

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** ( $\mu\text{T}$ , Metall) bzw. **zeitliche Flussdichteschwankung** ( $\mu\text{T}$ , 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** ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ )

### 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** ( $\text{m}/\text{s}^2$ )

### 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)

Ergänzung zum Standard der Baubiologischen Messtechnik SBM-2015  
und den dazugehörigen baubiologischen Richtwerten für Schlafbereiche

## MESSTECHNISCHE RANDBEDINGUNGEN

### ERLÄUTERUNGEN UND ERGÄNZUNGEN

5. Entwurf 5/2015

In den Randbedingungen und Erläuterungen werden die wesentlichen messtechnischen Kriterien für baubiologisch-sachverständige Messungen, Analysen und Vorgehensweisen in Kurzform erweitert und vertieft. Zudem sind die Anleitungen der Gerätehersteller, Anweisungen von Verbänden, Inhalte von Normen und die Fachliteratur zu beachten.

Bei den Ergänzungen geht es an erster Stelle um solche zu den baubiologischen Richtwerten für Schlafbereiche, gedacht als weitere Richtlinien, Orientierungswerte und Bewertungshilfen.

Weitere Angaben zur messtechnischen Umsetzung der baubiologischen Standardpunkte finden Sie in den Büchern 'Stress durch Strom und Strahlung' von Wolfgang Maes und 'Stress durch Schadstoffe und Schimmel' von Dr. Manfred Mierau und Dr. Thomas Haumann. Umfassende theoretische und praktische Aus- und Weiterbildungen zum Standard, den Richtwerten und Randbedingungen bieten die Basis- und Aufbau-Seminare 'Baubiologische Messtechnik' des Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit IBN sowie weitere Fortbildungsangebote, z.B. die Praxis-Seminare des Verband Baubiologie VB. Der Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB bietet zu den einzelnen Standardpunkten ergänzende Richtlinien, Verfahrensanweisungen und Empfehlungen zur Qualitätssicherung an.

Die Möglichkeiten mehrerer Mess- und Diagnosemethoden innerhalb eines Standardpunktes sorgen für mehr messtechnische Sicherheit. Die beschriebenen Methoden ergänzen sich, sie ersetzen sich nicht und sind je nach Fall und Aufgabenstellung zu kombinieren.

## A FELDER, WELLEN, STRALUNG

### 1 ELEKTRISCHE WECHSELFELDER (Niederfrequenz)

Messung der niederfrequenten elektrischen **Feldstärke** und der **Körperspannung**  
mit Bestimmung der dominierenden **Frequenz** und von auffälligen **Oberwellen**

#### - **Feldstärke** (Volt pro Meter, V/m)

a) gegen Erdpotenzial

Effektivwert-Messung unter Einbeziehung des Körpers in Anlehnung an Computernorm TCO.

Mit Feldmessgerät bzw. Feldsonde (TCO- bzw. Tellersonde, Kleinsonde), Feldmeter, NF-Analyser...: Frequenzbereich 10 Hz - 100 kHz (besser 400 kHz und höher), Messbereich bis 5000 V/m oder mehr, Nachweisempfindlichkeit 0,1 V/m, Fehlertoleranz  $\pm 10\%$ .

Beachten: Solides Erdpotenzial als Bezug (Potenzialausgleich, Steckdose, Sanitärinstallation, Erdspieß...). Körpernahe oder körperferne Sondenführung (Herstellerngabe). Kleinsonden zeigen oft niedrigere Messwerte als TCO-Tellersonden mit Durchmessern bis zu 30 cm, Maßstab ist die TCO-Sonde. Direkte, ungestörte Ausrichtung der Sonde zu den - oft aus mehreren Richtungen kommenden - Feldquellen (maximale "Anpeilung"). 30 cm Mindestabstand zur Feldquelle.

b) potenzialfrei

Effektivwert-Messung des "reinen" Feldes ohne Beeinflussung des Körpers in Anlehnung an DIN/VDE bzw. 26. BImSchV.

Mit Feldmessgerät bzw. Feldsonde (3D-Würfelsonde, 1D-Flächensonde), Feldmeter, NF-Analyser...: Frequenzbereich 10 Hz - 100 kHz (besser bis 400 kHz und höher), Nachweisempfindlichkeit 0,1 V/m, Fehlertoleranz  $\pm 10\%$ .

