

Complemento a la Norma técnica de medición en *baubiologie* SBM-2008

## VALORES INDICATIVOS EN BAUBIOLOGIE PARA LAS ZONAS DE DESCANSO

Los valores indicativos en *baubiologie* son unos valores de precaución. Se refieren a las zonas de descanso y de sueño, el período de regeneración particularmente sensible del hombre, y al riesgo derivado a largo plazo. Se basan en el estado actual del conocimiento y de la práctica en *baubiologie* y se orientan a lo que es factible. Por otro lado, se ponen a disposición de la evaluación estudios científicos y otras recomendaciones. Con la Norma técnica de medición en *baubiologie*, se trata de la identificación, la minimización y la prevención profesional de las influencias críticas del entorno en las edificaciones. La pretensión y el objetivo son poder identificar, localizar y valorar las fuentes de los caracteres significativos, con el respeto global de todos los apartados de la Norma y la síntesis experta de las numerosas posibilidades de diagnóstico, para crear así un medio ambiente vital lo menos contaminado y lo más natural posible.

Los **valores no significativos** presentan un máximo de precaución. Corresponden a los criterios medioambientales naturales o al límite mínimo de los impactos de la civilización que se encuentran de forma frecuente y casi inevitablemente.

**Débilmente significativo** quiere decir: aplicar mejoras en cada ocasión cuando sea posible, por precaución y por consideración particular para las personas sensibles o enfermas.

**Fuertemente significativo** ya no es aceptable desde el punto de vista *baubiológico*. Hay que aplicar medidas. La realización de la mejora no debería retrasarse. Además de numerosos ejemplos de casos, estudios científicos indican unos efectos biológicos y unos problemas sanitarios.

Los **valores extremadamente significativos** necesitan una corrección coherente y urgente. En este caso, se han alcanzado en parte o se han sobrepasado valores indicativos y recomendaciones internacionales para el interior y los lugares de trabajo.

Si en los diferentes apartados de la Norma aparecen varios caracteres significativos, la evaluación global debería ser considerada desde la visión más crítica.

Válido como principio básico:

**Se persigue cualquier reducción del riesgo. Los valores indicativos son indicaciones. La referencia es la naturaleza.**

Las indicaciones en letra pequeña al final de cada apartado de la Norma técnica de medición en *baubiologie* se han añadido a título de información comparativa con valores límite legales en vigor, por ejemplo, o bien otros valores indicativos, recomendaciones, resultados de la investigación científica o referencias naturales.

Valores indicativos para las zonas de descanso SBM-2008  
Página 1

no significativo	débilmente significativo	fuertemente significativo	extremadamente significativo
------------------	--------------------------	---------------------------	------------------------------

### A CAMPOS, ONDAS, RADIACIÓN

#### 1 CAMPOS ELÉCTRICOS ALTERNOS (bajas frecuencias)

Intensidad de campo conectada a tierra en voltios por metro V/m	< 1	1 - 5	5 - 50	> 50
Tensión inducida corporal conectada a tierra en milivoltios mV	< 10	10 - 100	100 - 1000	> 1000
Intensidad de campo de libre potencial en voltios por metro V/m	< 0,3	0,3 - 1,5	1,5 - 10	> 10

Valores válidos para el área hasta y alrededor de los 50 Hz; a considerar con visión más crítica las frecuencias más elevadas y los armónicos diferentes.

DIN/VDE 0848: Trabajo 20.000 V/m, Población 7.000 V/m; BlmSchV: 5.000 V/m; TCO: 10 V/m; Congreso US/EPA: 10 V/m; Estudios leucemia del niño: 10 V/m; Estudios estrés oxidativo, formación de radicales libres, baja de melatonina: 20 V/m; BUND: 0,5 V/m; Naturaleza: < 0,0001 V/m

#### 2 CAMPOS MAGNÉTICOS ALTERNOS (bajas frecuencias)

Densidad de flujo en nanoteslas nT	< 20	20 - 100	100 - 500	> 500
------------------------------------	------	----------	-----------	-------

Valores válidos para el área hasta y alrededor de los 50 Hz; a considerar con visión más crítica las frecuencias más elevadas y los armónicos diferentes. La corriente del sector (50 Hz) y la corriente de tracción (por ejemplo en Alemania 16,7 Hz) se han de tomar separadamente.

