



DR. MARCUS GÖTZ
Diplom-Physiker und Geschäftsführer
der MRC Systems GmbH in Heidelberg

DR. MARCUS GÖTZ

EMF-Warngerät für Herzschrittmacher- und ICD-Patienten

Bei der Wiedereingliederung von Mitarbeitern mit Herzschrittmacher oder ICD stellt sich häufig die Frage der Sicherheit dieser Patienten im betrieblichen Alltag. Insbesondere elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder von Maschinen oder Geräten am Arbeitsplatz können ein Risiko darstellen. Die Einschätzung möglicher Gefahren fällt in der Regel schwer. Auch bei einer einmaligen aufwändigen Vermessung des Arbeitsplatzes bleibt ein Unsicherheitsfaktor, da viele Mitarbeiter an unterschiedlichen Plätzen arbeiten, Maschinen variable Betriebszustände aufweisen oder neue Maschinen hinzukommen. Ein neues tragbares Warngerät bietet hier mehr Sicherheit. Es signalisiert jede Überschreitung der Grenzwerte und gibt dem Benutzer die Möglichkeit, gefährliche Bereiche zu meiden bzw. Mindestabstände zu Strahlungsquellen einzuhalten.

Störbeeinflussung von Herzschrittmachern und ICDs durch elektromagnetische Felder

Die öffentliche Debatte über Elektrosmog dreht sich darum, ob der menschliche Körper durch elektromagnetische Felder (EMF) beeinflusst werden kann. Weil die wissenschaftliche Meinung hierzu noch uneinheitlich

ist, werden in Richtlinien und Unfallverhütungsvorschriften Grenzwerte mit großen Sicherheitsfaktoren festgelegt. Im Falle von Personen mit Herzschrittmachern oder ICDs (intra-cardiale Defibrillatoren, auch kurz „Defis“ genannt) ist die Gefährdung greifbarer. Hier wirken die elektromagnetischen Felder nicht direkt auf den Körper ein, sondern indirekt über das implantierte elektronische Gerät, das über die Elektrode zudem mit einer Antenne ausgestattet ist. Hier geht es also nicht um biologische, sondern um physikalische Effekte. Da sich diese nicht über längere Zeiten aufsummieren, liegen die Grenzwerte für die Störbeeinflussung der aktiven Körperhilfsmittel höher als die für direkte gesundheitliche Gefährdungen (siehe Abschnitt „Rechtliche Situation“).

Die Störbeeinflussung hat ihre Hauptursache in der benötigten Elektrode, die vom eigentlichen Taktgeber zum Herzen führt und ein EKG aufnimmt. Die Risiken gegenüber äußeren Feldern sind physikalisch bedingt und lassen sich auch bei den modernsten Herzschrittmachern nicht vollständig ausschalten.

- ▶ Von außen einwirkende Signale können als herzeigene Impulse fehlgedeutet werden und die erforderliche Stimulation durch den Schrittmacher unterdrücken, obwohl das Herz keinen ausreichenden Eigenrhythmus hat.
- ▶ Äußere Felder können den Herzschrittmacher veranlassen, in den Störbetriebsmodus mit fester Frequenz zu schalten, die für den Träger in der aktuellen Situation zu niedrig sein kann.
- ▶ Störsignale können den Herzschrittmacher daran hindern, den Herzeigenrhythmus zu erkennen, so dass fälschlicherweise eine Anpassung der Stimulationsfrequenz an die Variationen des äußeren Störfeldes erfolgt. Dabei ist insbesondere die Stimulation in der vulnerablen Phase des Herzens (abklingende Eigenaktion) gefährlich.
- ▶ Über die Elektrode eingefangene Ströme können über das Herz fließen und dort eine Gewebeschädigung (z. B. durch eine lokale Erwärmung) herbeiführen.

Fehlfunktionen können beim Träger des Herzschrittmachers zu leichten bis schwerwiegenden Herzrhythmusstörungen führen. Die Folge sind Schwindel und Leistungsschwäche bis hin zu Bewusstlosigkeit. Derartige Zwischenfälle sind aber eher selten. In den meisten Fäl-

(Anzeige)

(Anzeige)

len treten keine für den Patienten wahrnehmbaren Störungen des Herzschrittmachers auf.

