

# 09.26

Lizenziert für Ingo Bömmels.  
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

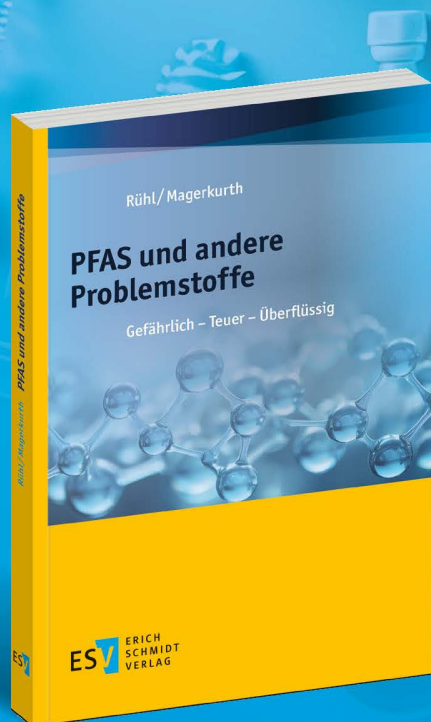
In Kooperation mit:



77. Jahrgang  
September 2026  
ISSN 2199-7330  
1424

[www.SISdigital.de](http://www.SISdigital.de)

## sicher ist sicher



### PFAS in Umwelt, Menschen und der Regulierung

Rühl/Magerkurth

#### PFAS und andere Problemstoffe

Gefährlich – Teuer – Überflüssig

2026, 178 Seiten, mit zahlreichen farbigen Abbildungen

ESV-Online-Book inkl. KI-Chat Jahresabonnement € 25,68\*

– das entspricht € 2,- netto pro Monat,

ISBN 978-3-503-24444-7

eBook PDF € 34,90\*, ISBN 978-3-503-24252-8

Printausgabe € 34,90\*, ISBN 978-3-503-24251-1

\* inkl. gesetzlicher MwSt.



Informationen zum  
ESV-Online-Book:  
[www.ESV.info/24444](http://www.ESV.info/24444)



Informationen zum  
Printwerk und eBook:  
[www.ESV.info/24251](http://www.ESV.info/24251)

Krisenfitness kommunaler  
Verwaltungen 346  
Arbeitsplätze im Freien –  
Windkräfte 352

Elektronische Artikel-  
sicherungssysteme  
im Einzelhandel 355  
Laser sicher betreiben 371

**ESV** ERICH  
SCHMIDT  
VERLAG



© Drazen - stock.adobe.com

CARSTEN ALTEKÖSTER · CORINNA BECKER · INGO BÖMMELS · FLORIAN SOYKA

Vom Problem zur regelkonformen Lösung

# Elektronische Artikelsicherungssysteme im Einzelhandel

Im Nahbereich von Warensicherungssystemen im Einzelhandel kommt es zu teils hoher Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern [1]. Betroffen sind insbesondere akustomagnetische (AM) Artikelsicherungssysteme und hier vor allem die eingesetzten Deaktivatoren. Der vorliegende Beitrag stellt einen technischen Lösungsansatz vor und zeigt, wie bei unverändertem Funktionsumfang eines modifizierten AM-Deaktivators eine signifikante Verringerung der Exposition realisiert werden konnte.

## Einleitung

Elektronische Artikelsicherungssysteme (EAS-Systeme) sind im Einzelhandel eine etablierte und bewährte Maßnahme zur Diebstahlprävention. Während ihre sicherheitstechnische Wirksamkeit unbestritten ist, zeigen zahlreiche Untersuchungen, dass insbesondere akustomagnetische (AM) Deaktivatoren im Kassenbereich relevante Expositionen durch niederfrequente magnetische Felder verursachen können [7]. In erster Linie sind an

Kassenarbeitsplätzen Beschäftigte – mit und ohne Implantate – der Exposition ausgesetzt, während die Allgemeinbevölkerung in der Regel nicht in den direkten Nahbereich der Deaktivatoren gelangt. Anders stellt sich die Situation dar, wenn die Expositionsbedingungen im Bereich von Self-Checkout-Kassen oder bei Schleusenantennen im Eingangsbereich eines Ladenlokals betrachtet werden. Diese Bereiche sind frei zugänglich, so dass keine nennenswerten Unterschiede zwischen