En caso de fluctuaciones de los campos intensas y frecuentes, hay que efectuar registros de larga duración –particularmente durante la noche- y en esta ocasión servirse del percentil 95 para la evaluación.

DIN/VDE 0848: Trabajo 5.000.000 nT, Población 400.000 nT; BlmSchV: 100.000 nT; Suiza: 1.000 nT; WHO/IARC: 300-400 nT "potencialmente cancerígeno"; TCO: 200 nT; Congreso US/EPA: 200 nT; DIN 0107 (EEG): 200 nT; Biolniciativa: 100 nT; BUND: 10 nT; Naturaleza: < 0,0002 nT

#### 3 ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS (altas frecuencias)

Densidad de potencia en microwatts por metro cuadrado $\mu\text{W}/\text{m}^2$	< 0,1	0,1 - 10	10 - 1.000	> 1.000
Intensidad de campo eléctrico en voltios por metro V/m	< 0,006	0,006 - 0,061	0,061 - 0,61	> 0,61

Valores válidos para los servicios de radiocomunicación, por ejemplo GSM, DCS, UMTS, WiMAX, TETRA, Radio, Televisión, DECT, WiFi, etc. Las indicaciones corresponden a los valores máximos. Los valores indicativos no se aplican al radar.

Las ondas radioeléctricas más críticas, por ejemplo señales pulsadas o periódicas (Telefonía móvil, DECT, WiFi, TNT, etc.) deberían ser evaluadas más sensiblemente, en particular con caracteres significativos más bien fuertes, y las ondas menos críticas, por ejemplo señales no pulsadas o no periódicas (VHF, THF, ondas cortas, ondas medias, ondas largas, radiodifusión analógica, etc.) deberían ser evaluadas más generosamente, en particular con caracteres significativos más bien débiles.

Antiguos valores indicativos en *baubiologie* SBM-2003 para ondas radioeléctricas: pulsada: < 0,1 ninguno, 0,1-5 débil, 5-100 fuerte, > 100  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  extrema anomalía; no pulsada: < 1 ninguno, 1-50 débil, 50-1.000 fuerte, > 1.000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  extrema anomalía.

DIN/VDE 0848: Trabajo hasta 100.000.000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ , Población hasta 10.000.000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ; BlmSchV: hasta 10.000.000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ; Telefonía móvil: Suiza hasta 100.000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ , Resolución de Salzbourg / Orden médica 1.000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ , Biolniciativa 1.000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  en exterior, Parlamento EU STOA 100  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ , Salzbourg 10  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  en exterior, 1  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  en interior; Perturbación EEG y sistema inmunitario: 1.000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ; Móvil telefónico funcional: < 0,001  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ; Naturaleza: < 0,000.001  $\mu\text{W}/\text{m}^2$

#### 4 CAMPOS ELÉCTRICOS CONTÍNUOS (Électrostática)

Tensiones superficiales en voltios	V	< 100	100 – 500	500 – 2.000	> 2.000
Tiempo de descarga en segundos	s	< 10	10 – 30	30 – 60	> 60

Valores válidos para los materiales y aparatos significativos cercanos al cuerpo y/o para las superficies dominantes con una humedad relativa de aproximadamente un 50 % .

TCO: 500 V; Daños de componentes electrónicos e informáticos: a partir de 100 V; Descargas dolorosas, chispas: a partir de 2.000-3.000 V; Materiales y revestimientos sintéticos: hasta 10.000 V; Suelos sintéticos, estratificados: hasta 20.000 V; Pantallas TV: hasta 30.000 V; Naturaleza: < 100 V

#### 5 CAMPOS MAGNÉTICOS CONTÍNUOS (Magnetostática)

Diferencia de densidad de flujo (acero) en microteslas	µT	< 1	1 – 5	5 – 20	> 20
Variación de densidad de flujo (corriente) en microteslas	µT	< 1	1 - 2	2 - 10	> 10
Desviación de aguja de brújula en grados	°	< 2	2 – 10	10 – 100	> 100

Valores aplicados a la diferencia de densidad de flujo µT causada por metal o acero, o a las variaciones de densidad de flujo µT causadas por la corriente continua.

