



# Grenzwerte am Arbeitsplatz 2014

**Suva**

Gesundheitsschutz  
Postfach, 6002 Luzern

**Auskünfte**

Tel. 041 419 58 51

**Bestellungen**

[www.suva.ch/waswo](http://www.suva.ch/waswo)  
Fax 041 419 59 17  
Tel. 041 419 58 51

Grenzwerte am Arbeitsplatz 2014

**Verfasser**

Suva, Bereich Arbeitsmedizin  
Bildquelle: Keystone (Anthophyllit-Asbest)

Abdruck – ausser für kommerzielle Nutzung –  
mit Quellenangabe gestattet.  
Überarbeitung – Dezember 2013  
4. Auflage – Januar 2014 – 9500 bis 13 500 Ex.

**Bestellnummer**

1903.d

**Das Modell Suva****Die vier Grundpfeiler der Suva**

- Die Suva ist mehr als eine Versicherung; sie vereint Prävention, Versicherung und Rehabilitation.
- Die Suva wird von den Sozialpartnern geführt. Die ausgewogene Zusammensetzung im Verwaltungsrat aus Arbeitgeber-, Arbeitnehmer- und Bundesvertretern ermöglicht breit abgestützte, tragfähige Lösungen.
- Gewinne gibt die Suva in Form von tieferen Prämien an die Versicherten zurück.
- Die Suva ist selbsttragend; sie erhält keine öffentlichen Gelder.

# Grenzwerte am Arbeitsplatz 2014<sup>1)</sup>

Maximale Arbeitsplatzkonzentrationswerte  
(MAK-Werte)

Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte (BAT-Werte)

Arbeitshygienische Grenzwerte für physikalische  
Einwirkungen

Richtwerte für physische Belastungen

<sup>1)</sup> Von der Suva gemäss Art. 50 Abs. 3 der Verordnung des Bundesrates vom 19. Dezember 1983 über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten erlassen.  
Der Erlass erfolgt im Einvernehmen mit der Grenzwert-Kommission der Schweizerischen Vereinigung für Arbeitsmedizin, Arbeitshygiene und Arbeitssicherheit (Suissepro).

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Maximale Arbeitsplatzkonzentrationswerte (MAK-Werte)</b>	<b>6</b>
<b>1.1</b>	<b>Vorbemerkungen</b>	<b>6</b>
1.1.1	Definition des MAK-Wertes	6
1.1.2	Kurzzeitgrenzwert (KZGW)	6
1.1.3	Erläuterungen	7
1.1.4	Hinweis auf besondere Vollzugspflichten	8
<b>1.2</b>	<b>Definition der Notationen H S O<sup>L</sup> B P und *</b>	<b>8</b>
1.2.1	H (Hautresorption)	8
1.2.2	S (Sensibilisierung)	8
1.2.3	O <sup>L</sup> (Interaktion von Lärm und chemischen Stoffen)	9
1.2.4	B (Biologisches Monitoring)	9
1.2.5	P (Provisorische Festlegung)	10
1.2.6	* (Neuerung, Änderung)	10
<b>1.3</b>	<b>Krebserzeugende Arbeitsstoffe (Notationen C<sub>1</sub> bis C<sub>3</sub>)</b>	<b>10</b>
1.3.1	Allgemeine Bemerkungen	10
1.3.2	Definition der Kategorien C <sub>1</sub> bis C <sub>3</sub>	11
1.3.3	Spezielle Situationen	13
1.3.3.1	Krebserzeugende Stoffe ohne MAK-Wert	13
1.3.3.2	Bildung kanzerogener Nitrosamine aus Aminen	13
1.3.3.3	Benzo(a)pyren (BaP) und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAHs)	13
1.3.3.4	Erläuterungen zum Grenzwert von Asbest	14
1.3.3.5	Synthetische Fasern und Faserstäube	15
<b>1.4</b>	<b>Erbgutverändernde Arbeitsstoffe (Notationen M<sub>1</sub> bis M<sub>3</sub>)</b>	<b>16</b>
<b>1.5</b>	<b>Reproduktionstoxische (fortpflanzungsgefährdende) Arbeitsstoffe (Notationen R<sub>1</sub> bis R<sub>3</sub>)</b>	<b>18</b>
<b>1.6</b>	<b>MAK-Werte und Schwangerschaft (Notationen SS<sub>A</sub>, SS<sub>B</sub> und SS<sub>C</sub>)</b>	<b>20</b>
<b>1.7</b>	<b>Kritische Toxizität</b>	<b>21</b>