Das tatsächliche Risiko hängt von mehreren Faktoren ab:

- ▶ vom Schrittmachertyp (Abschirmung, Schutzschaltungen),
- ▶ von der Elektrode (monopolare Elektroden können leichter Signale einfangen als bipolare),
- ▶ von der Lage der Elektrode (Antennenwirkung),
- ▶ von der eingestellten Empfindlichkeit der EKG-Registrierung (unter anderem abhängig vom Kontakt der Elektrode zum Herzgewebe).

Krankenkassen, Ärzte und Hersteller von Herzschrittmachern weisen auf das Restrisiko der Störbeeinflussung durch äußere Felder hin. Um Unfälle zu vermeiden, empfehlen sie bestimmte Verhaltensregeln im Umgang mit magnetischen und elektrischen Geräten.

Viele Herzschrittmacher-Träger können die Gefahren aber nicht beurteilen oder schränken sich unnötig stark ein.

Gerade im betrieblichen Umfeld führt das Fehlen einer objektiven Risikobeurteilung zu im einen Extrem leichtsinnigem, im anderen Extrem unsicherem und übervorsichtigem Verhalten. Da der Mensch kein Sinnesorgan für elektrische, magnetische oder elektromagnetische Felder hat, die Einschätzung des Arbeitsplatzrisikos aber entscheidende Bedeutung für den Patienten

und das Unternehmen hat, entsteht der Wunsch nach einer sicheren und ständig verfügbaren Bewertung der alltäglichen „unsichtbaren“ Gefahren.

Rechtliche Situation

Die Unfallverhütungsvorschrift „Elektromagnetische Felder“ (BGV B11) regelt den Arbeitsschutz für Bereiche, in denen

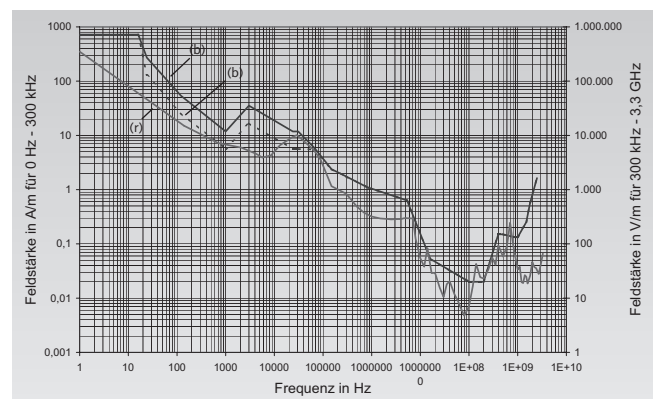


Abbildung 1: Blaue Kurven (b): Frequenzabhängige Grenzwerte für die Störbeeinflussung von Herzschrittmachern, durchgezogen für bipolare Elektroden, gestrichelt für monopolare Elektroden (Daten aus Norm-Entwurf DIN VDE 0848-3-1, Stand: 10/2003). Rote Kurve (r): im Cardioman hinterlegte und gemessene Warnkurve, die zur Erhöhung der Sicherheit zu niedrigeren Feldstärken hin verschoben ist.

(Anzeige)

elektrische, magnetische oder elektromagnetische Felder zum Einsatz kommen. Sie setzt den anerkannten Stand der Technik in Bezug auf die oben genannte Elektromog-Debatte in klare Handlungsanweisungen um. Die Vorschrift betrifft vor allem Betriebe mit Quellen starker Felder. Dazu gehören z. B. starke Elektromagnete und Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren, Mikrowellenanlagen, Induktions- und Lichtbogenöfen, Magnetresonanztomographen, Elektroleitungen, Sendeanlagen für Funk, Fernsehen, Telekommunikation und Radar oder auch Diebstahlsicherungsanlagen.

Genau diese Quellen stellen auch Risiken für Herzschrittmacher- und ICD-Träger dar. Die Vorschrift umgeht aber eine unmittelbare Festlegung in Bezug auf diese Personen. Nach §12 sind besondere Maßnahmen erforderlich, durch die Funktionsstörungen und damit verbundene Schädigungen der Personen verhindert werden. Dabei hat nach §14 der Unternehmer dafür zu sorgen, dass bei diesen Personen individuell über den Einsatz entschieden wird.