Beachten: Keine Menschen oder andere leitfähige Körper, Flächen, Leitungen und Gegenstände im Feld, reichlich Abstand einhalten, 2 m Mindestabstand zum Messgerät bzw. Lichtleiter für die Verbindung von der Sonde zum Anzeigegerät.

#### - **Körperspannung** (Millivolt, mV)

Messung des Körperpotenzials am im Bett elektrisch isoliert liegenden Menschen gegen Erdpotenzial.

Mit Körperspannungsmessgerät, Voltmeter, Multimeter, Feldmeter, NF-Analyser... und Handelektrode bzw. Fingerelektrode, Einstellung auf ACV: Messgeräte-Innenwiderstand 10 MOhm und Kapazität  $< 100$  pF über alle genutzten Messbereiche, Frequenzbereich um 50 Hz (besser 400 kHz und höher), Nachweisempfindlichkeit 1 mV, Fehlertoleranz  $\pm 10\%$ ; Handelektroden-Zuleitung maximal 50 cm.

Beachten: Solides Erdpotenzial als Bezug (Potenzialausgleich, Steckdose, Sanitärinstallation, Erdspieß...). Nähe der Testperson zu geerdeten Flächen (Abschirmung in Bettnähe...) bzw. Erdkontakt (Abschirmdecke unter dem Körper...) meiden.

#### - **Dominierende Frequenz** (Hertz, Hz) und auffällige **Oberwellen**

Mit NF-Spektrumanalyser, Oszilloskop, Frequenzzähler, Voltmeter, Feldmeter...: Frequenzbereich 10 Hz - 100 kHz (besser 400 kHz und höher).

Elektrische Wechselfelder entstehen als Folge elektrischer Wechselfeldspannung. Die Feldlinien verlaufen offen von einem höheren zum niedrigeren Potenzial, im Endeffekt zur Erde (Quellenfeld). Das Feld wird durch leitende Objekte, die Messapparatur, die Mess- und Testperson beeinflusst.

Bei der elektrischen Feldstärke geht es um Messungen von Spannungsunterschieden, so genannten Potenzialdifferenzen. Ein Sensor erfasst das Feld und vergleicht es mit einem Referenzpotenzial. Bei der seit über 30 Jahren in der Baubiologie angewandten und bewährten erdbezogenen Feldstärkemessung (TCO) ist diese Referenz das Erdpotenzial, die Feldsonde ist per Kabel mit Erde verbunden. Bei der in der Baubiologie mit dem SBM-2008 ergänzend eingeführten potenzialfreien Feldstärkemessung (DIN/VDE) befinden sich ein (1D Flächensensor) oder drei (3D Würfelsensor) Elektrodenplattenpaare in einer Feldsonde, es wird die Potenzialdifferenz der in einem definierten Abstand zueinander platzierten Elektrodenflächen ohne

## - **Radon** (Becquerel pro Kubikmeter, Bq/m<sup>3</sup>)

Luft-Messung von Radon-auffälligen bzw. -verdächtigen Gebäuden, Räumen, Materialien und Grundstücken (Vorprüfungen, Kurzzeitmessungen, Langzeitmessungen, Exhalationsmessungen, Bodengasmessungen)

Mit direkt anzeigenden Radonmonitoren, Radon-Tochternuklid-Spektrometern, Passivdosimetern, Kernspur-Exposimetern (elektronische Geräte nach dem Halbleiterdetektorprinzip, Kernspurdetektoren, Aktivkohle...)

Beachten: Messungen bzw. **Vorprüfungen** in ungelüfteten Räumen oder unter Nutzungsbedingungen mit eher schlechter Raumlüftung über einen Zeitraum von wenigen Stunden bis zu drei Tagen liefern erste Hinweise auf eine Radonproblematik und zu Vergleichszwecken. Zur Schnellmessung vor Ort und zur Quellensuche werden z.B. direkt anzeigende elektronische Verfahren mit Pumpen eingesetzt. Mit einfachen Vortest-Verfahren kann eine akut erhöhte Radonkonzentration auch über die Messung der Folgeprodukte und/oder der Luftionisation erkannt werden: Positiv geladene radioaktive Folgenuklide aus der Raumlüftung werden nach Anreicherung an negativ geladenen Flächen (Elektrostatik-Verfahren) oder auf Filtermedien (Partikelsammlung) mit empfindlichen Geigerzählern nachgewiesen. Mit Ionometern können erhöhte Kleinionenzahlen in der Luft gemessen werden, die mit Radonkonzentrationen und der Anzahl der Zerfallsnuklide gut korrelieren. Eine einfache Vorprüfung der Raumlüftung erfolgt mit einem Aktivkohle-Passivsammler mit einer Expositionsdauer von bis zu drei Tagen.

