

## Factsheet

# Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) von aktiven medizinischen Implantaten am Arbeitsplatz

### Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Aktive medizinische Implantate (AIMD)
3. elektromagnetische Interferenzen
4. Grenzwerte / Normierungen
5. Arbeitsplätze / Tätigkeiten / Installationen mit einem möglichen Risiko von Interferenzen
6. Wissenschaftliche Studien und Fallberichte
7. Diskussion
8. Massnahmen / Empfehlungen
9. Medizinische Berufsunfallprophylaxe (BUP) – Meldung an Suva
10. Zusammenfassung

### 1. Einleitung

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) bezeichnet die Störfestigkeit elektrischer oder elektronischer Geräte gegenüber ihrer Umgebung. An aktiven medizinischen Implantaten können Störungen (Interferenzen) auftreten, welche zu unterschiedlichen gesundheitlichen Auswirkungen führen können. In Anbetracht der zunehmenden Anzahl von Personen mit AIMD, auch innerhalb der erwerbsfähigen Bevölkerung, ist davon auszugehen, dass die Problematik von elektromagnetischen Interferenzen (EMI) zukünftig an Bedeutung zunehmen wird.

Im Factsheet wird dargestellt, an welchen Arbeitsplätzen Interferenzen auftreten, welche Folgen daraus resultieren können und mit welchen Massnahmen das Risiko von Interferenzen minimiert werden kann. Die Informationen des Factsheets sind allgemein gehalten. Sie sollen Hinweise geben, wo und in welchen Situationen eine individuelle Arbeitsplatzabklärung und Risikobeurteilung notwendig ist, können eine solche jedoch nicht ersetzen.

Einige Kapitel sind deckungsgleich mit dem Factsheet „EMV von Herzschrittmachern und ICD im Umfeld von elektronischen Sicherheitssystemen“, werden der besseren Verständlichkeit halber hier jedoch nochmals aufgeführt <sup>(1)</sup>.

## 2. Aktive medizinische Implantate (AIMD)

Unter dem Begriff der aktiven medizinischen Implantate oder Active Implanted Medical Devices (AIMD) werden Implantate zusammengefasst, welche über eine eigene Stromquelle verfügen und mittels welchen Körperfunktionen beeinflusst bzw. gesteuert werden können. EMV-Studien zu Implantaten haben hauptsächlich Interferenzen zwischen elektromagnetischen Feldern und **Herzschrittmachern** (HSM / Pacemaker) und **implantierten Defibrillatoren** (ICD, Implanted Cardioverter Defibrillator) untersucht. HSM und ICD sind zahlenmässig am Verbreitetesten und die möglichen Störungsauswirkungen am Schwerwiegendsten. Neben Herzschrittmachern und implantierten Defibrillatoren existieren weitere AIMD wie z.B. Insulin-Infusionspumpen, Cochlea-Implantate, Magen- und Blasenstimulatoren sowie Stimulatoren von Nerven und Muskeln. Die Liste ist nicht abschliessend und die Art der Implantate dürfte aufgrund der medizinischen Fortschritte zunehmen. Die Datenlage zur elektromagnetischen Verträglichkeit dieser Implantate ist im Vergleich zu derjenigen von HSM und ICD jedoch gering.

In der Schweiz leben heute über 20'000 Personen mit einem Herzschrittmacher und über 2'000 Personen, welche Träger eines Implantierten Defibrillators (ICD) sind <sup>(2)</sup>.

Der Gerätetyp des HSM oder ICD richtet sich nach der Grunderkrankung. Die heutigen Geräte können von extern, d.h. auch nach der Implantation, gemäss der erforderlichen Funktion programmiert werden. Eine Unterteilung wird nach international genormten Merkmalen durchgeführt <sup>(3, 4)</sup>. Durch den NBG-Code (NBD-Code = NASPE/BPEG Generic Pacemaker Code) kann eine Beschreibung sämtlicher Schrittmachermodi erfolgen.