## DIE AUTOR\*INNEN

**Dr. Carsten Alteköster**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Sachgebiet Elektromagnetische Felder, Referat „Erneuerbare Energien: Erzeugung, Speicherung, Transport“, Abteilung „Unfallprävention“ am Institut für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung  
[carsten.altekoester@dguv.de](mailto:carsten.altekoester@dguv.de)

**Corinna Becker**

Referatsleiterin für physikalische Einwirkungen in der Prävention, Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW)  
[c.becker@bghw.de](mailto:c.becker@bghw.de)

**Ingo Bömmels**

Leiter des Sachgebietes Elektromagnetische Felder im Referat „Erneuerbare Energien: Erzeugung, Speicherung, Transport“, Abteilung „Unfallprävention“ am Institut für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung  
[ingo.boemmels@dguv.de](mailto:ingo.boemmels@dguv.de)

den Aufenthaltsbereichen von Beschäftigten und der Allgemeinbevölkerung bestehen.

Grundsätzlich bestehen die gesundheitlichen Wirkungen niederfrequenter Felder (bis 10 MHz) in der Stimulation von Nerven, während bei hochfrequenten Feldern die thermische Erwärmung des Gewebes im Vordergrund steht. Um diese Wirkungen zu vermeiden, werden elektromagnetische Felder begrenzt [2, 3, 4]. Dabei gilt ein Großteil der elektrisch betriebenen Arbeitsmittel hinsichtlich der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern als unkritisch.

In früheren Fachbeiträgen [1, 7] wurde jedoch wiederholt darauf hingewiesen, dass die zur Deaktivierung eingesetzten Frequenzen im Bereich von etwa 500 Hz bis 2 kHz aus Sicht des Arbeitsschutzes kritisch zu bewerten sind. Ursächlich hierfür ist insbesondere, dass in diesem Frequenzbereich vergleichsweise niedrige Auslöseschwellen gelten, wodurch es schneller zu Überschreitungen kommen kann. In den meisten Fällen waren die Magnetfeldstärken so hoch, dass zur Expositionsbewertung unter Heranziehung der geltenden Expositionsgrenzwerte computergestützte Berechnungen der im menschlichen Körper induzierten Felder (numerische Simulationen) erforderlich waren. Zwar ist dieses Vorgehen grundsätzlich zulässig, nach praktischer Erfahrung stellt es jedoch eher die Ausnahme dar und wird üblicherweise nur bei sehr starken Feldquellen als letztes Mittel eingesetzt, wenn andere Maßnahmen zur Reduktion der Feldstärke ausgeschöpft sind. Unsere Bewertung der numerischen Simulationen zeigte, dass viele AM-Deaktivatoren nur mit leistungsreduzierten Deaktivierungsimpulsen, verbunden mit einem erforderlichen Sicherheitsabstand, regelkonform betrieben werden können.

Werden Expositionsgrenzwerte von solchen Geräten vollständig ausgenutzt, können bereits geringfügige Änderungen – etwa der Einbauposition des Deaktivators oder die genaue Handposition während der Bedienung – maßgeblichen Einfluss auf das Bewertungsergebnis haben. Besonders problematisch wird die Situation, wenn im Rahmen der Expositionsbewertung eine großzügige Interpretation der einschlägigen Regelwerke durch den Hersteller erfolgt. Vor diesem Hintergrund liegt selbst für Fachfremde der Schluss nahe, dass solche Systeme kritisch zu hinterfragen sind.

Hinzu kommt, dass es sich bei AM-Deaktivatoren nicht um Arbeitsmittel handelt, die aufgrund hoher Emissionen in kontrollierten oder abgeschirmten Bereichen betrieben werden. Vielmehr werden sie im Einzelhandel eingesetzt und sind teilweise auch an Selbstbedienungskassen frei zugänglich – sowohl für Beschäftigte als auch für Kundinnen und Kunden.

