

Arbeitsschutz bei der Entmagnetisierung

1. Überblick

Dieses White Paper gibt einen Überblick über Richtlinien und Vorschriften des Arbeitsschutzes bezüglich bei der Entmagnetisierung generierten elektromagnetischen Feldern.

1.1. Schadens- und Störmechanismen

Im Gesundheitsschutz von nicht ionisierender Strahlung werden Frequenzbereiche bis zu 300 GHz behandelt. Entmagnetisiergeräte werden meist im niederfrequenten Bereich betrieben (Netzfrequenz 50/60Hz oder darunter). Wird ein elektrisch leitfähiger Gegenstand, wie der menschliche Körper, von einem niederfrequenten magnetischen Wechselfeld durchflutet, so induziert dies Wirbelströme im Körper. Sind diese Ströme stark genug können sie Nerven und Muskeln stimulieren oder andere biologische Vorgänge, wie Energieabsorption im Gewebe, beeinflussen.

Diese biologischen Wirkungen im Körper können zwischen sensorischen Störungen und gesundheitlichen Wirkungen unterschieden werden:

- > Sensorische Störungen beschreiben den Einfluss von Magnetfeldern auf das menschliche Nervensystem. Diese Störungen sind vorübergehend.
- > Gesundheitliche Wirkungen beschreiben nachweisbare Beeinträchtigungen der Gesundheit der exponierten Person oder ihrer Nachkommenschaft.

1.2. Quellen und Grundlagen zu Schadens- und Störmechanismen

- > FSM Forschungsstiftung Biologie – Gleichfelder und niederfrequente Wechselfelder: <https://www.emf.ethz.ch/de/emf-info/themen/biologie/gleichfelder-und-niederfrequente-wechselfelder/wirkungen-niederfrequenter-magnetfelder/>
- > Weltgesundheitsorganisation: Gesundheitliche Wirkungen von elektromagnetischen Feldern: <http://www.who.int/peh-emf/about/en/whatareemfgerman.pdf>
- > <http://www.emfs.info>: Informationsseite des britischen Netzbetreibers National Grid plc

2. Richtlinien

Verschiedene nichtstaatliche wie auch staatliche Akteure haben Richtlinien und Grenzwertempfehlungen zum Schutz der Sicherheit und Gesundheit der Menschen im öffentlichen und privaten Bereich veröffentlicht.

2.1. Überblick Nationale Grenzwerte

Ort	Arbeitsschutz	Personenschutz	Implantate
ICNIRP 1998	ICNIRP Arbeitsschutz	ICNIRP Öffentlichkeit	
ICNIRP 2010	ICNIRP Arbeitsschutz	ICNIRP Öffentlichkeit	
EU	2013/35/EU	EU 1999	
Deutschland	DGUV-V 15	26. BImSchV	BGI/GUV-I 5111
Schweiz	SUVA	NISV	
USA	Keine Grenzwerte auf Bundesebene. Einige Bundesstaaten haben Richtlinien. ¹		
Vereinigtes Königreich	The Control of Electromagnetic Fields at Work Regulations 2016 ²	ICNIRP 1998	
Weitere Länder	http://www.emfs.info/limits/world/		

Tabelle 1: Überblick Richtlinien nichtionisierende Strahlung

2.2. ICNIRP

Die relevantesten Richtlinien stammen von der internationalen Strahlenschutzkommission. Die ICNIRP ist eine internationale Kommission zur Erforschung der Auswirkungen nichtionisierender Strahlung. Sie erarbeitet Richtlinien mit Grenzwerten. Diese Richtlinien haben lediglich empfehlenden Charakter, dienen jedoch vielen Staaten und Organisation als Grundlage für nationale und internationale Richtlinien und Normen.

Die ICNIRP Richtlinien von 1998 sind die weitläufigsten auf welche sich viele Staaten und Organisationen beziehen. Im Jahr 2010 wurde eine überarbeitete Version veröffentlicht, auf welche sich Deutschland und die EU bezieht. Im typischen Frequenzbereich der Entmagnetisierung (0-50 Hz) liegen die Grenzwerte der 1998 Richtlinie im Vergleich zur 2010 Richtlinie tiefer.