DIN/VDE 0848: Lugar de trabajo 67.900 µT, Población 21.200 µT; USA/Austria: 5.000-200.000 µT; Spin nuclear: 2-4 T; Naturaleza, campo magnético terrestre: Europa central 40-50 µT, Ecuador ~ 25 µT, Polos ~ 65 µT; Campo magnético del ojo: 0,0001 nT, Cerebro: 0,001 nT, Corazón: 0,05 nT; Orientación animal: 1 nT

#### 6 RADIOACTIVIDAD (Radiación gamma, Radon)

Aumento de la tasa de dosis en tanto por ciento	%	< 50	50 – 70	70 – 100	> 100
-------------------------------------------------	---	------	---------	----------	-------

Valores aplicados a la radiación ambiente local, sin embargo al menos a 0,8 mSv/a , equivalente a 100 nSv/h (media en Alemania); en caso de radiación ambiente más elevada, es válido un aumento de la tasa de dosis proporcional más débil.

Reglamentación en radioprotección: RFA: Población 1 mSv/a exposición adicional, Lugar de trabajo 20 mSv/a; BGA: Población 1,67 mSv/a; RFA de media: < 0,6 mSv/a (< 70nSv/h), Alemania del Norte: > 1,4 mSv/a (> 165 nSv/h), Erzgebirge, Turingia, Selva Negra, bosque de Baviera, etc.

Radon en becquerel por metro cúbico	Bq/m³	< 30	30 – 60	60 – 200	> 200
-------------------------------------	-------	------	---------	----------	-------

EU: 400 Bq/m³ (Existente), 200 Bq/m³ (Obra nueva); Reglamentación en radioprotección: RFA: 250 Bq/m³; Suecia: 200 Bq/m³; EPA: 150 Bq/m³; Inglaterra (Obra nueva): 100 Bq/m³; OMS: 100 Bq/m³; Ley protección radon RFA (proyecto): 100 Bq/m³; Interior de media: 20-50 Bq/m³; Aire exterior de media: 5-15 Bq/m³; Sitios extremos: > 1.000 Bq/m³; Galería radon: ~ 100.000 Bq/m³; Cáncer de pulmón: aumento del riesgo cada 100 Bq/m³ de 10 %

#### 7 PERTURBACIONES GEOLÓGICAS (Campo magnético y radiación terrestre)

Perturbación campo magnético terrestre (nanoteslas)	nT	< 100	100 – 200	200 – 1.000	> 1.000
Perturbación radiación terrestre en tanto por ciento	%	< 10	10 – 20	20 – 50	> 50

Los valores se refieren al campo terrestre natural y a la radiación radioactiva natural gamma y neutrónica de la tierra.

Fluctuación natural del campo magnético terrestre: temporal 10-100 nT; Tempestades magnéticas, erupciones cromosféricas 100-1.000 nT; Disminución por año: 20 nT

## B TOXINAS DOMÉSTICAS, AGENTES CONTAMINANTES, AMBIENTE INTERIOR

#### 1 FORMALDEHÍDO y otros agentes contaminantes gaseosos

Formaldehído en microgramos por metro cúbico	µg/m³	< 20	20 – 50	50 – 100	> 100
----------------------------------------------	-------	------	---------	----------	-------

Concentración máxima en lugar de trabajo (MAK): 370 µg/m³; BGA: 120 µg/m³; WHO-OMS: 100 µg/m³; Katalyse: 50 µg/m³; AGÖF valor normal: 30 µg/m³; VDI: 25 µg/m³; Irritaciones en ojos y mucosas: 50 µg/m³, Límite olfativo: 60 µg/m³, Peligro de muerte: 30.000 µg/m³; Naturaleza: < 2 µg/m³; Conversión: 100 µg/m³ = 0,083 ppm

#### 2 DISOLVENTES y otros agentes contaminantes muy o medianamente volátiles

Disolventes COV en microgramos por metro cúbico	µg/m³	< 100	100 – 300	300 – 1.000	> 1.000
-------------------------------------------------	-------	-------	-----------	-------------	---------

Los valores se refieren a la suma de todas las sustancias muy o medianamente volátiles en el aire ambiente (TVOC).