1. Buchstabe	2. Buchstabe	3. Buchstabe	4. Buchstabe	5. Buchstabe
Kammer für Stimulation	Kammer zur Wahrnehmung	Reaktion auf Wahrnehmung	Frequenz-Adaption	Multistimulation
O = keine	O = keine	O = keine	O = keine	O = keine
A = Atrium	A = Atrium	T = Trigger	R = frequenz-Adaptiert	A = Atrium
V = Ventrikel	V = Ventrikel	I = Inhibiert		V = Ventrikel
D = Dual (A+V)	D = Dual (A+V)	D = Dual (T+I)		D = Dual (A+V)

NBD-Code (NBD-Code = NASPE/BPEG Defibrillator Code)

1. Buchstabe	2. Buchstabe	3. Buchstabe	4. Buchstabe
Kammer für Schockabgabe	Kammer der antitachykarden Stimulation	Tachykardie Wahrnehmung	Kammer der antibradykarden Stimulation
O = keine	O = keine	E = Elektrogramm	O = keine
A = Atrium	A = Atrium	H = Hämodynamisch (Messung zusätzlicher Parameter wie Blutdruck) (H schliesst E mit ein)	A = Atrium
V = Ventrikel	V = Ventrikel		V = Ventrikel
D = Dual (A+V)	D = Dual (A+V)		D = Dual (A+V)

Erläuterungen:

Ort der Wahrnehmung und der Stimulation: Vorhof (Atrium) oder Kammer (Ventrikel) bei Einkammersystem, Vorhof und Kammer bei Zweikammersystem.

Reaktion auf Wahrnehmung:

- getriggert: zeitsynchrone Stimulation bei vorhandener und fest eingestellter Frequenz bei fehlender Herztätigkeit .
- inhibiert: bei herzeigener Aktivität wird die Abgabe eines Impulses unterdrückt. Frequenz-Adaption: Stimulationsfrequenz wird der jeweiligen körperlichen Belastung angepasst.

Die Codierung ist auf dem Schrittmacher- und ICD-Gehäuse und im Schrittmacher- ICD-Pass aufgeführt.

### 3. Elektromagnetische Interferenzen

Sowohl Herzschrittmacher wie implantierte Defibrillatoren verfügen über Elektroden, welche als Antennen für exogene Signale dienen können. Exogene Signale mit ähnlicher Stärke und Frequenz wie das physiologische Herzsignal können vom Implantat fehlinterpretiert werden. Obwohl die neueren Implantate über Algorithmen zur Vermeidung von unerwünschten Störbeeinflussungen verfügen, kann es unter gewissen Umständen durch Inhibition oder Triggerung von Herzschrittmacherimpulsen zum Auftreten von Brady- oder Tachyarrhythmien kommen, was bei schrittmacherabhängigen Personen Schwindelgefühl bis Bewusstlosigkeit auslösen und im schlimmsten Falle zum Tode führen kann.

Bei Herzschrittmachern sind theoretisch folgende Interaktionen möglich <sup>(5)</sup>:

- Ein Störsignal, welches frequenzmässig den Herzaktionspotentialen ähnlich ist, wird fälschlich als Herzaktionssignal interpretiert, was zur Inhibition der Stimulation oder Schockabgabe führt. Eine atriale Wahrnehmung ausserhalb der Refraktärperioden führt im DDD-Modus zur Triggerung meist beschleunigter Ventrikelstimulationen.
- Eine Signal über der Störschwelle führt dazu, dass der HSM die Herzaktionssignale nicht mehr erkennt und in die voreingestellte Grundstimulation (Notprogramm) umschaltet, was eine asynchrone Dauerstimulation zur Folge hat. Fallen dann Stimulationsimpulse in die vulnerable Phase des Herzrhythmus, ist die Auslösung einer Kammertachykardie oder eines Kammerflimmerns möglich.
- Im Umfeld von magnetischen Gleichfeldern kann der Magnetschalter des HSM direkt beeinflusst werden. Magnetfelder, welche der absichtlichen Beeinflussung von HSM und ICD durch den Kardiologen dienen, können, wenn sie unbeabsichtigt auftreten, gefährdende Modusänderungen oder eine Inhibition erzeugen.
- Ein starkes Störsignal induziert direkt eine Spannung in den Elektroden des HSM, was zur direkten Stimulation führen kann.