Diese Entscheidung erfordert zu allererst die Bewertung des Arbeitsplatzes, wozu auch belastbare Grenzwerte für die Störbeeinflussung benötigt werden. Wie oben dargestellt (siehe Abschnitt „Störbeeinflussung von Herzschrittmachern und ICDs durch elektromagnetische Felder“) hängen die Risiken von mehreren individuellen Faktoren wie der Implantationslage der Elektrode bei dem jeweiligen Patienten ab. Großen Einfluss

haben aber auch die Eigenschaften des elektromagnetischen Feldes, insbesondere die Frequenz und Signalform (Modulationsart) des Feldes. Beispielsweise reagieren Herzschrittmacher besonders empfindlich auf Modulationsfrequenzen, die dem Herzrhythmus ähnlich sind.

Im Norm-Entwurf DIN VDE 0848-3-1 („Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern, Teil 3-1: Schutz von Personen mit aktiven implantierbaren medizinischen Geräten im Frequenzbereich 0 Hz bis 3 GHz“) werden für verschieden modulierte Felder typische Störschwellen bei unterschiedlichen Frequenzen angegeben (siehe die Kurve in Abb. 1). Da die Störschwellen der Herzschrittmacher von Gerät zu Gerät variieren, wurden die Schwellen so gesetzt, dass mehr als 95 % aller zwischen 1995 und 1999 implantiert vorhandenen Geräte bei Feldstärken unterhalb der Schwellwerte nicht gestört werden.

Der Norm-Entwurf liefert somit die benötigten Grenzwerte für den Durchschnitt der Herzschrittmacher oder ICDs, ohne aber auf den Einzelfall einzugehen. Er nimmt zwar keinen direkten Bezug auf das betriebliche Umfeld, schlägt aber vor, frei zugängliche Bereiche, in denen eine Gefährdung für Herzschritt-



Abbildung 2:
Gefahrenkennzeichen
„Herzschrittmacher“

(Anzeige)

macher-Träger auftreten kann, durch Warnhinweise zu kennzeichnen. Es macht auf jeden Fall Sinn, diese Maßnahme auch im Betrieb umzusetzen. Abbildung 2 zeigt das entsprechende Gefahrenkennzeichen.

Es ist also eine Ermittlung der von Anlagen und Maschinen ausgehenden Feldstärken erforderlich. Viele Hersteller weisen in ihren Gebrauchsanweisungen auf die Gefährdung für Herzschrittmacher hin. Bei diesen Geräten sollte auf jeden Fall eine Kennzeichnung erfolgen. Darüber hinaus sollten aber auch andere Bereiche im Unternehmen, in denen sich der Mitarbeiter aufhalten wird, überprüft werden. Hierzu sind dann Messungen erforderlich.

Einmalige Arbeitsplatzbewertung ...