In den ICNIRP Richtlinien wird zwischen öffentlicher Exposition und Arbeitsschutz unterschieden. Die Grenzwerte der öffentlichen Exposition sind circa 5-mal tiefer als die Grenzwerte am Arbeitsplatz. Diese Grenzwerte gelten für eine Ganzkörperexposition. Das bedeutet, dass das Feld über den gesamten Körper gemittelt wird.

¹ <http://www.emfs.info/limits/limits-usa/>

² <http://www.emfs.info/limits/limits-organisations/regulations-2016/>
Raphael Röthlisberger, MSc ETH ME / Project Engineer

2.3. EU: Personenschutz-Richtlinie 2013/35/EU

Die Richtlinie 2013/35/EU wurde vom Europäischen Rat und vom Rat zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Einwirkungen) veröffentlicht. In dieser Richtlinie werden Mindestanforderungen für den Schutz der Arbeitnehmer gegen tatsächliche oder mögliche Gefährdungen ihrer Gesundheit und Sicherheit durch Einwirkung von elektromagnetischen Feldern während ihrer Arbeit festgelegt. Die darin enthaltenen Mindestvorschriften sind Gegenstand einer Vereinbarung der einzelnen Nationen in der EU. Diese verpflichten sich damit, ihre nationalen Gesetze und Verordnungen diesen Mindestvorschriften anzupassen. Jedoch können einzelne Mitgliedstaaten eigene striktere Richtlinien erlassen.

In der Richtlinie 2013/35/EU, welche sich auf die ICNIRP 2010 bezieht, wird zwischen niedriger Auslöseschwelle, hoher Auslöseschwelle sowie Exposition von Gliedmassen unterschieden.

- > Niedrige Auslöseschwelle: Expositionsgrenzwerte für sensorische Störungen. Diese sind für empfindliche Personen spürbar und für Risikopersonen (Herzschrittmacher, Implantate) zu vermeiden
- > Hohe Auslöseschwelle: Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen. Ein mögliches gesundheitliches Risiko bei dauernder, langzeitiger Einwirkung. Bei der Arbeit an festen Arbeitsplätzen zu begründen und näher abzuklären.
- > Exposition von Gliedmassen: Für Gliedmasse gelten tiefere Grenzwerte.

2.4. Deutschland: DGUV V-15/BGV B11 Arbeitsschutz

Die deutsche gesetzliche Unfallversicherung regelt den Arbeitsschutz für Bereiche, in denen elektrische, magnetische oder elektromagnetische Felder zur Anwendung kommen. Die Vorschrift legt die zulässigen Werte zur Bewertung von Expositionen (Einwirkung des elektromagnetischen Feldes auf Personen) und die Mess- und Bewertungsverfahren fest. Die berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (BGV B11) ist mit der DGUV V-15 identisch.

In dieser Richtlinie, welche sich auf die ICNIRP 2010 bezieht, wird zwischen Expositionsbereich 2, Expositionsbereich 1, Bereich erhöhter Exposition und Grenzwerten für Extremitäten unterschieden.

- > Expositionsbereich 1: Ist der Bereich, der kontrollierte Bereiche sowie Bereiche umfasst in denen aufgrund der Betriebsweise oder aufgrund der Aufenthaltsdauer sichergestellt ist, dass eine Exposition oberhalb der zulässigen Werte von Expositionsbereich 2 nur vorübergehend erfolgt. Der Expositionsbereich 1 entspricht beispielsweise einer Produktionsumgebung.
- > Expositionsbereich 2: Ist der Bereich, der alle Bereiche des Unternehmens umfasst, sofern sie nicht dem Expositionsbereich 1, dem Bereich erhöhter Exposition oder dem Gefahrenbereich zuzuordnen sind. Der Expositionsbereich 2 entspricht beispielsweise einer Büroumgebung.
- > Bereich erhöhter Exposition: Ist ein kontrollierter Bereich, in dem die Werte des Expositionsbereiches 1 überschritten werden.
- > Extremitäten: Für Extremitäten dürfen die Grenzwerte um den Faktor 2,5 überschritten werden.