Vom ICD kann ein frequenzmässig passendes Störsignal fälschlicherweise als Kammerflimmern interpretiert werden, was die Auslösung eines inadäquaten Schocks zur Folge hat. Unipolare Herzschrittmacher sind störsensibler als bipolare und ICD. Beim unipolaren Herzschrittmacher dient die Herzelektrode als Kathode und das HSM-Gehäuse als Anode, mit einem Abstand von bis zu 22 cm. Beim bipolaren Herzschrittmacher beträgt der Abstand zwischen den beiden Elektroden in der Herzkammer ca. 2 cm. Für den Antenneneffekt ist der Abstand der Elektroden entscheidend, weshalb es für die Störbeeinflussung von bipolaren Systemen 17 Mal und derjeni-

gen von ICD 1,7 Mal höhere Felder benötigt als für unipolare Systeme. Die ungünstigste Situation für eine Störbeeinflussung liegt vor, wenn ein unipolarer Herzschrittmacher, welcher auf die höchste Empfindlichkeit programmiert ist, auf der linken Seite implantiert wird. Daraus resultiert eine Schlaufenfläche von bei grossen Personen bis 225 cm<sup>2</sup>, in welche durch ein externes magnetisches Wechselfeld ein Störsignal induziert werden kann <sup>(6)</sup>.

#### 4. Grenzwerte / Normierungen

Auf internationaler oder europäischer Ebene existieren bis heute noch keine einheitlichen Regeln oder Normen, welche zum Schutz von Trägern von aktiven medizinischen Implantaten Sicherheitsschwellenwerte festlegen. Im Normenentwurf DIN VDE 0848-3-1 („Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern“, Mai 2002) wurden die Normwerte so gesetzt, dass bei Einhalten der Werte über 95% aller zwischen 1995 und 1999 in Deutschland implantierten Geräte keine Störbeeinflussung aufweisen würden. Aktuell befindet sich auf europäischer Ebene ein neuer Normentwurf in Vernehmlassung (pr EN 50527-1). Bis zum Vorliegen neuer Normen stützt sich die Suva zur Risikobeurteilung weiterhin auf den Normentwurf DIN VDE 0848-3-1 ab.

#### 5. Arbeitsplätze / Tätigkeiten / Installationen mit einem möglichen Risiko von Interferenzen

In Branchen und Verfahren, in welchen hohe elektromagnetische Felder erzeugt werden besteht ein Risiko von Interferenzen. Nachfolgend sind Arbeitsplätze und –verfahren aufgeführt, bei denen unter bestimmten Bedingungen ein solches Risiko bestehen kann. Diese Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

- **Induktionsverfahren**

Mittels verschiedener induktiver Nieder- und Hochfrequenzverfahren können Materialien erwärmt bzw. erhitzt werden (z.B.: induktive Hochfrequenzerwärmung, induktive Niederfrequenz- und Lichtbogenverfahren zum Erwärmen und Schmelzen von Metallen, Induktionskochherde). Beim Tragen von Ringen und Handgelenksketten besteht bei handgeführten Geräten zusätzlich die Gefahr von Hautverbrennungen.

- **Schweisserarbeitsplätze**

Schweisserarbeitsplätze sind in der Industrie und in handwerklichen Betrieben weit verbreitet. Bei folgenden Schweissverfahren können Interferenzen auftreten: **Elektrolichtbogenschweissen, Widerstandsschweissen, Punktschweissen und Hochfrequenzschweissen** dielektrischer Materialien. Zu beachten ist, dass die Schweisserelektrodenkabel aufgrund ihres Gewichtes häufig über die Schulter, d.h. körpernah, getragen werden, was aufgrund des geringen Abstandes zwischen Feldquelle und Implantat das Risiko von Interferenzen verstärkt.