Ergibt eine solche Messung bis zu 3 Tagen einen Radongehalt oberhalb eines genauer zu prüfenden Richtwertes, sollten Wiederholungsmessungen oder solche über längere Zeiträume (in bewohnten Räumen möglichst unter Einbezug von ersten einfachen Sanierungsmöglichkeiten über Lüftung) durchgeführt werden.

**Übersichtsmessungen** sollten daher mit anderen Methoden über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden. Für eine zuverlässigere Abschätzung des Jahresmittelwertes werden Messungen mit elektronischen Dosimetern oder Kernspur-Exposimetern über Wochen oder länger empfohlen. Sinnvoll ist eine Simultanmessung, z.B. im Wohnraum und Keller, da das Radon oft über den Erdboden und den Keller in das Haus gelangt.

Die baubiologischen Richtwerte beziehen sich auf eine Messung über mindestens 7 bis 14 Tage in der Übergangszeit (mittleres Jahresklima z.B. Frühjahr/Herbst) unter normalen Nutzungsbedingungen. Mit viel Erfahrung und unter Berücksichtigung aller Einflussfaktoren kann eine erste Abschätzung des Jahresmittelwertes erfolgen. Vor umfangreichen und kostspieligen Sanierungen werden Simultan- und Wiederholungsmessungen empfohlen.

**Bewertungsmessungen** zur Beurteilung der Überschreitung von Richt- und Referenzwerten z.B. nach EU, WHO, UBA, BfS... werden in der Regel mit Kernspur-Exposimetern mit einer Expositionsdauer von in der Regel mehreren Monaten bis zu einem Jahr durchgeführt. In der Baubiologie sind derart lange Untersuchungszeiträume nur dann sinnvoll, wenn eine Unterschreitung auf der Basis von Vorprüfungen und Übersichtsmessungen möglich und plausibel erscheint oder zur Sanierungskontrolle dienen soll.

Ergänzend zu den Radonmessungen in der Innenraumlüftung kommen auch Materialuntersuchungen (Radon-Exhalationsrate) und Bodengasmessungen (mit Bodengassonde "Tschechische Sonde", empfohlene Tiefe: 80-100 cm) in Frage.

Das radioaktive Gas Radon ist unsichtbar, völlig geruchs- und geschmacklos. Radon zerfällt direkt in der Atemluft und produziert radioaktive Folgeprodukte (Po-218, Po-214, Pb-214, Bi-214 und andere). Diese Folgeprodukte binden sich an lungengängige Feinstaubpartikel in der Luft und verursachen den größten Teil der aufgenommenen radioaktiven Dosis. Nach statistischen Schätzungen kommt es in Deutschland jährlich bereits zu knapp 2000 zusätzlichen Lungenkrebstoten durch Radon in der Innenraumlüftung. Es gibt keinen Schwellenwert, unterhalb dessen kein Risiko besteht.

Radonprobleme im Haus entstehen oft durch erhöhte Radonkonzentrationen im Erdreich, Undichtigkeiten zum Erdreich hin, radioaktiv auffällige Baustoffe und Einrichtungs- und mangelnde Wohnraumlüftung. Speziell in älteren Häusern mit feuchtem Keller findet sich Radon, da es gut wasserlöslich ist.

Die Radonkonzentration schwankt in einem Gebäude im zeitlichen Verlauf sehr stark, neben der Wohnraumlüftung spielen auch das Außenklima, Temperatur- und Druckschwankungen sowie die Bodenbeschaffenheit eine große Rolle. Während der Heizperiode sind die Raumlüftungskonzentrationen durch den thermischen Auftrieb, schlechtere Wohnraumlüftung und höhere Bodenluftkonzentrationen deutlich höher. Im Sommer liegen die Radon-Innenraumkonzentrationen bis zu Faktor 5 niedriger als im Winter. Auch im Erdreich können jahreszeitlich bedingte deutliche Unterschiede der Radon-Bodengaskonzentrationen festgestellt werden, hier sind die Unterschiede jedoch deutlich geringer und liegen bei zirka Faktor 1,5 bis 3.