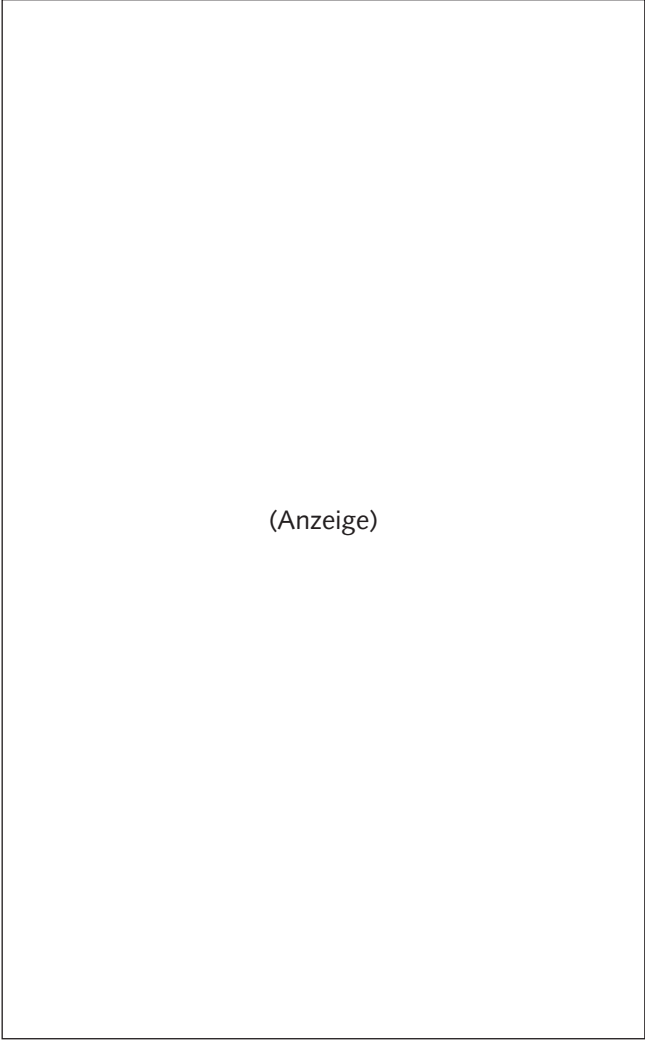
Berufsgenossenschaften und andere Dienstleister bieten die Vor-Ort-Messung durch spezielle Messtrupps mit geeigneten Messgeräten an. Dabei werden die Feldstärken in allen relevanten Frequenzbereichen aufgezeichnet. Idealerweise sollten diese Messungen durch den betroffenen Mitarbeiter sowie den Betriebsarzt oder sogar einen Kardiologen begleitet werden. Durch Auslesen des Schrittmacher-EKGs kann dann unmittelbar überprüft werden, ob nachgewiesene Felder den Herzschrittmacher oder ICD des Mitarbeiters tatsächlich beeinflussen. Auf diese Weise wird die Entscheidung über den Einsatz des Mitarbeiters anhand der individuellen Gefährdungslage unterstützt.

Es versteht sich von selbst, dass diese zeitaufwändigen Messungen zu einem festen Zeitpunkt und auch nur in ausgewählten Unternehmensbereichen durchgeführt werden können. Unvermeidliche Veränderungen im Betrieb (Anschaffung neuer Maschinen, Änderung der Betriebszustände von vorhandenen Maschinen, wechselnde Einsatzorte des Mitarbeiters) können demnach nicht adäquat berücksichtigt werden. Häufig lassen sich bei einer einmaligen Aktion nicht alle möglichen Arbeitsbedingungen vollständig simulieren. Im Zweifel wird man dann dem Mitarbeiter empfehlen, bestimmte Bereiche zu meiden, so dass dessen Mobilität unnötig eingeschränkt wird.

Viel schwerwiegender ist jedoch, dass auch der Mitarbeiter keine eigene Kontrollmöglichkeit hat. Er muss auf die einmalig durchgeführte und möglicherweise schon eine gewisse Zeit zurück liegende Messung vertrauen und wird sich – bewusst oder unbewusst – zusätzlich einschränken. (Aufgrund der bei einer einmaligen Arbeitsplatzvermessung verbleibenden Unsicherheiten ist die häufige Konsequenz, dass der Mitarbeiter nicht gemäß seiner eigentlichen Qualifikation eingesetzt wird.)

... und ständig verfügbare Überprüfung vor Ort

Es spricht einiges dafür, die einmalige Vermessung durch eine wiederholbare oder kontinuierliche und durch den Betrieb durchführbare Überprüfung zu ergänzen. Im Idealfall sollte die Überprüfung sogar durch den Mitarbeiter selbst erfolgen. Dabei muss die Bewer-



tung sicher und an den Grenzwerten des Norm-Entwurfs ausgerichtet sein.

Seit kurzem ist für diesen Zweck ein konsequent an den Kennlinien für Herzschrittmacher und ICDs orientiertes Warngerät verfügbar. Das Warngerät deckt mit sechs integrierten Antennen und vier unterschiedlichen Detektoren den kompletten Frequenzbereich von 0 Hz bis 3 GHz ab. Dieses Gerät namens Cardiomann[®] warnt vor





Quelle: MRC Systems

Abbildung 3: Warngerät Cardioman

allen elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern, die bei Herzschrittmachern oder ICDs eine Störung hervorrufen können. Die Anwesenheit von Störfeldern wird über eine LED-Zeile angezeigt. Im Display wird außerdem die Störfeldstärke relativ zur Grenzwertkurve des Norm-Entwurfs angegeben. Wird ein festgelegter Sicherheitsabstand zur Grenzwertkurve unterschritten, ertönt darüber hinaus eine akustische Warnung.