Las sustancias independientes o grupos de sustancias alergénicas, irritantes o fuertemente olorosas se han de considerar con visión más crítica, especialmente cuando se trata de contaminantes atmosféricos particularmente peligrosos o cancerígenos.

Oficina federal del medio ambiente: 200-300 µg/m³; Seifert BGA valor umbral: 200-300 µg/m³; Molhave: 200 µg/m³; AGÖF valor umbral: 100 µg/m³; Naturaleza: < 10 µg/m³; AGÖF valor normal sustancias independientes: Tolueno 12 µg/m³; Xileno 5 µg/m³, Benceno 1,7 µg/m³, Etilbenceno 2 µg/m³, Estireno 2 µg/m³, Alfa-pineno 8 µg/m³

#### 3 PESTICIDAS y otros agentes contaminantes poco volátiles

Pesticidas	Aire	ng/m³	< 5	5 – 25	25 – 100	> 100
Como PCP, Lindano, Permetrina	Madera, material	mg/kg	< 1	1 – 10	10 – 100	> 100
Clorpirifos, DDT	Polvo	mg/kg	< 0,5	0,5 – 2	2 – 10	> 10
Diclofluanida	Material con contacto físico	mg/kg	< 0,5	0,5 – 2	2 – 10	> 10
PCB	Polvo	mg/kg	< 0,5	0,5 – 2	2 – 5	> 5
Retardantes de fuego clorados	Polvo	mg/kg	< 0,5	0,5 – 2	2 – 10	> 10
sin halógeno	Polvo	mg/kg	< 5	5 – 50	50 – 200	> 200
HAP	Polvo	mg/kg	< 0,5	0,5 – 2	2 – 20	> 20
Plastificantes	Polvo	mg/kg	< 100	100 – 250	250 – 1.000	> 1.000

Valores acumulados en nanogramos por metro cúbico (aire) y miligramos por kilo (material, madera, polvo), respectivamente.

Los valores para el polvo doméstico son validos para unas composiciones características. Indicaciones para plastificantes absorbidos por el polvo (contenido total x 2). PCB según la LAGA (Grupo de trabajo de los Länder sobre los residuos), HAP según la EPA (Agencia americana de protección del medio ambiente).

PCP Reglamento de prohibición de material: 5 mg/kg; Directiva PCP: Aire 1.000 ng/m³, Valor umbral 100 ng/m³; ARGE-Bau: Aire 100 ng/m³, Polvo 1 mg/kg; Directiva PCB umbral: 300 ng/m³; Umbral PCB para renovación NRW: 10 ng/m³; Peligro inminente para la salud: 3.000 ng/m³; Descontaminación residuos peligrosos: 50 mg/kg; AGÖF valor normal polvo: PCP 0,3 mg/kg, Permetrina 0,5 mg/kg, TCEP 0,5 mg/kg, HAP Benzo-(a)-pireno < 0,2 mg/kg, DEHP 400 mg/kg

## 5 PARTÍCULAS y FIBRAS (polvo fino, nanopartículas, amianto, fibras minerales, etc.)

Las concentraciones de partículas, de fibras y de polvos deberían situarse por debajo de las del fondo habitual no contaminado en el aire libre. El amianto no debería ser detectable en absoluto en el aire interior, en las paredes o en el polvo doméstico.

Antiguos valores indicativos para el amianto en el aire en *baubiologie* SBM-2000: < 100 ninguna, 100-200 débil, 200-500 fuerte, > 500/m<sup>3</sup> anomalía extrema.