Angesichts dieser Situation drängen die Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW) und das Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) seit langem auf eine technische Lösung auf Herstellerseite. Mit fachlicher Unterstützung des IFA sowie der BGHW hat als erster Hersteller die TALA GmbH [6] die geäußerten Arbeitsschutzbedenken aufgegriffen und einen neuen Deaktivator (AM-LE-Pad) vorgestellt, bei dessen Entwicklung die konsequente Berücksichtigung der Anforderungen des Arbeitsschutzes eine hervorgehobene Rolle spielte. Durch konstruktive Maßnahmen konnte die Exposition deutlich in den zulässigen Bereich verschoben werden, ohne Einschränkungen bei der Funktionalität oder der betrieblichen Anwendung in Kauf nehmen zu müssen.

**Regelbasierte Bewertung elektromagnetischer Felder**

Wie bereits in *sicher ist sicher*, Ausgabe 7–8/2020 [1] dargestellt, dient zur Bewertung elektromagnetischer Felder am Arbeitsplatz die Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder (EMFV) [2]. Entscheidend sind dabei die frequenzabhängigen Expositionsgrenzwerte, die im menschlichen Körper nicht überschritten werden dürfen.

Da eine direkte Bewertung anhand dieser Expositionsgrenzwerte in der Regel mit einem erheblichen Aufwand verbunden ist und häufig numerische Simulationen erfordert, hat der Regelsetzer bewusst eine vereinfachte Bewertungsmethodik in das Regelwerk integriert. Aus den Expositionsgrenzwerten wurden sogenannte Auslöseschwellen abgeleitet, die sich auf messbare elektrische beziehungsweise magnetische Feldgrößen außerhalb des Körpers beziehen. Werden diese Auslöseschwellen eingehalten, gilt, dass die entsprechenden Expositionsgrenzwerte im Körper sicher eingehalten sind.

Für die besondere Personengruppe der Implantatträger gelten darüber hinaus spezifische Schwellenwerte nach den Technischen Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern (TREMf) [3]. Bei deren Einhaltung kann eine Beeinflussung aktiver oder passiver Implantate ausgeschlossen werden. Zudem wird im oben aufgeführten Fachartikel die EU-Ratsempfehlung von 1999 [4] – hier als EU 1999 bezeichnet – als Bewertungsgrundlage für die Allgemeinbevölkerung angeführt.

Im Regelfall lassen sich elektromagnetische Felder von Geräten, Maschinen oder Anlagen anhand der Auslöseschwellen gemäß EMFV [2] sowie der Schwellenwerte nach TREMF bewerten. In der betrieblichen Praxis ist diese Vorgehensweise in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle ausreichend. Eine Bewertung auf Grundlage der

Expositionsgrenzwerte unter Einsatz numerischer Simulationen ist erfahrungsgemäß nur bei Anlagen mit besonders hohen Feldstärken erforderlich.

Einfluss der Deaktivierungsfrequenz am AM-Deaktivator

Bislang am Markt vorhandene AM-Deaktivatoren arbeiten typischerweise mit Deaktivierungsfrequenzen im Bereich von 500 Hz bis 2 kHz. Wird die Deaktivierungsfrequenz jedoch reduziert, beispielsweise auf 50 Hz, zeigt sich ein deutlicher Bewertungsunterschied: In dem höheren Frequenzbereich zwischen 500 Hz und 2 kHz liegen sowohl die Auslöseschwellen nach EMFV als auch die Schwellenwerte für Implantatträger wesentlich niedriger als im Bereich von 50 Hz. Die nachfolgende Tabelle 1 stellt die frequenzabhängigen Auslöseschwellen, Schwellenwerte und Referenzwerte gegenüber.

Darüber hinaus veranschaulichen die Pfeile über der Tabelle 1 mehrere Faktoren, durch die sich Auslöseschwellen, Schwellenwerte und Referenzwerte mit der Frequenz ändern. So ist beispielsweise eine deutliche Erhöhung der Auslöseschwelle für Gliedmaßen bei einer Reduzierung der Frequenz von 2000 Hz auf 50 Hz zu erkennen: Die Auslöseschwelle steigt hierbei um den Faktor 40.

