, Heizung, Einrichtung, Atmung, elektrische Felder, Strahlung, Staub, Umwelt...

Messung von **Luft- und Oberflächentemperatur** ($^{\circ}\text{C}$), **Luft- und Materialfeuchte** (r.F., a.F., $\%$), **Sauerstoff** (Vol. $\%$), **Kohlendioxid** (ppm), **Luftdruck** (mbar), **Luftbewegung** (m/s) und **Luftionen** ($/\text{cm}^3$) sowie der **Luftelektrizität** (V/m), Feststellung von **Gerüchen** und der **Luftwechselrate**

C PILZE, BAKTERIEN, ALLERGENE

1 SCHIMMELPILZE und deren Sporen sowie Stoffwechselprodukte

Ursache: Feuchteschäden, Wärmebrücken, Baumängel, Baumaterialien, Sanierungsfehler, Lüftung, Klimaanlage, Einrichtung, Umwelt...

Messung und Bestimmung von kultivierbaren und nicht kultivierbaren **Schimmelpilzen**, Schimmelpilzsporen und Pilzbestandteilen ($/\text{m}^3$, $/\text{cm}^2$, $/\text{dm}^2$, $/\text{g}$) sowie Stoffwechselprodukten (MVOC, Toxine...)

2 HEFEPILZE und deren Stoffwechselprodukte

Ursache: Nässebereiche, Hygieneprobleme, Lebensmittelvorrat, Abfälle, Küchengeräte, Wasseraufbereitung, sanitäre Einrichtungen...

Messung und Bestimmung von **Hefepilzen** ($/\text{m}^3$, $/\text{dm}^2$, $/\text{g}$, $/\text{l}$) und Stoffwechselprodukten

3 BAKTERIEN und deren Stoffwechselprodukte

Ursache: Nässebereiche, Fäkalienschäden, Hygieneprobleme, Lebensmittelvorrat, Abfälle, Wasseraufbereitung, sanitäre Installationen...

Messung und Bestimmung von **Bakterien** ($/\text{m}^3$, $/\text{dm}^2$, $/\text{g}$, $/\text{l}$) und Stoffwechselprodukten

4 HAUSSTAUBMILBEN und andere Allergene

Ursache: Milben, -kot und -stoffwechselprodukte, Insekten, Pilze, Pollen, Hygiene, Hausstaub, Haustiere, Duftstoffe, Feuchte, Umwelt...

Messung bzw. Bestimmung der **Milbenzahl** und **-exkremente, Pollen, Tierhaare, Allergene** ($/\text{m}^3$, $/\text{g}$)

Im Rahmen des baubiologischen Standards werden noch weitere Messungen, Analysen, Überprüfungen, Beratungen und Begutachtungen durchgeführt, z.B. des Leitungs- und Trinkwassers auf unter anderem toxische oder bakterielle Verunreinigungen, von Baumaterialien, Möbeln, Geräten und Einrichtungen, von Haus- und Holzschädlingen, auch Beratungen und Planungen für anstehende Projekte, Sanierungen, Renovierungen und Baubegleitungen.

Zu diesem Standard gehören die aktuellen baubiologischen Richtwerte für Schlafbereiche, welche speziell für das Langzeitrisiko und die besonders empfindliche Regenerationszeit des Menschen entwickelt wurden, und die messtechnischen Randbedingungen, Erläuterungen und Ergänzungen, in denen unter anderem die Kriterien für baubiologisch-sachverständige Messungen und Analysen näher beschrieben und festgelegt sind.

Der Standard nebst Richtwerten und Randbedingungen wurde in den Jahren 1987 bis 1992 von der **BAUBIOLOGIE MAES** im Auftrag und mit Unterstützung des Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit **IBN** entwickelt. Kolleg(inn)en und Ärzte haben mitgeholfen. Er wurde erstmals im Mai 1992 publiziert. Standard, Richtwerte und Randbedingungen werden seit 1999 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-2015** ist die 8. Neuerscheinung, vorgestellt im Mai 2015.

Ergänzung zum Standard der baubiologischen Messtechnik SBM-2015

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 kritischer Umwelteinflüsse 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.

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 Handlungsbedarf. Sanierungen sollten bald 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.