Fibras de amianto en el aire – BGA: 500-1.000/m<sup>3</sup>; TRGS valor umbral: 500/m<sup>3</sup>; EU: 400/m<sup>3</sup>; WHO: 200/m<sup>3</sup>; Aire exterior: 50-150/m<sup>3</sup>; Zona libre de contaminación: 20/m<sup>3</sup>; Partículas en el aire – (media anual) Decreto federal de protección contra agentes nocivos BimSchV: 40 µg/m<sup>3</sup>, EU: 50 µg/m<sup>3</sup> (< 10 µm), EPA: 25 µg/m<sup>3</sup> (< 2,5 µm), VDI: 75 µg/m<sup>3</sup>, TA Aire: 150 µg/m<sup>3</sup>, Zugspitze (Alpes 3.000 m): 5-10 µg/m<sup>3</sup>, Campo: 20-30 µg/m<sup>3</sup>, Ciudad: 30-100 µg/m<sup>3</sup>; Interior con humo de cigarrillo: 10.000 µg/m<sup>3</sup>; Nivel 1 alerta contaminación: 800 µg/m<sup>3</sup>

## 6 AMBIENTE INTERIOR (temperatura, humedad, CO<sub>2</sub>, ionización, renovación de aire, olores...)

<b>Humedad relativa del aire</b> en tanto por ciento	<b>RH %</b>	<b>40 – 60</b>	<b>&lt; 40 / &gt; 60</b>	<b>&lt; 30 / &gt; 70</b>	<b>&lt; 20 / &gt; 80</b>
<b>Dióxido de carbono</b> en partes por millón	<b>ppm</b>	<b>&lt; 600</b>	<b>600 – 1.000</b>	<b>1.000-1.500</b>	<b>&gt; 1.500</b>

Concentración máxima en el lugar de trabajo: 5.000 ppm; DIN: 1.500 ppm; VDI: 1.000 ppm; USA(Lugares de trabajo/Aulas): 1.000 ppm; Dormitorio no ventilado por la mañana, aula al cabo de una hora: 2.000-4.000 ppm; Naturaleza en 2008: 380 ppm, en 1985: 330 ppm; Aumento anual: 1-2 ppm.

<b>Pequeños iones</b> por centímetro cúbico de aire	<b>/cm<sup>3</sup></b>	<b>&gt; 500</b>	<b>200 – 500</b>	<b>100 – 200</b>	<b>&lt; 100</b>
-----------------------------------------------------	------------------------	-----------------	------------------	------------------	-----------------

Atención: unos valores elevados de iones en el aire pueden indicar la presencia de radon.

Al borde del mar: > 2.000/cm<sup>3</sup>, Zona libre de contaminación: ~ 1.000/cm<sup>3</sup>, Campo: < 800/cm<sup>3</sup>, Ciudad: < 700/cm<sup>3</sup>, Zona industrial/Tráfico urbano: < 500/cm<sup>3</sup>, Estancia con electrostática: < 300/cm<sup>3</sup>, Estancia con humo de cigarrillo: < 200/cm<sup>3</sup>, Smog: < 50/cm<sup>3</sup>; Disminución continua de iones en el aire desde hace decenas de años

<b>Electricidad atmosférica</b> en voltios por metro	<b>V/m</b>	<b>&lt; 100</b>	<b>100 – 500</b>	<b>500 – 2.000</b>	<b>&gt; 2.000</b>
------------------------------------------------------	------------	-----------------	------------------	--------------------	-------------------

DIN/VDE 0848: Trabajo: 40.000 V/m, Población: 10.000 V/m; Naturaleza: ~ 50-200 V/m, Foehn (viento cálido y seco): ~ 1.000-2.000 V/m, Tempestad: ~ 5.000-10.000 V/m

# C HONGOS, BACTERIAS, ALÉRGENOS

## 1 MOHOS y sus esporas así como sus metabolitos

La combinación de diferentes métodos de diagnóstico, adaptada a cada situación, y la reunión de los diferentes resultados e impresiones, aumenta la seguridad analítica y hace posible justamente la identificación de las fuentes y las evaluaciones válidas, en particular en caso de contaminación por moho. Por ejemplo, el análisis del aire, de las paredes, del polvo, de los materiales y de las cavidades, con ayuda de cultivos sobre capas nutritivas, de identificación microscópica de hongos y fragmentos de hongos no cultivables, de análisis toxicológicos, de mediciones de humedad y de ambiente interior.