Höhere Radonkonzentrationen kommen vor allem in Bayern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen vor (Bayerischer Wald, Oberpfalz, Fichtelgebirge, Thüringer Wald, Erzgebirge, südlicher Schwarzwald, Vogtland, Sauerland, Saarland und nördliches wie östliches Schleswig-Holstein).

Die Korrelationen der mittleren Radonkonzentrationen im Erdreich und im Innenraum sind recht gut. Während in 1 m Tiefe im Boden sehr hohe Konzentrationen von ca. 10.000 bis über 600.000 Bq/m<sup>3</sup> vorherrschen, liegen die Innenraum-Konzentrationen zirka um den Faktor 1000 niedriger. Schon unter 10.000 Bq/m<sup>3</sup> Bodenkonzentration kann jedoch bei Undichtigkeiten zum Erdreich mit Radonauffälligkeiten in Häusern gerechnet werden.

Das sehr kurzlebige Thoron (Radon Rn-220 aus der Thorium-Reihe) spielt bei baubiologischen Messungen eine untergeordnete Rolle. Es können jedoch Innenraumprobleme durch offene und nuklidreiche Baumaterialien entstehen. Über Aktivkohlemessungen ist Thoron nicht zu erfassen. Hier eignen sich nur Messungen der Folgeprodukte in der Raumlüftung (Pb-212, Po-212). Thoron ist durch seine intensiven Alpha-Zerfälle in der Reihe seiner Zerfallsnuklide ebenfalls besonders kritisch zu betrachten. Thoron kann insbesondere bei radioaktiv auffälligem Granit (z.B. als Fußbodenbelag) in die Innenraumlüftung gelangen. Durch stark Thorium-auffällige Baustoffe, Schlacken und dicke Lehmputzschichten bei hoher Raumbeladung (> 1 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>) und niedrigem mittleren Luftwechsel (< 0,5) können radioaktive Thoron-Zerfallsnuklide in Bezug auf die Jahresdosis im Innenraum merklich beitragen.

Gebäude mit erhöhter Radioaktivität in der Baumasse können durch den Radiumgehalt (Ra-226) auch baustoffbedingte Radonprobleme verursachen, eine Wahrscheinlichkeit für eine stark auffällige Radon-Exhalation aus der Bausubstanz ist jedoch eher gering. Umgekehrt ist keine Aussage möglich, da Gammastrahlen-unauffällige Häuser unerwartet erhöhte Radonkonzentrationen aufweisen können, da der Eintrag (meist konvektiv) häufig über das Erdreich erfolgt. Radioaktiv stark auffällige Einrichtungen und Gegenstände wie beispielsweise Fliesen, Glasuren, Antiquitäten... können ebenso erheblich zur Radonanreicherung in Räumen beitragen.

## 7 **GEOLOGISCHE STÖRUNGEN** (Erdmagnetfeld, Erdstrahlung)

Messung von **Magnetfeld** und **Strahlung** der Erde und ihrer auffälligen **Störungen**

### - Auffällige Abweichungen im **Erdmagnetfeld** (Nanotesla, nT)

Mit 3D-Magnetometer: Messbereich bis  $\pm 100.000$  nT, Nachweisempfindlichkeit 10 nT (besser weniger), Fehler  $< \pm 10$  %.

Beachten: Die Messungen sollten zur Übersicht rasterförmig angelegt sein, z.B. alle 50 cm ein Messpunkt. Magnetische Baustoffe oder Materialien (auch nur leicht auffällige) können die Messung und das Ergebnis - besonders im Haus - verwirren bis unmöglich machen. So ist in einem konventionell gebauten und eingerichteten Gebäude eine geologische Magnetometermessung wegen der zahlreichen technischen Störungen meist nicht möglich.

### - Auffällige Abweichungen der radioaktiven **Erdstrahlung** (Impulse pro Sekunde, ips bzw. Prozent, %)

Mit Szintillationszähler: Messempfindlichkeit mindestens 20 ips (besser 200 ips oder mehr), Fehlertoleranz  $\pm 10$  % (besser weniger). Bewährt hat sich Natrium-Jodid- und Lithium-Jodid-Kristall als Sensor, Mindestgröße 2" (besser 3"), Kristalle am besten mit Thalliumzusatz, eventuell gegen nicht-terrestrische Umgebungstrahlung mit isotonenfreiem Blei geschirmt, eventuell mit Neutronen-bremsenden Moderatoren versehen.