2.5. Schweiz: SUVA

Die Grenzwerte entsprechen den Referenzwerten für den Arbeitsplatz der Richtlinie ICNIRP von 1998.

2.6. Vereinigte Staaten von Amerika: Keine Richtlinie

In den Vereinigten Staaten wurden keine Grenzen für Arbeitnehmer-Expositionen zu Elektromagnetischen Feldern empfohlen und etabliert. Einige Bundesstaaten haben jedoch Richtlinien erlassen wie auch private Organisationen Leitlinien entwickelt haben, um die Arbeitnehmer vor den bekannten Effekten hoher Exposition zu schützen.

2.7. Schutz von Implantaten

Medizinische Implantate unterliegen Regulierungen und müssen Risiken durch vorhersehbare Umweltbedingungen minimieren (90/385/EWG). Es sollte daher keine Störung durch elektromagnetische Strahlung unterhalb der in ICNIRP 1998 definierten Grenzwerte zu erwarten sein. Die Bestimmung der Sicherheitsabstände eines spezifischen Falles sollte jedoch in Kontakt mit dem Hersteller des Implantats durchgeführt werden.

In Deutschland wurde durch die deutsche Unfallversicherung spezifische Grenzwerte für Implantate (BGI/GUV-I 5111) veröffentlicht.

2.8. BGI/GUV-I 5111

Die BGI/GUV-I 5111 ist die deutsche Unfallversicherung und bewertet die Störbeeinflussung eines Herzschrittmachers durch das magnetische Feld. Die Grenzwerte gelten für Personen mit Herzschrittmachern oder ähnlichen Geräten.

2.9. Personenschutz

In gewissen Fällen (Schwangerschaft, Öffentliche Zugänglichkeit des Entmagnetisierers, etc.) kommen Richtlinien und Expositionsgrenzwerte für den öffentlichen Bereich zur Anwendung.

Die folgenden Richtlinien und Empfehlungen übernehmen die Grenzwerte der ICNIRP 1998:

- > EU 1999
- > Deutschland 26. BImSchV
- > NISV (Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung)

3. Beispiele von Expositionsbereichen verschiedener konventioneller Entmagnetisierer (Deutschland/EU)

Für eine anwendungsbezogene Aussage zu den Entmagnetisierern werden die Grenzwerte zum Arbeitsschutz in Deutschland betrachtet. Diese Grenzwerte werden in unterschiedliche Expositionsbereiche unterteilt.

Die Grenzwerte können Tabelle 5 entnommen werden. In anderen Ländern mit anderen Grenzwerten nach ICNIRP 1998 sind die grösseren Sicherheitsabstände einzuhalten.

Die Messungen für die Beispiele wurden mit einem Messgerät vom Typ Narda ELT-400 durchgeführt.

Zur Bestimmung der Sicherheitsabstände wurden folgende Sonden eingesetzt:

- > Extremitäten: 3cm² Sonde
- > Ganzkörperexposition: 100cm² Sonde.

3.1. Tischgerät

Das Magnetfeld der Tischgeräte tritt direkt aus der Oberfläche aus. Die Grenzwerte werden dementsprechend von der Oberfläche her gemessen.