El **número** de hongos de moho en la casa debería ser **inferior** al del exterior o al mismo nivel de las estancias de comparación no afectadas. El **tipo** de moho en el interior **no** debería ser básicamente diferente de aquel del exterior o de las estancias de comparación no afectadas. Los hongos particularmente **críticos** y productores de toxinas **no** deberían ser en absoluto o tan sólo muy poco detectables. Es preciso investigar cada **carácter significativo**, cada **sospecha** o indicio: el crecimiento visible de los hongos –cuanto más grande, más crítico–, humedad que indica hongos, micotoxinas y otros metabolitos, paredes frías y puentes térmicos, humedad duradera elevada del aire y de los materiales, daños de construcción y de humedad, las construcciones con problemas, los olores, la historia de la edificación, los síntomas de enfermedades, los diagnósticos de la medicina medioambiental, etc.

Antiguos valores de orientación en *baubiologie* para el moho SBM-1999 a SBM-2003 (Utilización de agar nutritivo YM-Baubiologie y cultivada a 20-24 °C, unidades constituyendo colonias): Aire < 200 ninguna, 200-500 débil, 500-1.000 fuerte, > 1.000/m<sup>3</sup> anomalía extrema (Indicaciones para aire ambiente interior, con valores de referencia relativamente bajos del aire exterior, inferior a 500/m<sup>3</sup>); Paredes < 20 ninguna, 20-50 débil, 50-100 fuerte, > 100/dm<sup>2</sup> anomalía extrema (Indicaciones para paredes bajo condiciones habituales, limpiadas regularmente)

OMS: Los hongos patógenos y toxigenos en el aire interior no son aceptables; a partir de 50/m<sup>3</sup> de un solo tipo de hongos, hay que buscar las fuentes; hasta 500/m<sup>3</sup> es aceptable cuando se trata de una mezcla corriente de tipos, característica del entorno (por ejemplo *cladosporium*). Senkpiel/Ohgke: Las concentraciones interiores que se sitúan a más de 100/m<sup>3</sup> por encima de las del aire exterior indican contaminación. Estadística EU para viviendas: < 50/m<sup>3</sup> muy baja, < 200/m<sup>3</sup> baja, < 1.000/m<sup>3</sup> media, < 10.000/m<sup>3</sup> elevada, > 10.000/m<sup>3</sup> muy elevada. Evaluaciones detalladas: "Guía mohos", de la Oficina federal de medio ambiente (Alemania)

## 2 HONGOS DE LA LEVADURA y sus metabolitos

Los hongos de la levadura **no** deberían ser detectables o muy poco en el aire interior, las paredes o materiales, o en las zonas de sueño, de vestirse, de higiene, de baño, de cocina o de alimentos. Es particularmente válido para las levaduras **críticas**.

## 3 BACTERIAS y sus metabolitos

El número de bacterias en el aire ambiente interior debería estar al mismo nivel o **inferior** al del aire exterior o de las estancias de comparación no afectadas. Los gérmenes particularmente **críticos** **no** deberían ser en absoluto o tan sólo muy poco detectables, ni en el aire o en los materiales, ni en las zonas de cocina, de baño, de higiene o de agua potable. Es preciso investigar cada **sospecha** o indicio: humedad elevada de los materiales, daños de humedad, problemas de higiene o de materias fecales, olores, etc. En el momento de un análisis de moho, hay que asociar las bacterias, y viceversa, los dos están presentes a menudo al mismo tiempo.

Ya que los valores indicativos en *baubiologie* se basan en primer lugar en la experiencia y la práctica, no existen (todavía) para todos los puntos de la Norma y son puestos al día regularmente de acuerdo con los nuevos conocimientos.

A la Norma técnica de medición en *baubiologie* y estos Valores indicativos se les asocian Condiciones adicionales y Explicaciones complementarias, en las cuales se precisan los procedimientos de la técnica de medición y del análisis.

El estándar en *baubiologie*, los valores indicativos asociados a las zonas de descanso así como las condiciones adicionales de la técnica de medición han sido desarrollados entre 1987 y 1992 por BAUBIOLOGIE MAES por encargo y con el apoyo del *Institut für Baubiologie & Oekologie Neubeuern IBN*, y publicados por primera

vez en mayo de 1992, con la cooperación de científicos, médicos y colegas. Esta versión SBM-2008 es la séptima publicación actualizada, publicada a principios de 2008. El estándar, los valores indicativos y las condiciones adicionales son coordinados desde 1999 con la contribución de una comisión de diez expertos actualmente