Prinzipiell und übergeordnet gilt:

Jede Risikoreduzierung ist anzustreben. Richtwerte sind Orientierungshilfen. Maßstab ist die Natur.

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-2015 Seite 1	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 potentialfrei 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 sind kritischer zu bewerten.

DIN/VDE 0848: Arbeit 20.000 V/m, Bevölkerung 7000 V/m; BImSchV: 5000 V/m; TCO: 10 V/m; US-Kongress/EPA: 10 V/m; Kinderleukämie-Studien: 10 V/m; Studien oxidativer Stress, Bildung freier Radikale, Melatoninabsenkung: 20 V/m; BUND: 0,5 V/m; 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 sind kritischer zu bewerten. 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; WHO/IARC: 300-400 nT "potentiell krebserregend"; TCO: 200 nT; US-Kongress/EPA: 200 nT; DIN 0107 (EEG): 200 nT; BioInitiative: 100 nT; BUND: 10 nT; Natur: < 0,0002 nT

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 (D-/E-Netze), UMTS, TETRA, LTE, WiMAX, Radio, Fernsehen, WLAN, DECT, Bluetooth... Angaben beziehen sich auf Spitzenwerte. Richtwerte gelten nicht für rotierendes Radar.

Kritischere Funkwellen wie z.B. gepulste bzw. periodische Signale (Mobilfunk GSM, TETRA, DECT, WLAN, digitaler Rundfunk...) und Breitbandtechniken mit gepulsten Anteilen/Strukturen (UMTS, LTE...) sollten speziell bei stärkeren Auffälligkeiten empfindlicher und weniger kritische wie z.B. un gepulste bzw. nichtperiodische Signale (UKW, Kurz-, Mittel-, Langwelle, analoger Rundfunk...) speziell bei schwächeren Auffälligkeiten großzügiger bewertet 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: bis 10.000.000 µW/m²; Mobilfunk: Schweiz bis 100.000 µW/m², Salzburger Resolution / Ärztekammer 1000 µW/m², BioInitiative 1000 µW/m² außen, EU-Parlament STOA 100 µW/m², Salzburg 10 µW/m² außen, 1 µW/m² innen; 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 bei ~ 50 % r.F.
TCO: 500 V; Schäden an Elektronik, Computerbausteinen: ab 100 V; schmerzhaft Schläge, Funken: ab 2000-3000 V; Synthetikmaterialien, Kunststoffbeschichtungen: bis 10.000 V; Kunststoffböden, Lamine: bis 20.000 V; Fernsehrohrbildschirme: bis 30.000 V; Natur: < 100 V

5 MAGNETISCHE GLEICHFELDER (Magnetostatik)

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

Werte bezogen auf die Flussdichteabweichung µT durch Metall/Stahl bzw. Flussdichteschwankung µT durch Gleichstrom.
DIN/VDE 0848: Arbeitsplatz 67,9 mT, Bevölkerung 21,2 mT; BlmSchV 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, Hirn: 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 lokale Umgebungsstrahlung, mindestens jedoch auf 0,8 mSv/a bzw. 100 nSv/h (Durchschnitt in Deutschland), bei deutlich höherer Umgebungsstrahlung gilt eine geringere prozentuale Äquivalentdosisleistungserhöhung.

Strahlenschutzverordnung: Bevölkerung 1 mSv/a zusätzliche Belastung, EU: Baustoffe 1 mSv/a zusätzliche Belastung; 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
--	--------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------

EU-Referenzwert (EU-BSS 2013): 300 Bq/m³; EU-Empfehlung (Neubau): 200 Bq/m³; WHO: 100 Bq/m³; Bundesamt für Strahlenschutz BfS: 100 Bq/m³; EPA (USA): 150 Bq/m³; Norwegen, Schweden, England (Neubau): 200 Bq/m³; Innenräume, im Schnitt: ~ 30-50 Bq/m³, 1-2 % > 250 Bq/m³; Außenluft im Schnitt: ~ 5-15 Bq/m³; Radonstollen: bis 100.000 Bq/m³; Lungenkrebs: Risikozunahme je 100 Bq/m³ um je 10 %

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.
Natürliche Schwankung des Erdmagnetfeldes: zeitlich 10-100 nT, Magnetstürme/Sonneneruptionen 100-1000 nT; Abnahme pro Jahr: 20 nT

8 SCHALLWELLEN (Luft- und Körperschall)

Es gibt noch keine verbindlichen baubiologischen Richtwerte für Schall oder Vibration. Bitte erste Vorschläge für die Schlafphase und weitere Angaben in den messtechnischen Randbedingungen, Erläuterungen und Ergänzungen beachten.