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	<b>unauffällig</b>	<b>schwach auffällig</b>	<b>stark auffällig</b>	<b>extrem auffällig</b>
--	--------------------	------------------------------	----------------------------	-----------------------------

## A FELDER, WELLEN, STRAHLUNG

### 1 ELEKTRISCHE WECHSELFELDER (Niederfrequenz)

<b>Feldstärke</b> erdbezogen in Volt pro Meter	<b>V/m</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>1 - 5</b>	<b>5 - 50</b>	<b>&gt; 50</b>
<b>Körperspannung</b> erdbezogen in Millivolt	<b>mV</b>	<b>&lt; 10</b>	<b>10 - 100</b>	<b>100 - 1000</b>	<b>&gt; 1000</b>
<b>Feldstärke</b> potentialfrei in Volt pro Meter	<b>V/m</b>	<b>&lt; 0,3</b>	<b>0,3 - 1,5</b>	<b>1,5 - 10</b>	<b>&gt; 10</b>

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)

<b>Flussdichte</b> in Nanotesla	<b>nT</b>	<b>&lt; 20</b>	<b>20 - 100</b>	<b>100 - 500</b>	<b>&gt; 500</b>
---------------------------------	-----------	----------------	-----------------	------------------	-----------------

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)

<b>Strahlungsdichte</b> in Mikrowatt pro Quadratmeter	<b>µW/m²</b>	<b>&lt; 0,1</b>	<b>0,1 - 10</b>	<b>10 - 1000</b>	<b>&gt; 1000</b>
---	--------------	-----------------	-----------------	------------------	------------------

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/m² 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)

<b>Oberflächenspannung</b> in Volt	<b>V</b>	<b>&lt; 100</b>	<b>100 - 500</b>	<b>500 - 2000</b>	<b>&gt; 2000</b>
<b>Entladezeit</b> in Sekunden	<b>s</b>	<b>&lt; 10</b>	<b>10 - 30</b>	<b>30 - 60</b>	<b>&gt; 60</b>

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, Laminat: bis 20.000 V; Fernsehrohrbildschirme: bis 30.000 V; Natur: < 100 V

#### 5 MAGNETISCHE GLEICHFELDER (Magnetostatik)

<b>Flussdichteabweichung</b> (Metall) in Mikrottesla	<b>µT</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>1 - 5</b>	<b>5 - 20</b>	<b>&gt; 20</b>
<b>Flussdichteschwankung</b> (Strom) in Mikrottesla	<b>µT</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>1 - 2</b>	<b>2 - 10</b>	<b>&gt; 10</b>
<b>Kompassnadelabweichung</b> in Grad	<b>°</b>	<b>&lt; 2</b>	<b>2 - 10</b>	<b>10 - 100</b>	<b>&gt; 100</b>

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; 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, Hirn: 0,001 nT, Herz: 0,05 nT; Orientierung Tiere: 1 nT

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

<b>Impuls- bzw. Dosisleistungserhöhung</b> in Prozent	<b>%</b>	<b>&lt; 50</b>	<b>50 - 70</b>	<b>70 - 100</b>	<b>&gt; 100</b>
---	----------	----------------	----------------	-----------------	-----------------

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)

<b>Radon</b> in Becquerel pro Kubikmeter	<b>Bq/m³</b>	<b>&lt; 30</b>	<b>30 - 60</b>	<b>60 - 200</b>	<b>&gt; 200</b>
--	--------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------

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)

<b>Störung Erdmagnetfeld</b> in Nanotesla	<b>nT</b>	<b>&lt; 100</b>	<b>100 - 200</b>	<b>200 - 1000</b>	<b>&gt; 1000</b>
<b>Störung Erdstrahlung</b> in Prozent	<b>%</b>	<b>&lt; 10</b>	<b>10 - 20</b>	<b>20 - 50</b>	<b>&gt; 50</b>

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

<b>Formaldehyd</b> in Mikrogramm pro Kubikmeter	<b>µg/m³</b>	<b>&lt; 20</b>	<b>20 - 50</b>	<b>50 - 100</b>	<b>&gt; 100</b>
---	--------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------

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

<b>Lösemittel VOC</b> in Mikrogramm pro Kubikmeter	<b>µg/m³</b>	<b>&lt; 100</b>	<b>100 - 300</b>	<b>300 - 1000</b>	<b>&gt; 1000</b>
--	--------------	-----------------	------------------	-------------------	------------------

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

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