Abbildung 1: Expositionsmessung eines Tischgerätes

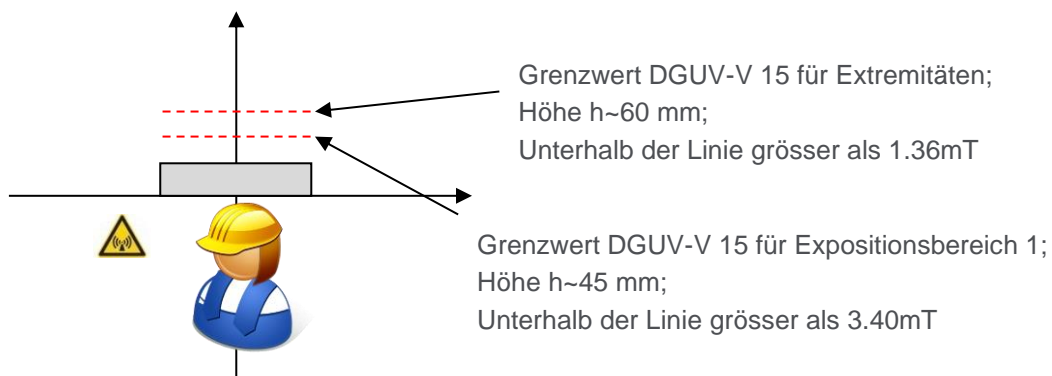


Abbildung 2: Expositionsmessung eines Tischgerätes

Da bei der Messung eine Mittelung über das ganze Volumen der Sonde erfolgt, ist der Sicherheitsabstand für die Ganzkörperexposition trotz deutlich tieferem Grenzwert kleiner. Es wird jedoch empfohlen den grösseren Sicherheitsabstand einzuhalten.

Fazit

Die zulässigen Grenzwerte werden überschritten, wenn die zu entmagnetisierenden Teile von Hand über die Platte gezogen werden. Zum Einhalten der Grenzwerte muss der Abstand des Benutzers und seiner Extremitäten zum Entmagnetisiersystem vergrössert werden. Dies kann durch Automatisierung oder Hilfsvorrichtungen erreicht werden.

3.2. Handgerät

Der verwendete Handentmagnetisierer Typ HE2 erzeugt einen kleinvolumigen Streufluss.

Die Beurteilung erfolgt aufgrund der Grenzwerte für Gliedmassen im Bereich des Handgriffes mithilfe der 3cm² Sonde. Die gemessenen Werte im Bereich des Handgriffes liegen unterhalb dieser Grenzwerte.



Abbildung 3: Messung der Exposition für Extremitäten

Fazit

Solange nicht der Wirkungsbereich an der Unterseite des Entmagnetisierers berührt wird, werden die Grenzwerte für beruflich tätige Personen gemäss DGUV-V 15 nicht überschritten.

3.3. Luftspule

Das erzeugte Magnetfeld der Luftspulen fließt um die Spule herum. Daher sind definierte Sicherheitsabstände um die Spule herum einzuhalten.

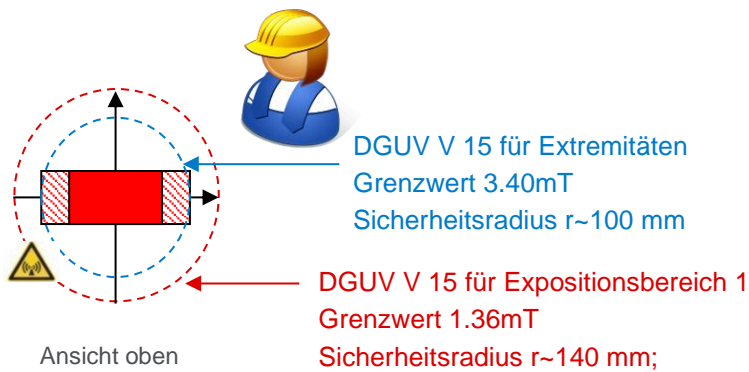


Abbildung 4: Ganzkörper Expositionsmessung einer Luftspule

Fazit:

Wenn sich die Person nahe an der Spule aufhält, werden die definierten Grenzwerte überschritten. Für normgerechte Arbeit ist eine Handlingseinrichtung (z. B. Förderband) vorzusehen.

4. Maurer-Degaussing Puls Entmagnetisierer

4.1. Sicherheit durch Abstand

Die Maurer-Degaussing Puls Entmagnetisierung folgt dem folgenden Prozess:

1. Positionierung des Bauteils in der Spule
2. Auslösung der Entmagnetisierung per Bedienpanel auf dem Leistungsmodul
3. Entmagnetisierung des Bauteils (innerhalb 7 Sekunden). Die maximale Feldstärke tritt innerhalb der ersten Sekunde nach dem Start auf. Danach nimmt die Feldstärke schnell ab.
4. Entnehmen des entmagnetisierten Bauteils.

Durch Positionierung des Leistungsmoduls ausserhalb des Expositionsbereichs der Spule kann der Arbeitsschutz sichergestellt werden.

