Ergänzung zum Standard der baubiologischen Messtechnik SBM-2008

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 einzuschätzen 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 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-2008 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 intensiven und häufigen zeitlichen Feldschwankungen sind Langzeitaufzeichnungen durchzuführen - besonders auch über Nacht - und hierbei das 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, WiMAX, TETRA, Radio, Fernsehen, DECT, WLAN... Angaben beziehen sich auf Spitzenwerte. Richtwerte gelten nicht für Radar.

Kritischere Funkwellen wie z.B. gepulste bzw. periodische Signale (Mobilfunk, DECT, WLAN, digitaler Rundfunk...) sollten speziell bei stärkeren Auffälligkeiten empfindlicher und weniger kritische wie z.B. ungepulste 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; schmerzhafte Schläge, Funken: ab 2000-3000 V; Synthetikmaterialien, Kunststoffbeschichtungen: bis 10.000 V; Kunststoffböden, Laminate: bis 20.000 V; Fernsehbildschirme: bis 30.000 V; Natur: < 100 V

5 MAGNETISCHE GLEICHFELDER (Magnetostatik)

Flussdichteabweichung (Stahl) 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 die Flussdichteabweichung µT durch Metall/Stahl bzw. Flussdichteschwankung µT durch Gleichstrom.

DIN/VDE 0848: Arbeitsplatz 67.900 µT, Bevölkerung 21.200 µT; USA/Österreich: 5000-200.000 µT; Kernspin 2-4 T; Natur, Erdmagnetfeld: Mitteleuropa 40-50 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 (Gammastrahlung, Radon)

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 Dosisleistungserhöhung.

Strahlenschutzverordnung: Bevölkerung 1 mSv/a zusätzliche Belastung, Arbeitsplatz 20 mSv/a; BGA: Bevölkerung 1,67 mSv/a; BRD im Schnitt: < 0,6 mSv/a (< 70 nSv/h) Norddeutschland, > 1,4 mSv/a (> 165 nSv/h) Erzgebirge, Thüringen, Schwarzwald, Bayerischer Wald...

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

EU: 400 Bq/m³ (Altbau), 200 Bq/m³ (Neubau); Strahlenschutzkommission: 250 Bq/m³; Schweden: 200 Bq/m³, EPA: 150 Bq/m³; England (Neubau): 100 Bq/m³; WHO: 100 Bq/m³; Radonschutzgesetz BRD (Entwurf): 100 Bq/m³; Innenraum im Schnitt: 20-50 Bq/m³, Außenluft im Schnitt: 5-15 Bq/m³, Extremlagen > 1000 Bq/m³; Radonstollen: ~ 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

B WOHNGIFTE, 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 Normalwert: 30 µg/m³; VDI: 25 µg/m³; Schleimhaut- und Augenreizung: 50 µg/m³, Riechschwelle: 60 µg/m³, Lebensgefahr: 30.000 µg/m³; Natur: < 2 µg/m³; Umrechnung: 100 µg/m³ = 0,083 ppm

2 LÖSEMITTEL und andere leicht- bis mittelflüchtige Schadstoffe

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

Werte bezogen auf die Summe aller leicht- und mittelflüchtigen Substanzen in der Raumluft (TVOC).

Allergisierende, reizende oder geruchsintensive Einzelstoffe bzw. Stoffgruppen sind kritischer zu bewerten, das gilt speziell für besonders gefährliche bzw. krebserzeugende Luftschadstoffe.

Umweltbundesamt: 200-300 µg/m³; Seifert BGA Zielwert: 200-300 µg/m³; Molhave: 200 µg/m³; AGÖF Zielwert: 100 µg/m³; Natur: < 10 µg/m³
AGÖF-Normalwert Einzelstoffe: Toluol 12 µg/m³, Xylol 5 µg/m³, Benzol 1,7 µg/m³, Ethylbenzol 2 µg/m³, Styrol 2 µg/m³, alpha-pinen 8 µg/m³

3 PESTIZIDE und andere schwerflüchtige Schadstoffe

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

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

Hausstaubwerte gelten für typische Stoffgemische. Angaben für an Staub adsorbierte Weichmacher (Gesamtgehalt: x 2). PCB nach LAGA. PAK nach EPA.

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
AGÖF Normalwerte Staub: PCP 0,3 mg/kg, Permethrin 0,5 mg/kg, TCEP 0,5 mg/kg, PAK Benzo-(a)-pyren < 0,2 mg/kg, DEHP 400 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 sollte in der Raumluft, auf Oberflächen und im Hausstaub gar nicht nachweisbar sein.