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

Es gibt noch keine verbindlichen baubiologischen Richtwerte für Licht. Bitte erste Vorschläge zu elektromagnetischen Feldern, Lichtspektrum, Spektralverteilung, Lichtflimmern, Beleuchtungsstärke, Farbwiedergabe, Farbtemperatur, Ultraschall... und weitere Angaben in den messtechnischen Randbedingungen, Erläuterungen und Ergänzungen beachten.

B WOHNIGIFTE, SCHADSTOFFE, RAUMKLIMA

1 FORMALDEHYD und andere gasförmige Schadstoffe

Formaldehyd in Mikrogramm pro Kubikmeter	µg/m³	< 20	20 - 50	50 - 100	> 100
---	--------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------

MAK: 370 µg/m³; BGA: 120 µg/m³; WHO: 100 µg/m³; Katalyse: 50 µg/m³; AGÖF-Orientierungswert: 30 µg/m³; VDI: 25 µg/m³; Schleimhaut- und Augenreizung, Geruchswahrnehmung: ~ 50 µg/m³, Lebensgefahr: 30.000 µg/m³; Natur: < 2 µg/m³; Umrechnung: 100 µg/m³ = 0,08 ppm

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) in der Raumluft.

Allergisierende, reizende oder geruchsintensive Einzelstoffe bzw. Stoffgruppen sind kritischer zu bewerten, das gilt speziell auch für besonders gefährliche bzw. krebserzeugende Luftschadstoffe wie z.B. Benzole, Naphthaline, Kresole, Styrol...

Für Einzelbewertungen siehe 'AGÖF-Orientierungswerte für flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft' (2013).

Umweltbundesamt: 300 µg/m³; Seifert BGA Zielwert: 200-300 µg/m³; Molhave: 200 µg/m³; AGÖF-Normalwert 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

Für die Einschätzung geruchsintensiver Substanzen siehe AGÖF-Leitfaden 'Gerüche in Innenräumen' (2013).

3 PESTIZIDE und andere schwerflüchtige Schadstoffe

Pestizide	Luft	ng/m³	< 5	5 - 25	25 - 100	> 100
wie PCP, Lindan, Permethrin,	Staub	mg/kg	< 0,2	0,2 - 1	1 - 10	> 10
Chlorpyrifos, DDT,	Holz, Material	mg/kg	< 1	1 - 10	10 - 100	> 100
Dichlofluanid...	Material mit Hautkontakt	mg/kg	< 0,5	0,5 - 2	2 - 10	> 10

		unauffällig	schwach auffällig	stark auffällig	extrem auffällig
Flammschutzmittel chloriert	Staub mg/kg	< 0,5	0,5 - 2	2 - 10	> 10
	Staub mg/kg	< 5	5 - 50	50 - 200	> 200
halogenfrei	Staub mg/kg	< 100	100 - 250	250 - 1000	> 1000
Weichmacher	Staub mg/kg	< 0,5	0,5 - 2	2 - 5	> 5
PCB Summenwert nach LAGA	Staub mg/kg	< 0,5	0,5 - 2	2 - 20	> 20
PAK Summenwert nach EPA	Staub mg/kg	< 0,5	0,5 - 2	2 - 20	> 20

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

Hausstaubwerte gelten in aller Regel für Sekundärkontaminationen, nicht für Primärkontaminationen (also nicht für direkt abgesaugte, behandelte Quellen, Flächen und Materialien).

PCP-Verbotsordnung: Material 5 mg/kg; PCP-Richtlinie: Luft 1000 ng/m³, Zielwert 100 ng/m³; 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
AGÖF-Normalwert 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, Dichlofluoranid 0,1 mg/kg, Tolyfluoranid < 0,1 mg/kg, TCEP 0,5 mg/kg, PAK Benzo-(a)-pyren < 0,2 mg/kg, DEHP 400 mg/kg

Als weitere Bewertungshilfe siehe 'AGÖF-Orientierungswerte für mittel- und schwerflüchtige Stoffe im Hausstaub' (2004), zurzeit in Überarbeitung.