Eine Absenkung der Deaktivierungsfrequenz bietet somit aus arbeitsschutzrechtlicher Sicht den Vorteil, dass deutlich höhere magnetische Feldstärken zulässig sind. Gleichzeitig stellt sich jedoch die zentrale Frage, ob ein Deaktivator mit einer derart reduzierten Frequenz die Einweg-Sicherungsetiketten weiterhin zuverlässig deaktivieren kann und damit Arbeitsschutzbelangen und betrieblichen Interessen gleichermaßen entspricht. Im Grundprinzip wird ein Sicherungsetikett durch Entmagnetisierung seines magnetischen Streifens deaktiviert. Entsprechende Entmagnetisierungssysteme mit einer Frequenz von 50 Hz sind aus dem industriellen Umfeld bekannt und am Markt etabliert, so dass dieser Ansatz technisch nicht unbegründet ist.

Im Ergebnis konnte ein Deaktivator realisiert werden, der nach Angaben des Herstellers den vorgesehenen Funktionsumfang vollständig abdeckt und eine zuverlässige Deaktivierung der Sicherungsetiketten trotz reduzierter Deaktivierungsfrequenz gewährleistet.

Vergleich von drei AM-Deaktivatoren mit unterschiedlichen Deaktivierungsfrequenzen

Im nachfolgenden Diagramm 1 sind die maximal gemessenen Magnetfeldstärken – dargestellt als magnetische Flussdichte in mT – von drei

Warum hat die Frequenz einen so großen Einfluss auf die Auslöseschwellen?

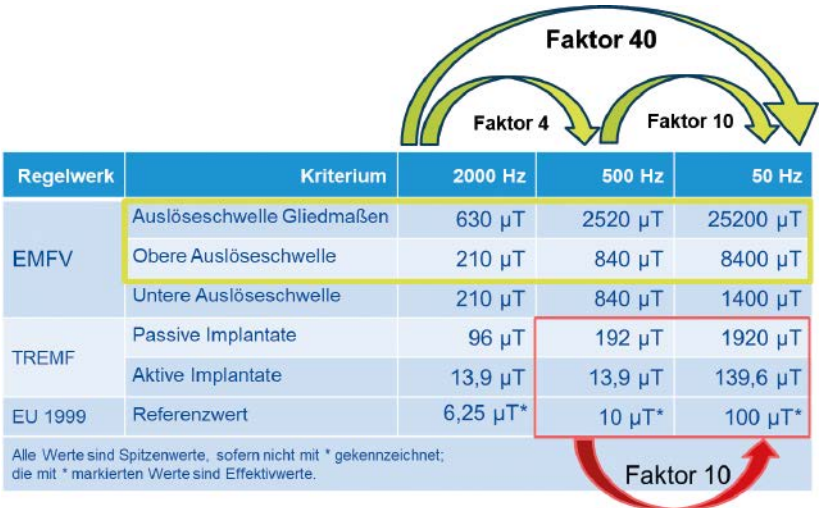
Der starke Einfluss der Frequenz auf die Auslöseschwellen ist im Wesentlichen eine Folge der physikalischen Gesetzmäßigkeiten der elektromagnetischen Induktion. Nach dem Induktionsgesetz ist die im menschlichen Körper bzw. in leitfähigen Strukturen induzierte elektrische Feldstärke proportional zur zeitlichen Änderung des magnetischen Flusses und damit direkt proportional zur Frequenz  $f$  des magnetischen Wechselfeldes. Mit steigender Frequenz nimmt folglich die Stärke der induzierten Ströme zu, selbst wenn die magnetische Feldstärke unverändert bleibt. Da die Expositionsgrenzwerte der EMFV auf biologisch wirksamen Größen wie den im Körper induzierten elektrischen Feldern beziehungsweise Stromdichten basieren, müssen bei höheren Frequenzen entsprechend niedrigere magnetische Feldstärken zugelassen werden. Umgekehrt führt eine Absenkung der Frequenz zu geringeren induzierten Feldern und Strömen, so dass höhere magnetische Feldstärken zulässig sind. Dieses frequenzabhängige Induktionsverhalten bildet somit die physikalische Grundlage für die deutlich unterschiedlichen Auslöseschwellen. Weiterführende Informationen zu den physikalischen Grundlagen, insbesondere zur Wirkung magnetischer Felder auf das Nervensystem, finden sich im Fachartikel: Wie magnetische Felder das Nervensystem beeinflussen und was das für den Arbeitsschutz bedeutet [5]. Mit steigender Frequenz nehmen die im Körper induzierten elektrischen Feldstärken bzw. Stromdichten zu. Daher sinken die zulässigen Auslöseschwellen bei hohen Frequenzen und steigen bei niedrigen Frequenzen.