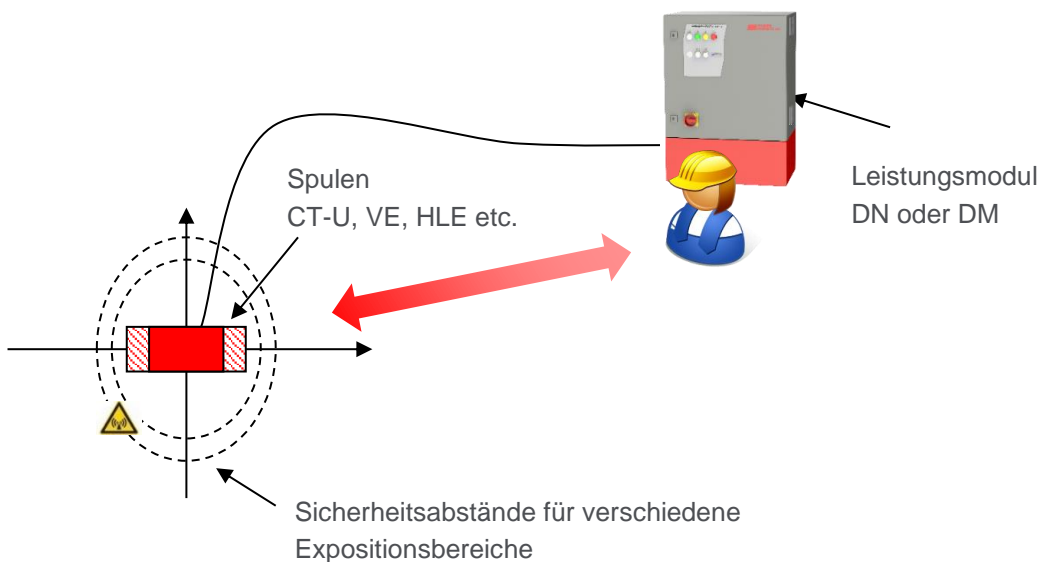


Abbildung 5: Aufbau bei Maurer Degaussing Puls Entmagnetisierung

4.2. Schutz durch Abschirmung

Als Option zu den Entmagnetisiersystemen bietet Maurer Magnetic selbst entwickelte Abschirmkammern an. Die Entmagnetisierspule wird in der Abschirmkammer positioniert und die Exposition wird verringert.