- **Elektrolyse**

Hochstromelektrolyseanlagen werden z.B. in der Aluminium- und Chlorproduktion verwendet. Zu beachten ist, dass die Anlagen aus betriebswirtschaftlichen und oder technischen Gründen während des Unterhaltes nicht abgeschaltet werden können.

- **Magnetic Resonance Imaging (MRI)**

Magnetresonanztomographie wird in der Medizin, der Industrie und der Forschung eingesetzt. Im Rahmen des technischen Fortschrittes werden immer leistungsstärkere Geräte entwickelt, welche eine bessere Bildauflösung ermöglichen. Geräte mit 5 Tesla in der klinischen Praxis und bis 11 Tesla in Forschung und Entwicklung sind heute bereits im Einsatz. Bei der MRI-Untersuchung entstehen statische Felder, zeitlich veränderliche Magnetfelder (welche durch das Ein- und Ausschalten der Gradientenfelder entstehen, die über induzierte elektrische Felder vermittelt werden) und hochfrequente Felder. Das statische Feld kann nicht ausgeschaltet werden, weil es durch einen Permanentmagneten erzeugt wird. Dieser Umstand ist vor allem bei Unterhaltsarbeiten von Bedeutung. Nebst den Risiken von Interferenzen besteht die Gefahr, dass ferromagnetische Gegenstände angezogen werden, welche eine Verletzungsgefahr darstellen. In Fachkreisen ist dieses Phänomen unter dem Begriff „flying objects“ bekannt.

- **Elektronische Sicherheitssysteme**

Unter diesem Begriff werden im Wesentlichen Systeme zur Personenidentifikation, RFID-Systeme (Radio Frequency Identification Systems), Metalldetektoren sowie Diebstahl- und Warensicherungsanlagen (EAS) zusammengefasst. Das grösste Risiko besteht bei akustomagnetischen Sicherungsanlagen, welche hohe Feldstärken bei tiefer Frequenz erzeugen. Ein potentiell Risiko besteht auch bei Deaktivierungsanlagen, für welche höhere Feldstärken benötigt werden als für die Detektionsanlagen. Für weitere Angaben wird auf das Factsheet „elektromagnetische Verträglichkeit von Herzschrittmachern und implantierten Defibrillatoren im Umfeld von elektronischen Sicherheitssystemen“<sup>(1)</sup> verwiesen.

- **Kunststoffverarbeitung**

Bei der Kunststoffverarbeitung können hohe Entladungsenergien statische elektrische Felder verursachen. Das Risiko für Interferenzen mit AIMD ist gering.

- **Permanentmagnete und Elektromagnete**

Starke Magnete, wie sie beispielsweise bei Magnetkränen, zum temporären Halten von Werkstücken oder im Motorenbau eingesetzt werden, können zu Interferenzen führen. Dies kann auch durch kleine Permanentmagnete, wenn sie nahe zum Implantat getragen werden, geschehen (z.B.: magnetische Namensschildbefestigung).

- **Energieverteilung / Bahnen**

Im Umfeld von Generatoren, Transformatoren und Starkstromleitungen besteht ein Risiko von Interferenzen. Ein Zugang zu diesen Anlagen ist nur berechtigten Personen erlaubt und mittels Warn- und Verbotstafeln ausgeschildert, so dass das Risiko vor allem bei Unterhaltsarbeiten von Bedeutung ist. Im Umgang mit diesen Anlagen steht das Unfallrisiko durch den elektrischen Strom im Vordergrund.

- **Sendeanlagen**

Stationäre Sendefunkanlagen aller Art sowie zivile und militärische Radaranlagen sind in der Regel so positioniert und abgegrenzt, dass im Normalfall niemand unbeabsichtigt gegenüber Feldern oberhalb der Grenzwerte<sup>(8)</sup> exponiert ist. Aufgrund der vielfachen Nutzung der Sendeanlagen durch mehrere Anbieter sowie zur Aufrechterhaltung der Kommunikation in Notfällen (Sanität, Polizei, Feuerwehr) ist es häufig nicht möglich, die Anlagen während des Unterhaltes vollständig auszuschalten. Mobilfunk und Natel-Geräte kön-

nen Interferenzen erzeugen, wenn sie in unmittelbarer Nähe zum Implantat im Sendebetrieb sind.