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' (2004).

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 sollte in der Raumluft, auf Flächen, im Staub gar nicht oder nur minimal nachweisbar sein.

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

Asbestfasern Luft - BGA: 500-1000/m³; TRGS-Zielwert: 500/m³; EU: 400/m³; WHO: 200/m³; Außenluft: 50-150/m³, Reinluftgebiete: 20/m³
Partikel Luft - (Jahresmittel) BImSchV: 40 µg/m³, EU: 50 µg/m³ (< 10 µm), 25 µg/m³ (< 2,5 µm), EPA: 25 µg/m³ (< 2,5 µm), VDI: 75 µg/m³
Zugspitze: 5-10 µg/m³, Land: 20-30 µg/m³, Stadt: 30-100 µg/m³; Raum mit Zigarettenqualm: > 1000 µg/m³; Smog-Alarm Stufe 1: 800 µg/m³

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

Relative Luftfeuchte in Prozent	% r.F.	40 - 60	< 40 / > 60	< 30 / > 70	< 20 / > 80
--	--------	---------	-------------	-------------	-------------

Kohlendioxid in parts per million	ppm	< 600	600 - 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 2015: 400 ppm, 1985: 330 ppm; jährlicher Anstieg: 1-2 ppm

Kleinionen pro Kubikzentimeter Luft	/cm ³	> 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(zehn)en

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; Natur: ~ 50-200 V/m, Föhn: ~ 1000-2000 V/m, Gewitter: ~ 5000-10.000 V/m

C PILZE, BAKTERIEN, ALLERGENE

1 SCHIMMELPILZE und deren Sporen sowie Stoffwechselprodukte

In Innenräumen darf es weder direkt oder mikroskopisch sichtbare **Schimmelpilzbefälle** noch Kontaminationen mit **Pilzsporen** oder **Pilzstoffwechselprodukten** geben. Die Schimmelpilzzahlen in der Raumluft, auf Oberflächen, im Hausstaub, in Hohlräumen, in Materialien... sollten **unter** denen im Freien bzw. im Bereich von unbelasteten Vergleichsräumen liegen. Die Schimmelpilzarten drinnen sollten sich **nicht** wesentlich von jenen draußen bzw. in unbelasteten Vergleichsräumen unterscheiden. Besonders **kritische** Pilze, z.B. Toxin-bildende, allergisierende oder bei 37 °C Körpertemperatur wachsende, dürfen **nicht** oder nur minimal nachweisbar sein. Dauerhaft erhöhte Material- und Luftfeuchten sowie kühle Oberflächentemperaturen sind zu vermeiden, da sie die Grundlagen für Pilzwachstum darstellen.

Jeder **Auffälligkeit**, jedem **Verdacht** und Hinweis auf mikrobielle Belastungen ist nachzugehen, hierzu gehören: Verfärbungen und Flecken, Mikroorganismen-typische Gerüche, feuchteindizierende Pilze, Bau- und Näscheschäden, Problemkonstruktionen, Hygieneaspekte, überdurchschnittliche Einträge von außen, Altschäden, Gebäudeanamnese, Ortsbesichtigung, Krankheiten der Bewohner, umweltmedizinische Ergebnisse...

Orientierende baubiologische Bewertungshilfen zu Untersuchungen von Luft, Oberflächen, Staub, MVOC, Wasseraktivität, Feuchte... und weitere Angaben in den messtechnischen Randbedingungen, Erläuterungen und Ergänzungen beachten.

Detaillierte Bewertungen und Angaben: Umweltbundesamt 'Schimmelpilz-Leitfaden' und 'Schimmelpilzsanierungs-Leitfaden'.

Ehemalige baubiologische Schimmelpilz-Orientierungswerte SBM-1998 bis SBM-2003 (Einsatz von YM-Baubiologie-Agar und Bebrütung bei 20-24 °C, koloniebildende Einheiten KBE): Luft < 200/m³ keine, 200-500 schwache, 500-1000 starke, > 1000/m³ extreme Anomalie (Angaben für die Innenraumluft bei relativ niedrigen Referenzwerten der Außenluft unter 500/m³); Oberflächen < 20/dm² keine, 20-50 schwache, 50-100 starke, > 100/dm² extreme Anomalie (Angaben für glatte Oberflächen unter alltäglichen, regelmäßig gereinigten Bedingungen).