DIE AUTOR\*INNEN



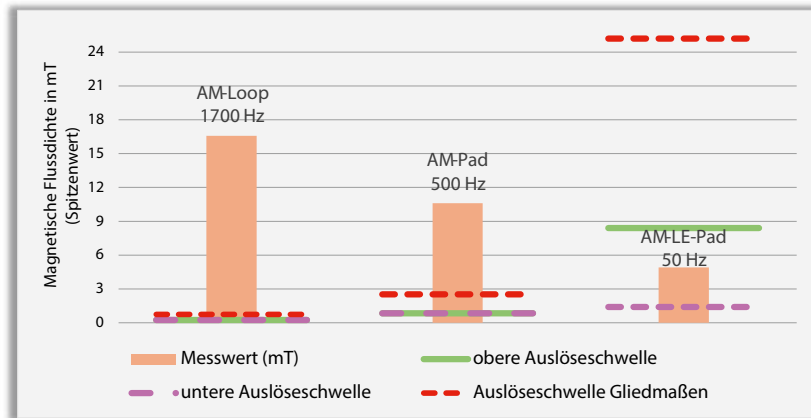
Dr. Florian Soyka  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Sachgebiet Elektromagnetische Felder, Referat „Erneuerbare Energien: Erzeugung, Speicherung, Transport“, Abteilung „Unfallprävention“ am Institut für Arbeitsschutz (IfA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung  
Florian.Soyka@dguv.de

AM-Deaktivatoren (AM-Loop<sup>1</sup> (1700 Hz), AM-Pad<sup>2</sup> (500 Hz) und AM-LE-Pad (50 Hz)) den jeweils relevanten Auslöseschwellen gegenübergestellt. Die maximalen Feldstärken (Spitzenwerte) wurden jeweils zentriert über dem Deaktivator in einem Abstand von 6 cm zwischen Sondenmittelpunkt



Tab. 1: Übersicht relevanter Auslöseschwellen sowie Schwellen- und Referenzwerte in Bezug auf die Deaktivierungsfrequenz von AM-Deaktivatoren

<sup>1</sup> „Loop“ bezeichnet eine meist rechteckige Spule, die um das Gehäuse des Barcodescanners geführt ist.  
<sup>2</sup> „Pad“ bezeichnet ein flaches, plattenförmiges Gehäuse mit integrierter Spule, meist mit Eisenkern.



**Diagramm 1:** Vergleich der magnetischen Flussdichten (Spitzenwerte) von drei AM-Deaktivatoren während des Deaktivierungsvorgangs in Relation zu den jeweiligen Auslöseschwellen gemäß EMFV

und Deaktivatoroberfläche mit einer isotropen 100 cm<sup>2</sup> Mess-Sonde ermittelt. Dabei wurde der Deaktivator bei 100% Leistung des Deaktivierungsimpulses betrieben.

Das Diagramm 1 zeigt deutlich, dass die Auslöseschwellen bei einer Frequenz von 50 Hz erheblich höher liegen als bei 500 Hz und insbesondere bei 1700 Hz. Bei den Systemen AM-Loop und AM-Pad werden sämtliche betrachteten Auslöseschwellen überschritten. Selbst eine Reduzierung der Geräteleistung führt dabei nicht zur Einhaltung der Auslöseschwellen. Dies hat zur Folge, dass für diese Systeme eine Überprüfung der Einhaltung der Expositionsgrenzwerte erforderlich ist. Ohne einen entsprechenden Nachweis der Grenzwerteinhaltung ist ein Arbeiten in unmittelbarer Nähe dieser Geräte nicht zulässig.