- **Nebenarbeitsplätze / versteckte EMF-Quellen**

Auch an Nebenarbeitsplätzen ist an das Risiko von Interferenzen zu denken, wobei die Feldstärken mit zunehmendem Abstand abnehmen. Eine solche Situation ist z.B. denkbar, wenn sich eine Starkstromleitung innerhalb einer Mauer oder im Boden befindet und von aussen nicht erkennbar ist.

An den meisten übrigen Arbeitsplätzen ist i.d.R. nicht mit Interferenzen zu rechnen und die Normwerte der DIN VDE 0848-3-1 werden eingehalten. Als typisches Beispiel sei hier der Büroarbeitsplatz erwähnt mit den standardmässig verwendeten elektronischen Geräten wie Computer, Bildschirme oder Drucker. Nach dem heutigen Stand ist die drahtlose Telefonie (DECT) betreffend Interferenzrisiko ebenfalls unbedenklich <sup>(7)</sup>.

## **6. Wissenschaftliche Studien und Fallberichte**

Der Schwerpunkt der Studien richtet sich bisher auf die Störepfindlichkeit von Herzschrittmachern und implantierten Defibrillatoren im Umfeld von EMF. Für andere AIMD ist die Datenlage aktuell noch gering. Nachfolgend wird auf einige experimentelle Studien und Fallberichte eingegangen, welche Interferenzen zwischen HSM/ICD und der Netzversorgung sowie elektronischen Sicherungsanlagen untersuchten.

Trigano et al. <sup>(9)</sup> untersuchten in einer experimentellen Studie die Beeinflussung permanenter Herzschrittmacher durch 50 Hz Magnetfelder mit Flussdichten bis zu 100  $\mu\text{T}$ . Drei unipolare Schrittmacher wechselten aufgrund der Exposition in einen asynchronen Betrieb. Die niedrigste Störschwelle lag bei 45  $\mu\text{T}$ . Geräte mit bipolarem Sensing zeigten kein nennenswertes Risiko für Interferenzen.

Scholten et al. <sup>(10)</sup> betrachteten in einer experimentellen Studie das theoretische Gefahrenpotential für Personen mit unipolaren Herzschrittmachern unter eine Hochspannungsfreileitung. Untersucht wurde ein 50 Hz Magnetfeld mit einer magnetischen Flussdichte von 50  $\mu\text{T}$  Effektivwert, resultierend aus einer 2.2 kA Hochspannungsleitung mit 380 kV. Gemäss den Autoren ist unter Hochspannungsleitungen eine lebensbedrohliche Gefährdung eines HSM-Trägers unwahrscheinlich. Eine Interferenz könne jedoch nicht vollständig ausgeschlossen werden, weshalb weitere Studien notwendig seien.

Mugica et al. <sup>(11)</sup> untersuchten 204 Patienten mit Herzschrittmachern von 7 verschiedenen Herstellern (129 DDD, 71 VVI und 4 VDD). Insgesamt wurden 408 Expositionen zu Sicherungsanlagen mit einem akustomagnetischen System (intermittierendes 58 kHz-Signal) und einem elektromagnetischen System (kontinuierliches 73 Hz-Signal) ausgewertet. Eine oder mehrere Interferenzen traten in 17% der Patienten auf. Diese waren bei Exposition im akustomagnetischen Feld doppelt so häufig als bei Exposition gegenüber dem elektromagnetischen System. Am häufigsten traten Detektionsstörungen (Sensing anomalies) auf. Umprogrammierungen wurden nicht verzeichnet. Ein Patient verspürte Palpitationen während der Zeitdauer des Aufenthaltes zwischen der Warensicherungsanlage. Alle Interferenzen waren vorübergehend.