Durch ein solches Warngerät erhält der Träger eines Herzschrittmachers oder ICDs mehr Sicherheit. Er kann es jederzeit bei sich tragen und erkennt damit gefährliche Anlagen, Maschinen oder Geräte. Da das Warngerät auch dann Gewissheit verschafft, wenn von verdächtigen Maschinen keine Gefahren ausgehen, ermöglicht es eine höhere Mobilität. Damit wird eine kontinuierliche Bewertung des Arbeitsplatzes möglich. Das Warngerät unterstützt die Wiedereingliederung von Mitarbeitern und hilft Unfälle zu vermeiden.

Selbstverständlich kann das Warngerät nicht nur eigenen Mitarbeitern mehr Sicherheit geben, sondern auch bei der Führung von Geschäftspartnern oder Besuchergruppen zum Einsatz kommen.



Bericht über ein aktuelles Einsatzbeispiel

Ein großes Heidelberger Unternehmen der Elektrobranche stand vor der Aufgabe, einen Mitarbeiter mit ICD nach seiner Rehabilitation wieder einzugliedern. Gemeinsam mit dem Betriebsarzt hatte der Vorgesetzte einen neuen Arbeitsplatz ausgewählt, der Qualifikation und körperliche Belastbarkeit des Mitarbeiters berücksichtigen sollte und nach seiner Einschätzung kein Risiko der elektromagnetischen Störbeeinflussung aufwies. Der Betriebsarzt hatte von dem neuen Warngerät gehört und benutzte es, um diesen Arbeitsplatz vorsichtshalber zu überprüfen. Und innerhalb von nur wenigen Minuten wurde festgestellt, dass die Schleifmaschine, an der der ICD-Träger zukünftig arbeiten sollte, offensichtlich nicht richtig abgeschirmt war. Der Arbeitsplatz war ungeeignet. Mit Hilfe des Warngeräts konnte dann in kürzester Zeit ein sicherer Arbeitsplatz gefunden werden. Der Mitarbeiter kann den CardioMan® zukünftig bei sich tragen, um sich auch in anderen Bereichen des Betriebs sicher bewegen zu können.

Fazit

In Deutschland gibt es mehr als 300 000 Menschen mit Herzschrittmachern oder ICDs. Jedes Jahr kommen über 50 000 neue Patienten hinzu. Insbesondere bei ICDs gibt es große Zuwachsraten aufgrund der stetig verbesserten Gerätetechnik und der wachsenden Erfahrung bei einer größeren Zahl von Indikationen. Aus diesem Grund steigt auch die Zahl jüngerer Patienten mit ICDs, die natürlich gemäß ihrer beruflichen Qualifikation weiter arbeiten wollen. Ziel sollte sein, gerade diese jüngeren Patienten unter Berücksichtigung ihrer körperlichen Belastbarkeit im Unternehmen einsetzen zu können und nicht wegen gegebenenfalls vorhandener Quellen elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder zusätzliche überhöhte Einschränkungen in Kauf nehmen zu müssen.

Es sollte nicht unerwähnt bleiben, dass ein Warngerät, das der betroffene Mitarbeiter mit sich tragen kann, keine 100%ige Sicherheit darstellen kann. Zum einen gibt es neben der ohnehin vorhandenen Beeinträchtigung der körperlichen Belastbarkeit noch Störbeeinflussungen, vor denen das Warngerät nicht warnt (z.B. Vibrationen oder Stromschläge). Zum anderen besteht die Möglichkeit, dass der Benutzer die Alarmierung durch den CardioMan® überhört. Dennoch stellt das neue Gerät eine deutliche Verbesserung der bisherigen Situation dar. Es ermöglicht erstmals eine kontinuierliche Bewertung des Arbeitsumfelds und gibt dem Unternehmen und dem Mitarbeiter mehr Freiheit und Sicherheit im betrieblichen Alltag.

Autor

Dipl.-Physiker Dr. **Marcus Götz**
 Geschäftsführer der MRC Systems GmbH
 Hans-Bunte-Straße 10
 69123 Heidelberg