<b>1.8</b>	<b>Stäube und Nanopartikel</b>	<b>25</b>
1.8.1	Analyse von Schwebestoffen	25
1.8.2	Inerte Stäube und Gase	27
1.8.3	Nanopartikel und ultrafeine Partikel	27
1.8.4	Sensibilisierende Stäube (Getreidemehlstaub)	29
1.8.5	Biologisch belastete Stäube und Aerosole / biologische Einwirkungen	29
<b>1.9</b>	<b>Spezielle Themen</b>	<b>31</b>
1.9.1	Beurteilung des Gesundheitsrisikos von Arbeitsstoffen ohne MAK-Wert	31
1.9.2	Stoffgemische	32
1.9.3	Neurotoxische Substanzen	34
1.9.4	Organische Peroxide	34
1.9.5	Isocyanate	34
1.9.6	Kühlschmierstoffe und Mineralöle	35
1.9.7	Lösliche Metalle	36
<b>1.10</b>	<b>Hinweise auf Messmethoden</b>	<b>37</b>
1.10.1	Adressen	37
1.10.2	Einheiten	37
<b>1.11</b>	<b>Liste der MAK-Werte</b>	<b>39</b>
<hr/>		
<b>2</b>	<b>Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte (BAT-Werte)</b>	<b>124</b>
<hr/>		
<b>2.1</b>	<b>Vorbemerkungen</b>	<b>124</b>
2.1.1	Arbeitsmedizinische Vorsorge und Biomonitoring	124
2.1.2	Definition des BAT-Wertes	124
2.1.3	Erläuterungen	125
2.1.4	Aufbau der Liste der BAT-Werte	126
2.1.5	BAT-Werte von Arbeitsstoffen mit der Einstufung «krebserzeugend»	
	C <sub>1</sub> und C <sub>2</sub>	127
2.1.6	Analytische Überwachung	127
<b>2.2</b>	<b>Liste der BAT-Werte</b>	<b>128</b>
<hr/>		

<b>3</b>	<b>Physikalische Einwirkungen</b>	<b>134</b>
<hr/>		
<b>3.1</b>	<b>Ionisierende Strahlen</b>	<b>134</b>
<b>3.2</b>	<b>Nichtionisierende Strahlen</b>	<b>134</b>
3.2.1	Laser	134
3.2.2	Ultraviolett	135
3.2.3	Elektromagnetische Felder	137
<b>3.3</b>	<b>Schall und Vibrationen</b>	<b>139</b>
3.3.1	Dauerschall (Lärm)	139
3.3.2	Impulsartiger Schall	139
3.3.3	Ultraschall	139
3.3.4	Infraschall	139
3.3.5	Vibrationen	139
<b>3.4</b>	<b>Hyperbare Umgebung</b>	<b>140</b>
3.4.1	Gas- und dampfförmige Stoffe	140
3.4.2	Stäube und Aerosole	140
<b>3.5</b>	<b>Hitze (Infrarotstrahlung)</b>	<b>141</b>
<hr/>		
<b>4</b>	<b>Richtwerte für physische Belastungen</b>	<b>143</b>
<hr/>		
<b>4.1</b>	<b>Vorbemerkungen</b>	<b>143</b>
<b>4.2</b>	<b>Richtwert für Gewichte (Manipulation von Lasten)</b>	<b>144</b>
<hr/>		
	<b>Abkürzungen in der MAK-Liste</b>	<b>146</b>
	<b>Abkürzungen in der BAT-Liste</b>	<b>147</b>
<hr/>		

Referenzwellenlänge von 270 nm hergestellt.

$$E_{\text{eff}} = \sum E\lambda \cdot s_{\text{rel}} \cdot \Delta\lambda$$

wobei

$E_{\text{eff}}$  = wirksame Bestrahlungsstärke bezogen auf eine monochromatische Strahlung von 270 nm [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ]

$E\lambda$  = spektrale Bestrahlungsstärke bei der Wellenlänge  $\lambda$  [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$ ]

$S_{\text{rel}}$  = relative spektrale Wirksamkeit der Strahlung bei der Wellenlänge  $\lambda$  [-] (Tabelle 2)

$\Delta\lambda$  = Bandbreite [nm]

Die maximal zulässige Bestrahlungsdauer in Sekunden pro Arbeitstag kann berechnet werden, indem die maximal zulässige Bestrahlung für die Referenzwellenlänge 270 nm pro 8-Stunden-Arbeitstag, gemäss Tabelle 2 beträgt diese  $30 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$ , durch die berechnete effektive Bestrahlungsstärke  $E_{\text{eff}}$  dividiert wird.

$$t_{\text{max. 8 h}} [\text{s}] = \frac{30 [\text{J} \cdot \text{m}^{-2}]}{E_{\text{eff}} [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}]}$$

### 3.2.3 Elektromagnetische Felder

Frequenzbereich: statische Felder (0 Hz) bis 300 GHz.