Gimbel et al. <sup>(12)</sup> beschrieben vor kürzerer Zeit zwei Fälle von Interferenzen. Bei einem 71-jährigen Mann mit ICD, welcher sich 30 Sekunden neben einer elektronischen Artikel-Sicherungsanlage (EAS) aufhielt, die hinter der Verkaufstheke platziert war, kam es zu zweimaliger Schockabgabe. Das Störsignal der EAS wurde vom ICD als Kammerflimmern detektiert. Bei einer 76-jährigen Frau mit einem Einkammer-Herzschrittmacher kam es zur Inhibition des Herzschrittmachers, wodurch eine Synkope ausgelöst wurde.

## **7. Diskussion**

Dank des medizinischen Fortschrittes kommen immer mehr aktive medizinische Implantate auch bei jüngeren Patienten zum Einsatz. Dies hat zur Folge, dass die Anzahl der aktiven Implantate bei Personen im erwerbsfähigen Alter ebenfalls zunimmt, womit auch das Risiko von Interferenzen mit elektromagnetischen Feldern an Arbeitsplätzen ansteigt. Das Risiko hängt dabei nicht nur von den Feldstärken und der Expositionszeit ab, sondern auch von individuellen Faktoren wie dem Implantat-Typ, dessen Lage im Körper und individuellen Parametern wie Thoraxumfang und Körpergrösse. Die grösste Beeinflussung ist bei grossen und schlanken Personen zu erwarten. Unter den Herzschrittmachern sind die unipolaren Systeme am Störanfälligsten. Diese werden heute eher selten implantiert. Bei Personen, welche "schritt-macherabhängig" sind, aber auch bei Trägern von ICD, können EMI ein erhebliches gesundheitliches Risiko darstellen, im schlimmsten Fall sogar tödlich enden.

Glücklicherweise sind Berichte über solche Fälle selten. Dies dürfte verschiedene Gründe haben. Einerseits ist die Thematik nicht neu und an den Arbeitsplätzen der betroffenen Personen wurden die Risiken bereits abgeklärt und die nötigen Vorsichtsmassnahmen getroffen. Andererseits dürften Anstrengungen der Hersteller zur Verminderung der Störempfindlichkeit der Implantate, die Information der behandelnden Ärzte (idR. Kardiologen) und der Hersteller sowie das Risikobewusstsein der betroffenen Personen eine Rolle spielen. Aufgrund der Entwicklung der technischen Anwendungen (EMF-Quellen) sowie des medizinischen Fortschrittes bei der Anwendung der AIMD dürfte das Thema der elektromagnetischen Verträglichkeit auch in Zukunft an Aktualität nichts einbüßen.

Zur Minimierung einer Gefährdung der betroffenen Arbeitnehmenden ist es weiterhin erforderlich, eine individuelle Risikobeurteilung vorzunehmen, wenn diese an Arbeitsplätzen tätig sind, welche mit der Erzeugung von hohen elektromagnetischen Feldern einhergehen. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit handelt es sich um Arbeitsplätze in den erwähnten Bereichen: Energieversorgung (50 Hz) Bahnstrom (16 2/3 Hz), Verwendung von Induktionsverfahren, Elektroschweißen, Elektrolyse, Sendeanlagen, MRI und elektronische Sicherungsanlagen. An anderen Arbeitsplätzen, an welchen die Expositionen gegenüber elektromagnetischen Feldern weit unterhalb der aktuell angewendeten Normwerte liegen, ist die Auftretenswahrscheinlichkeit von Interferenzen äusserst klein, so auch am herkömmlichen Büroarbeitsplatz. Im Zweifelsfall empfiehlt sich eine Rücksprache mit Sachverständigen.

Nachfolgend sind Empfehlungen zur Risikoverminderung aufgeführt.

## **8. Massnahmen / Empfehlungen**

- Bei Mitarbeitenden, welche Träger von HSM, ICD oder anderen aktiven medizinischen Implantaten sind und an Arbeitsplätzen mit bekannten hohen EMF tätig sind, soll eine in-

dividuelle Risikobeurteilung erfolgen, welche eine technische und medizinische Beurteilung beinhaltet. Dazu sollen Spezialisten (Arbeitsmediziner und Spezialisten der Arbeitssicherheit) einbezogen werden, welche die Angaben des Implantateherstellers und des Kardiologen zu berücksichtigen haben.