Schimmelpilze in der Raumluft - WHO: Pathogene und toxische Pilze sind in der Raumluft nicht zu akzeptieren, ab 50/m³ einer Pilzart ist nach Quellen zu suchen, bis 500/m³ sind bei einer Mischung häufiger umwelttypischer Arten (z.B. Cladosporium) zu vertreten. Senkpiel und Ohgke: Innenraumkonzentrationen, die mehr als 100/m³ über der Außenluft liegen, deuten auf eine Belastung hin. EU-Statistik für Wohnungen (CEC, Commission of European Communities): < 50/m³ sehr niedrig, < 200/m³ niedrig, < 1000/m³ mittel, < 10.000/m³ hoch, > 10.000/m³ sehr hoch. US OSHA (United States Occupational Safety and Health Administration): > 1000/m³ = Kontamination / mikrobieller Schaden.

AIHA (American Industrial Hygienists Association): > 1000/m³ = "untypische" Situation, Innenraumkonzentration deutlich über Außenluft = Innenraumquelle vorhanden. Niederlande (Berufsgesundheitsverband): > 10.000/m³ gemischt oder > 500/m³ einer potentiell pathogenen Art = Gesundheitsgefährdung. Finnland (Gesundheitsministerium): < 500/m³ im Winter, < 2500/m³ im Sommer = Maximum in Wohnungen.

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 im Bereich oder **unter** denen der Außenluft bzw. von unbelasteten Vergleichsräumen liegen. Besonders **kritische** Keimarten, beispielsweise bestimmte Pseudomonas, Legionellen, Aktinomyeten..., sollten in Häusern **nicht** oder nur minimal nachweisbar sein, weder in der Luft noch auf Materialien, im Trinkwasser, in Hygiene-, Bad-, Küchenbereichen. Jedem **Verdacht** oder Hinweis ist nachzugehen: hohe Materialfeuchte, Nässeschäden, Hygiene- und Fäkalienprobleme, Bakterien-typische Gerüche... Bei Pilzuntersuchungen sollten Bakterien einbezogen werden und umgekehrt, sie kommen oft gemeinsam vor.

4 HAUSSTAUBMILBEN und andere Allergene

Es gibt noch keine Richtwerte für Hausstaubmilben und Allergene.

Zum Standard der baubiologischen Messtechnik und diesen Richtwerten für Schlafbereiche gehören die ergänzenden Randbedingungen, Erläuterungen und Ergänzungen, in denen die messtechnische bzw. analytische Vorgehensweise näher beschrieben ist und auf weitere erste orientierende Richtwertvorschläge hingewiesen wird.

Da die baubiologischen Richtwerte an erster Stelle auf langjähriger Erfahrung basieren, gibt es sie (noch) nicht für alle Standardpunkte, sie werden regelmäßig neuen Erkenntnissen entsprechend ergänzt und aktualisiert.

Auch an Arbeitsplätzen und speziell in sensiblen Bereichen, in denen wir uns lange und regelmäßig aufhalten, 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 oder US-Kongress/EPA (niederfrequente Felder, Elektrostatik), BioInitiative Working Group, EU-Parlament STOA oder BUND (hochfrequente Funkwellen), EU, WHO oder Bundesamt für Strahlenschutz (Radioaktivität, Radon), AGÖF (Schadstoffe)... teilweise auch UBA (Schimmelpilze, Schadstoffe, Kohlendioxid...), VDI (Schadstoffe), ARGE-Bau (Pestizide), LGA Baden-Württemberg (Schimmelpilze)...

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

Der Standard nebst Richtwerten und Randbedingungen wurde in den Jahren 1987 bis 1992 von der **BAUBIOLOGIE MAES** im Auftrag und mit Unterstützung des Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit IBN entwickelt. Kolleg(inn)en und Ärzte haben mitgeholfen. Er wurde erstmals im Mai 1992 publiziert. Standard, Richtwerte und Randbedingungen werden seit 1999 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-2015 ist die 8. Neuerscheinung, vorgestellt im Mai 2015.