Die Grenzwerte (Tabelle 3) gelten für Situationen, wo der ganze Körper dem elektrischen, magnetischen oder elektromagnetischen Feld ausgesetzt ist. Sie sind für den unbesetzten Arbeitsplatz definiert, da durch die Anwesenheit einer Person insbesondere die elektrische Feldstärke stark beeinflusst wird. Sie gelten beispielsweise für Arbeitsplätze im Bereiche von Elektromagneten, Magnetresonanztomographen, Transformatoren, Induktionsschmelzöfen, HF-Schweissanlagen, HF-Trocknungsanlagen, industriellen Mikrowellenöfen. Sie sind auch

anwendbar für Beschäftigte in der Energieerzeugung und -Verteilung (Bahnen, Elektrizitätswerke, Industrie) und an Sendeanlagen.

Um sicher zu stellen, dass die Basisgrenzwerte nach ICNIRP eingehalten sind, dürfen im statischen und niederfrequenten Bereich die Felder zu keinem Zeitpunkt die Grenzwerte nach Tabelle 3 übersteigen. Für den Nahbereich von medizinischen Magnetresonanztomografen muss der Arbeitgeber eine Risikoanalyse durchführen und Schutzmassnahmen festlegen. Bei modulierten und gepulsten HF-Feldern soll eine mittlere Leistungsdichte über eine repräsentative Periode von 6 min bestimmt werden. Die Spitzenwerte von kurzen HF-Impulsen (Radar) sollen den 1000-fachen Wert der Leistungsdichte  $P$  nach Tabelle 3 nicht übersteigen.

Diese Grenzwerte sollen Personen am Arbeitsplatz vor direkter thermischer Gefährdung durch Hochfrequenz-Felder sowie Belästigungen durch niederfrequente und statische Felder schützen. Es ist möglich, dass beim Berühren von ausgedehnten Metallstrukturen trotzdem belästigende Empfindungen wahrgenommen werden. In solchen Fällen soll mit selektiver Erdung oder Isolation dieser Strukturen Abhilfe geschaffen werden, bis der Berührungsstrom ( $I_{\text{ber}}$ ) genügend gering ist und keine Belästigung mehr auftritt (0–2,5 kHz:  $I_{\text{ber}} < 1 \text{ mA}$ ).

**Personen mit Herzschrittmachern oder anderen elektromedizinischen Hilfsgeräten sind möglicherweise auch beim Einhalten dieser Grenzwerte ungenügend geschützt. In solchen Fällen ist eine besondere Abklärung erforderlich.**

Durch das Einhalten dieser Grenzwerte wird nicht sichergestellt, dass bestimmte



f	H (kA/m)	B (mT)	E (kV/m)	P (W/m <sup>2</sup> )
statisch	163	200	40	1)
f (Hz)	H (A/m)	B (μT)		
16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	1200	1500	20	1)
50	400	500	10	1)
400	50	62,5	1,25	1)
30 000	24,4	30,7	0,61	1)
f (MHz)			E (V/m)	
13,56	0,16	0,20	61	10
27,12	0,16	0,20	61	10
40,68	0,16	0,20	61	10
433,92	0,17	0,21	62,5	11
900	0,24	0,30	90	22,5
1800	0,34	0,42	127	45
2450 <sup>2)</sup>	0,36	0,45	137	50
5800	0,36	0,45	137	50
24 125	0,36	0,45	137	50

**Tabelle 3: Grenzwerte (Effektivwerte) für ausgewählte Industriefrequenzen; f = Frequenz, H = magnetische Feldstärke, B = magnetische Flussdichte, E = elektrische Feldstärke, P = Leistungsdichte**

1) bei dieser Frequenz nicht relevant, 2) häufig verwendete Frequenz für Mikrowellenöfen

EM-sensible Geräte wie Navigationsgeräte, Bildschirme, Elektronenmikroskope, Analysengeräte, Radioempfangsgeräte ungestört bleiben. Auch können elektroexplosive Vorrichtungen gezündet oder Explosionen durch Funkenbildung ausgelöst werden. Es können erhebliche Störungen auftreten, die eventuell auch zu sekundärer Gefährdung führen könnten. Dies ist jedoch Gegenstand von speziellen Vorschriften insbesondere über die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) von technischen Einrichtungen und Geräten. (Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit, SR 734.5).

Für den Umweltschutz und die Raumplanung gilt die Verordnung über den Schutz

vor nichtionisierender Strahlung (NISV) SR 814.710.

Die Grenzwerte in der Tabelle 3 entsprechen den Referenzwerten der Richtlinie über die Begrenzung der Immissionen elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Wechselfelder (bis 300 GHz) der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP-Richtlinie 1998, Health Phys. 74, 494-522). Die zitierte Richtlinie enthält Basisgrenzwerte, Referenzwerte für den gesamten Frequenzbereich und Berechnungsgrundlagen für den Fall gleichzeitiger Exposition in Feldern mit mehreren Frequenzen, welche bei Bedarf anzuwenden sind.