- Falls ein Interferenzrisiko mit aktiven medizinischen Implantaten nicht ausgeschlossen werden kann, sind die Anlagen mit einem Herzschrittmacherverbotszeichen und ggf. weiteren Informationen (z.B. Sicherheitsabstand) zu kennzeichnen und oder eine Zugangsregelung zu treffen.
- Mitarbeitende sollen über mögliche Risiken für Träger von HSM, ICD und anderen aktiven medizinischen Implantaten, ausgehend von Anlagen mit hohen elektromagnetischen Feldern, vom Arbeitgeber informiert werden.
- Vor einem geplanten Eingriff ist der Kardiologe über die elektromagnetischen Arbeitsplatzbedingungen zu informieren, damit diese bei der Wahl des Typs, der Lokalisation und der Programmierung des Implantates nach Möglichkeit berücksichtigt werden können.

Bei elektronischen Sicherungsanlagen sind zusätzlich folgende Empfehlungen zu beachten:

- Bei der Anschaffung von elektrischen Sicherheitssystemen sind solche zu wählen, welche aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften kein Risiko von Interferenzen aufweisen. Der Einsatz von akustomagnetischen Systemen hat sich am problematischsten herausgestellt, weil diese mit relativ hohen magnetischen Feldstärken und tiefen Frequenzen einhergehen.
- Elektronische Sicherheitssysteme sollen sichtbar sein und nicht an Orten platziert werden, wo sich Personen längere Zeit aufhalten können.
- Soll eine Person mit einem aktiven medizinischen Implantat im Bereiche eines elektronischen Sicherheitssystems arbeiten, sollen die Risiken der konkreten Situation vor der Arbeitsaufnahme beurteilt werden.
- Personen, welche Träger von AIMD sind, sollen zügig durch elektronische Sicherungsanlagen durchgehen und einen entsprechenden Sicherheitsabstand einhalten: „don't linger, don't lean“.

Beim elektrischen Lichtbogenschweißen sind zusätzliche folgende Vorsichtsmassnahmen zu beachten <sup>(13)</sup>:

- Elektrisch isolierende Handschuhe und Schuhe mit Gummisohle tragen (trockene Handschuhe aus Leder, Gummi oder feuerfestem Material).
- Stromstärke so niedrig wie möglich wählen, nicht über 400 Ampère.
- Zuführungskabel und Rückführungskabel (Masse) nahe zusammen verlegen und verdrillen, damit sich keine Schlaufen bilden. Masseanschlussklemme so nahe bei der Schweißnaht wie möglich.
- Schweißstromgenerator und Kabelvorrat auf Distanz halten.
- Kabel beim Schweißen nicht über die Schulter legen und nicht in Kabelschlaufe stehen.
- Keine kurzen und schnell aufeinander folgende Nähte oder Punkte schweißen. Pause von 10 Sekunden nach jedem Abschnitt.
- Bei Zündschwierigkeiten (z.B. bei schmutziger Oberfläche) nicht mit der Elektrode in schneller Folge auf das Werkstück schlagen. Ca. 10 Sekunden Pause vor nächstem Startversuch.

- Bei Auftreten von Symptomen (z.B. Schwindel- oder Schwächegefühl) Schweißvorgang sofort beenden und Schweißgerät ablegen. Abstand zum Schweißgenerator aufnehmen. Kontaktaufnahme mit behandelndem Arzt.
- Nicht alleine auf Leitern oder in eng umschlossenen Bereichen schweißen.