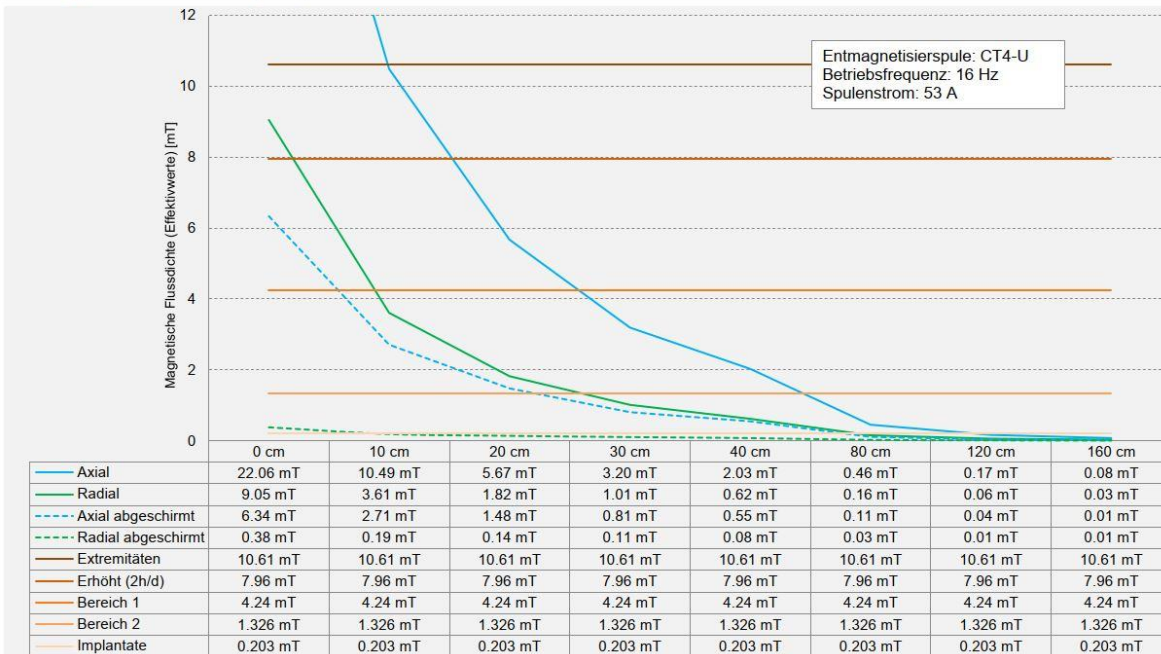


Abbildung 6: Spulenmodul in Abschirmkammer eingebaut

Durch den Einbau der Spule in eine Abschirmkammer werden die Sicherheitsabstände verringert und Störeinflüsse auf Nachbarprozesse werden reduziert.

4.3. Feldexpositionsmessungen

Bei allen von Maurer Magnetic ausgelieferten Entmagnetisiersystemen werden Feldexpositionsmessungen durchgeführt und mitgeliefert. Dies erleichtert dem Kunden die Bestimmung von Sicherheitsabständen. Abbildung 7 enthält ein Beispiel einer Feldexpositionsmessung.

Feldexpositions-messung Projekt P-18-00005

Messspezifikation

Messinstrument	Narda ELT-400 mit B-Feldsonde, Querschnittsfläche 100 cm ²	Setup: Detect: PEAK; Low Cut: 1Hz - 8mT...80mT: Mode 80 mT; Range: High - 320µT...8mT: Mode 80 mT; Range: Low - 32µT...320µT: Mode 320µT; Range: High
Bezeichnung	Richtlinie	Bemerkung
Extremitäten	DGUV-V 15/BGV B11 Expositionsbereich 1 Extremitäten	Für Extremitäten dürfen die Grenzwerte Expositionsbereich 1 und erhöhte Exposition um den Faktor 2,5 überschritten werden.
Erhöht (2h/d)	DGUV-V 15/BGV B11 Bereich erhöhter Exposition (2h / Tag)	2h werden im Pulsbetrieb während eines Arbeitstags nicht überschritten
Bereich 1	DGUV-V 15/BGV B11 Expositionsbereich 1	Kontrollierter Bereich (z.B. Produktion)
Bereich 2	DGUV-V 15/BGV B11 Expositionsbereich 2	Restliche Bereiche (z.B. Büro)
Implantate	BGI / GUV-I 5111 Gefahrenbereich	Gefahrenbereich für Personen mit Herzschrittmacher