Im Gegensatz dazu werden beim AM-LE-Pad weder die obere Auslöseschwelle noch die Auslöseschwelle für die Gliedmaßen überschritten; vielmehr bestehen hier deutliche Sicherheitsreserven. Lediglich die untere Auslöseschwelle wird überschritten. Diese dient im Wesentlichen dem Schutz vor sensorischen Wirkungen beim Menschen und bezieht sich auf das zentrale Nervensystem im Kopf und die Netzhaut des Auges sowie dem Rumpf. Diese Bereiche des Körpers befinden sich im normalen Betriebszustand der Anlage jedoch in deutlich größerem Abstand zum Deaktivator als die hier betrachteten 6 cm. Weiterhin ist eine kurzzeitige Überschreitung der unteren Auslöseschwelle nach vorangegangener Unterweisung zulässig.

Zusammenfassend bedeutet dies, dass beim Betrieb des AM-LE-Pads während des Deaktivierens Gliedmaßen wie Hände oder Arme auf dem Deaktivator aufgelegt werden können und sich der übrige Körper in unmittelbarer Nähe aufhalten darf. Ausschließlich die Überschreitung der unteren Auslöseschwelle erfordert einen Mindestabstand des Kopfes und Rumpfes von 16 cm,

der im bestimmungsgemäßen Normalbetrieb der Anlage sicher eingehalten wird. Darüber hinaus bestehen bei diesem System deutliche Reserven: So wäre beispielsweise eine Vervielfachung der Flussdichte um den Faktor 5 im Hinblick auf die Auslöseschwelle für Gliedmaßen sowie um den Faktor 1,7 bezogen auf die obere Auslöseschwelle weiterhin zulässig (unter Beachtung von größeren Mindestabständen des Kopfes).

Alle drei untersuchten Systeme dienen physikalisch derselben Funktion, der Entmagnetisierung eines Magnetstreifens. Der AM-LE-Pad-Deaktivator arbeitet dabei mit einer magnetischen Flussdichte von ca. 5 mT, während die Flussdichte beim AM-Pad etwa um den Faktor zwei und beim AM-Loop um den Faktor drei höher ist.

### Welche Sicherheitsabstände sind erforderlich?

Zur Beantwortung der Frage nach den erforderlichen Sicherheitsabständen wurden jene Abstände zu den jeweiligen Deaktivatoren ermittelt, bei denen die Auslöseschwellen, Schwellenwerte für aktive und passive Implantate und Referenzwerte für die Allgemeinbevölkerung (Kunden) sicher eingehalten werden (siehe Tabelle 2).

Die Hersteller am Markt etablierter AM-Deaktivatoren weisen üblicherweise darauf hin, dass ein unmittelbarer Vergleich ihrer Geräte mit Auslöseschwellen nur eingeschränkt möglich ist, da die Bewertung herstellerseitig in der Regel anhand von Expositionsgrenzwerten vorgenommen wird, aus denen spezifische Sicherheitsabstände abgeleitet werden. Diese Sicherheitsabstände sind in der Regel etwas geringer als die aus den Auslöseschwellen abgeleiteten Sicherheitsabstände. Grund dafür ist, dass der in den Auslöseschwellen enthaltene Sicherheitsfaktor bei dieser Bewertungsmethode nicht berücksichtigt wird. Mit seiner Berücksichtigung würden sich größere Sicherheitsabstände ergeben. Folglich würden sich bei einer numerischen Simulation des AM-LE-Pads unter Anwendung desselben Ansatzes die nachfolgend aufgeführten Abstände ebenfalls reduzieren.

Im Rahmen der vorliegenden Betrachtung wird bewusst ein einheitlicher und objektiver Vergleich vorgenommen. Obwohl die Hersteller eine Bewertung anhand von Auslöseschwellen vermeiden, kann unter der Annahme typischer Größen und Geometrien der Deaktivatorspulen eine Korrelation zwischen der Ausschöpfung der Auslöseschwellen und der Ausschöpfung der Expositionsgrenzwerte (EGW) hergestellt werden. Damit ist das gewählte Vorgehen methodisch nachvollziehbar und sinnvoll.