## **9. Medizinische Berufsunfallprophylaxe (BUP) – Meldung an Suva**

Besteht aufgrund einer möglichen elektromagnetischen Interferenz ein Unfallrisiko am Arbeitsplatz, ist eine Meldung an die Suva erforderlich (Suva Luzern, Abteilung Arbeitsmedizin, Fluhmattstr. 1, 6002 Luzern, [arbeitsmedizin@suva.ch](mailto:arbeitsmedizin@suva.ch)). Diese Situation liegt beispielsweise dann vor, wenn eine Interferenz zu Beschwerden oder zur Bewusstlosigkeit des Betroffenen führen kann und dieser Tätigkeiten in der Höhe oder an Maschinen mit rotierenden Teilen durchführt. Gestützt auf die Verordnung zur Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV Art. 70 und folgende) beurteilt die Suva die Eignung des betroffenen Arbeitnehmenden für die bisherige Tätigkeit und kann bei Vorliegen eines erheblich erhöhten Unfallrisikos eine bedingte Eignung oder eine Nichteignungsverfügung erlassen. In der Regel kann durch technische oder organisatorische Massnahmen eine solche Massnahme umgangen werden.

## **10. Zusammenfassung**

Ein Risiko von elektromagnetischen Interferenzen (EMI) besteht zwischen Anlagen, welche hohe elektromagnetische Felder erzeugen können und aktiven medizinischen Implantaten. Am schwerwiegendsten können sich EMI bei Personen auswirken, welche Träger eines Herzschrittmachers oder Defibrillators sind. Aufgrund des medizinischen Fortschrittes wird die Zahl Personen mit aktiven medizinischen Implantaten sowie deren Anteil, welche sich noch im erwerbsfähigen Alter befindet zunehmen. Zur Vermeidung von EMI an Arbeitsplätzen oder bei Tätigkeiten, welche mit erhöhten elektromagnetischen Feldern einhergehen können, ist eine Risikobeurteilung durch Fachspezialisten notwendig. Typische Beispiele von solchen Arbeitsplätzen werden in diesem Factsheet beschrieben. Besteht der Verdacht, dass durch eine Störung der Implantatefunktion ein Unfall eintreten könnte, ist eine Meldung an die Suva im Rahmen der medizinischen Berufsunfallprophylaxe vorzunehmen.

Für weitere Informationen stehen der Bereich Physik, Abteilung Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz und die Abteilung Arbeitsmedizin, Suva Luzern zur Verfügung.

## Quellen

1. Amport Th: Elektromagnetische Verträglichkeit von Herzschrittmachern und implantierten Defibrillatoren im Umfeld von elektronischen Sicherheitssystemen; Medizinische Mitteilungen Suva 2009; [www.suva.ch/Arbeitsmedizin/Factsheets](http://www.suva.ch/Arbeitsmedizin/Factsheets)
2. Schweizerische Herzstiftung
3. Störspannungsschwelle für gegenwärtig implantierte HSM und Defibrillatoren, Fb 1059 baua; M. El-Fikri, S. Goltz, S. Eggert, 2005
4. NASPE/BPEG (North American Society of Pacing and Electrophysiology/British Pacing and Electrophysiology Group)
5. Eggert S et al.: Störbeeinflussung aktiver elektronischer Implantate durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder; Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 1999
6. Irnich W et al.: Electronic Security Systems and Active Implantable Medical Devices; Pace 2002; 25: 1235-1258
7. BAG: [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch) /EMF Faktenblätter / DECT
8. Grenzwerte am Arbeitsplatz 2009, Suva, Nr. 1903.d
9. Trigano A et al.: Clinical study with cardiac pacemakers by a magnetic field at power line frequencies; J Am Coll Cardiol 2005; 45: 896-900
10. Scholten A et al.: Unipolar cardiac pacemakers in electromagnetic fields of high voltage overhead lines; J Med Eng Technol 2005; 29: 170-175
11. Mugica J et al.: Study of Interactions between Permanent Pacemakers and Electronic Antitheft Surveillance Systems; PACE 2000; 23: 333-337
12. Gimbel JR et al.: Electronic Article Surveillance Systems and Interactions with Implantable Cardiac Devices: Risk of Adverse Interactions in Public and Commercial Space; Mayo Clin Proc 2007; 82: 318-322
13. Jossen H: Vorsichtsmassnahmen für Personen mit HSM oder ICD beim elektrischen Lichtbogenschweissen, 2004; Suva, Abteilung Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz; Bereich Physik