Ehemalige baubiologische Asbest-Luftrichtwerte 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), EPA: 25 µg/m³ (< 2,5 µm), VDI: 75 µg/m³, TA Luft: 150 µg/m³
Zugspitze: 5-10 µg/m³, Land: 20-30 µg/m³, Stadt: 30-100 µg/m³; Raum mit Zigarettenqualm: 10.000 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; VDI: 1000 ppm; USA (Arbeitsplätze/Schulräume): 1000 ppm; ungelüftetes Schlafzimmer nach einer Nacht bzw. Klassenzimmer nach einer Schulstunde: 2000-4000 ppm; Natur 2008: 380 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

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

Die situationsangepasste Kombination verschiedener Diagnosemethoden und das Zusammenführen diverser Ergebnisse und Eindrücke steigert insbesondere bei Schimmelbelastungen die analytische Sicherheit und macht Quellenzuordnungen und sinnvolle Bewertungen erst möglich, z.B. die Untersuchung von Luft, Oberflächen, Staub, Material und Hohlräumen mit Kultivierung auf Nährböden, mikroskopischer Bestimmung nicht kultivierbarer Pilze und Pilzfragmente, toxikologische Analysen, Raumklima- und Feuchtemessungen...

Die Schimmelpilz**zahlen** im Haus 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** und toxinbildende Pilze sollten **nicht** oder nur minimal nachweisbar sein. Jeder **Auffälligkeit**, jedem **Verdacht** oder Hinweis ist nachzugehen: sichtbares Pilzwachstum - je größer desto kritischer, feuchteindizierende Pilze, Mykotoxine und andere Stoffwechselprodukte, kühle Oberflächen - Wärmebrücken, dauerhaft hohe Luft- und Materialfeuchte, Bau- und Feuchteschäden, Problemkonstruktionen, Gerüche, Gebäudeanamnese, Krankheitssymptome, umweltmedizinische Ergebnisse...

Ehemalige baubiologische Schimmelpilz-Orientierungswerte SBM-1998 bis SBM-2003 (Einsatz von YM-Baubiologie-Agar und Bebrütung bei 20-24 °C, kolonienbildende Einheiten KBE): Luft < 200 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 keine, 20-50 schwache, 50-100 starke, > 100/dm² extreme Anomalie (Angaben für Oberflächen unter alltäglichen, regelmäßig gereinigten Bedingungen)

WHO: Pathogene und toxigene 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/Ohgke: Innenraumkonzentrationen, die mehr als 100/m³ über der Außenluft liegen, deuten auf eine Belastung hin. EU-Statistik für Wohnungen: < 50/m³ sehr niedrig, < 200/m³ niedrig, < 1000/m³ mittel, < 10.000/m³ hoch, > 10.000/m³ sehr hoch. Detailliertere Bewertungen: Umweltbundesamt - 'Schimmelpilz-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 **kritische** Hefen.

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** Keime sollten **nicht** oder nur minimal nachweisbar sein, weder in der Luft noch auf Materialien, in Trinkwasser-, Hygiene-, Bad- oder Küchenbereichen. Jedem **Verdacht** oder Hinweis ist nachzugehen: hohe Materialfeuchte, Nässeschäden, Hygiene- und Fäkalienprobleme, Gerüche... Bei Pilzuntersuchungen sollten Bakterien mit einbezogen werden, und umgekehrt, sie kommen oft gemeinsam vor.

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

Zum Standard der baubiologischen Messtechnik und diesen Richtwerten gehören die ergänzenden Randbedingungen und Erläuterungen, in denen die messtechnische bzw. analytische Vorgehensweise näher beschrieben ist.

Der baubiologische Standard, die dazugehörigen Richtwerte für Schlafbereiche und messtechnischen Randbedingungen wurden 1987 bis 1992 von der *BAUBIOLOGIE MAES* im Auftrag und mit Unterstützung des Institut für Baubiologie + Ökologie Neubeuern IBN entwickelt und erstmals im Mai 1992 publiziert. Wissenschaftler, Ärzte und Kollegen haben mitgeholfen. Diese Version SBM-2008 ist die 7. aktualisierte Neuerscheinung. Standard nebst Richtwerten und Randbedingungen werden seit 1999 von einer zurzeit zehnköpfigen Sachverständigenkommission mitgestaltet.