Grundlage hierfür sind für alle drei Geräte identische Bewertungsmaßstäbe gemäß den zuvor genannten Auslöseschwellen, Schwellenwer-

| Regelwerk | Kriterium                 | AM-Loop<br>(f = 1700 Hz) |                   | AM-Pad<br>(f = 500 Hz) |                   | AM-LE-PAD<br>(f = 50 Hz) |                   |
|-----------|---------------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
|           |                           | Spitzenwert              | Eingehalten<br>ab | Spitzenwert            | Eingehalten<br>ab | Spitzenwert              | Eingehalten<br>ab |
| EMFV      | Untere Auslöseschwelle    | 247 µT                   | 60 cm             | 840 µT                 | 30 cm             | 1400 µT                  | 16 cm             |
|           | Obere Auslöseschwelle     | 247 µT                   | 60 cm             | 840 µT                 | 30 cm             | 8400 µT                  | 0 cm              |
|           | Auslöseschwelle Gliedmaße | 741 µT                   | 42 cm             | 2520 µT                | 18 cm             | 25200 µT                 | 0 cm              |
| TREM      | Passive Implantate        | 96 µT                    | 0,8 m             | 192 µT                 | 41 cm             | 1920 µT                  | 13 cm             |
|           | Aktive Implantate         | 11,7 µT                  | 1,6 m             | 13,9 µT                | 45 cm             | 139 µT                   | 37 cm             |
| EU 1999   | Referenzwert              | 8,8 µT*                  | 1,7 m             | 14,1 µT*               | 45 cm             | 141 µT*                  | 37 cm             |

\* Der Referenzwert ist als Effektivwert angegeben und wurde hier mittels  $\sqrt{2}$  auf den Spitzenwert nur für einen direkten Vergleich umgerechnet (vgl. [4] Tabelle 1 – Hinweis Nr. 4).

**Tab. 2:** Übersicht der Sicherheitsabstände zur Einhaltung relevanter Auslöseschwellen, Schwellenwerten und Referenzwerten

ten und Referenzwerten für die Allgemeinbevölkerung. Dadurch wird eine unmittelbar vergleichbare und nachvollziehbare sicherheitstechnische Bewertung ermöglicht.

### Bewertung und Schlussfolgerung

Der Vergleich zeigt deutlich, dass beim Betrieb des **AM-LE-PAD** in einer klassischen Kassenanordnung die geforderten Sicherheitsabstände zuverlässig eingehalten werden können. Für Beschäftigte ohne Implantat bestehen – abgesehen von dem oben erläuterten Sicherheitsabstand von 16 cm zwischen dem AM-LE-PAD und dem Kopf/Rumpf – keine Einschränkungen. Auch der erforderliche Abstand von 37 cm zum Mittelpunkt des Deaktivators wird von Kundinnen und Kunden im üblichen Betriebsablauf unter Berücksichtigung der Kassenaufbauten eingehalten.

Auch für beschäftigte Personen mit **aktiven Implantaten**, beispielsweise Personen mit Herzschrittmacher, ist der erforderliche Mindestabstand von 37 cm zwischen Implantat und Mittelpunkt des Deaktivators praxisgerecht umsetzbar. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, den erforderlichen Abstand im Rahmen einer individuellen Gefährdungsbeurteilung unter Berücksichtigung der konkreten Einbausituation gegebenenfalls weiter zu reduzieren.

Durch den Wechsel der Deaktivierungsfrequenz auf 50 Hz beim AM-LE-PAD werden die erforderlichen Abstände zur Einhaltung der Auslöseschwellen insgesamt in einen praxistauglichen Bereich verschoben. Aus Sicht des Arbeitsschutzes kann das Gerät ohne das Erfordernis einer aufwändigen Bewertung auf Grundlage der Expositionsgrenzwerte unter Umsetzung geeigneter organisatorischer und technischer Maßnahmen sicher betrieben werden.