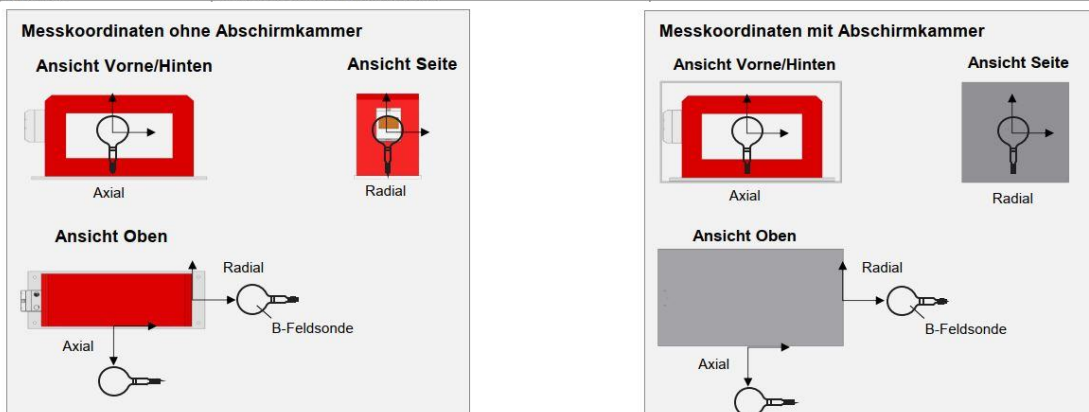


Abbildung 7: Beispiel einer Feldexpositions-messung

5. Grenzwerte für niederfrequente Magnetfelder

5.1. ICNIRP

Frequenz [Hz]	ICNRP 1998 Öffentliche Exposition [mT]	ICNRP 1998 Berufliche Exposition [mT]
1-8	40/f	200/f ²
8-800	5/f	25/f
16	0.3	1.5
25	0.2	1.0
50	0.1	0.5

Tabelle 2: ICNIRP 1998 Grenzwerte (RMS)

Frequenz [Hz]	ICNRP 2010 Öffentliche Exposition [mT]	ICNRP 2010 Berufliche Exposition [mT]
1-8	40/f	200/f ²
8-25	5/f	25/f
25-300	0.2	1.0
16 $\frac{2}{3}$	0.3	1.5
25	0.2	1.0
50	0.2	1.0

Tabelle 3: ICNIRP 2010 Grenzwerte (RMS)

5.2. Europäische Union 2013/35/EU

Frequenz [Hz]	Niedrige Auslöseschwelle [mT]	Hohe Auslöseschwelle [mT]	Exposition von Gliedmassen [mT]
1-8	200/f ²	300/f	900/f
8-25	25/f	300/f	900/f
25-300	1.0	300/f	900/f
16 $\frac{2}{3}$	1.5	18.0	54.0
25	1.0	12.0	36.0
50	1.0	6.0	18.0

Tabelle 4: EU Grenzwerte (RMS)

5.3. Deutschland DGUV V15 und BGV B11

Frequenz [Hz]	Expositionsbereich 1 [mT]	Expositionsbereich 2 [mT]	Bereich erhöhter Exposition 2 h/d [mT]	Extremitäten Expositionsbereich 1 [mT]
1-1000	67.9/f	21.22/f	127.3/f	169.75/f
16 ⅔	4.07	1.27	7.64	10.18
50	1.36	0.42	2.55	3.40

Tabelle 5: Grenzwerte nach DGUV V 15 (RMS)

5.4. Deutschland BGI GUV-I 5111

Frequenz [Hz]	Grenzwert [mT]
1-300 GHz	0.065*50/f
16 ⅔	0.19
25	0.13
50	0.07

Tabelle 6: Grenzwerte nach BGV B11 (RMS)

5.5. Schweiz SUVA

Die SUVA Grenzwerte entsprechen den Arbeitsgrenzwerten der ICNIRP 1998 Richtlinie.

6. Quellenverzeichnis

- [1] ICNIRP Guidelines; For limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz); ICNIRP Publication - 1998
- [2] ICNIRP Guidelines; For limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz - 100 kHz); ICNIRP Publication - 2010
- [3] Richtlinie 2013/35/EU des europäischen Parlaments und des Rates; Amtsblatt der Europäischen Union; 29.06.2013
- [4] DGUV Vorschrift 15; Unfallverhütungsvorschrift Elektromagnetische Felder; 1. Juni 2001
- [5] BGV B11; Unfallverhütungsvorschrift Elektromagnetische Felder; Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit; 1. April 2002
- [6] BGI/GUV-I 5111; Beeinflussung von Implantaten durch elektromagnetische Felder; DGUV Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung; Juni 2009
- [7] 26. BImSchV; Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes; 16.12.1996
- [8] Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung; NISV; 23. Dezember 1999
- [9] Grenzwerte am Arbeitsplatz 2015; SUVA; Januar 2015
- [10] Empfehlung des Rates; Zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz); 12. Juli 1999
- [11] 90/385/EWG; Richtlinie des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über aktive implantierbare medizinische Geräte; 20. Juni 1990

Maurer Magnetic, Ihr Spezialist für

- > Industrielle Entmagnetisiermaschinen
- > Magnetismus-Messtechnik
- > Entmagnetisieren als Dienstleistung
- > Troubleshooting in Magnetismus
- > Magnete und Magnet-Systeme