Demgegenüber sind die für das AM-Pad und den AM-Loop ermittelten Abstände zur Einhaltung der Auslöseschwellen so groß, dass für einen praxistauglichen Einsatz dieser Systeme ein Nachweis der Einhaltung der Expositionsgrenzwerte unumgänglich ist.

### Was muss beachtet werden, wenn AM-Deaktivatoren mit einer Deaktivierungsfrequenz im Bereich von 500 Hz bis 2000 Hz weiterbetrieben werden sollen

Sollen konventionelle AM-Deaktivatoren mit einer Deaktivierungsfrequenz im Bereich von 500 Hz bis 2000 Hz weiterhin betrieben werden, erfordert dies weitreichende Maßnahmen. Die Bewertung dieser Systeme anhand der Auslöseschwellen führt in aller Regel nicht zum Ziel, da die relevanten Kriterien überschritten werden und im Ergebnis zu große Sicherheitsabstände eingehalten werden müssten. Aus diesem Grund ist eine Bewertung auf Grundlage der Expositionsgrenzwerte erforderlich.

Dieser Nachweis muss:

- ▶ **gerätetypbezogen** erfolgen (Typenbezeichnung des Controllers sowie des Spulensystems),
- ▶ die konkrete Einbausituation und Expositionssituation realitätsnah abbilden (z.B. Einbauhöhe, Einbaulage und genaue Positionen der Beschäftigten (Worst-Case-Betrachtung),
- ▶ und auf einer **belastbaren numerischen Feldsimulation** oder gleichwertigen Bewertung inklusive einer Unsicherheitsbetrachtung beruhen.

Besonders zu beachten ist, dass die in der Simulation zugrunde gelegte Körperposition mit der tatsächlichen Arbeitsposition der beschäftigten Personen übereinstimmt. Bereits Abweichungen im Zentimeterbereich können entscheidenden Einfluss auf das Bewertungsergebnis haben.

Werden im Rahmen der Simulation erforderliche Sicherheitsabstände ermittelt, ist der Betreiber verpflichtet, sicherzustellen, dass diese Abstände im realen Betrieb verlässlich eingehalten werden.

### Technische und bauliche Maßnahmen:

Als mögliche Maßnahmen kommen in Betracht:

- ▶ **Technische Maßnahmen**  
z.B. Reduzierung der Amplitude des Deaktivierungsimpulses (Absenkung der Feldstärke um einen geeigneten Faktor).

- Bauliche Maßnahmen  
z. B. feste Abstandhalter oder bauliche Trennungen.

Diese Maßnahmen sind jedoch häufig kostenintensiv und in der Praxis meist nicht zielführend.

### AM-Pad-Systeme

Nach heutigem Kenntnisstand ist bei den meisten AM-Deaktivatoren mit einer Deaktivierungsfrequenz von etwa 500 Hz (AM-Pad-Systeme) eine Absenkung der Deaktivierungsleistung technisch möglich, so dass keine oder nur sehr kleine zusätzliche Sicherheitsabstände am Deaktivator erforderlich werden. Für die vom IFA und der BGHW untersuchten Systeme ist eine Reduzierung der Deaktivierungsleistung auf etwa 35 % erforderlich. Ist diese Reduzierung nicht realisierbar, sollte ein Austausch des Deaktivators in Betracht gezogen werden.

### AM-Loop-Deaktivatoren

AM-Loop-Deaktivatoren weisen während des Deaktivierungsvorgangs eine sehr hohe magnetische Feldstärke auf. Um die Anforderungen einzuhalten, wäre eine Reduzierung der Deaktivierungsleistung auf 10–20 % erforderlich. In diesem Leistungsbereich verlieren die Systeme jedoch in der Regel ihre funktionale Wirksamkeit. Als zielführende Maßnahme wird daher der Austausch von AM-Loop-Deaktivatoren durch alternative Systeme (z. B. AM-LE-Pad oder AM-Pad) empfohlen.

Ergänzend zu den gerätebezogenen Maßnahmen sind weitere zwingend umzusetzende Maßnahmen erforderlich, die der Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der EMFV dienen.

Unabhängig von der gewählten technischen Lösung sind folgende organisatorische und sicherheitstechnische Maßnahmen erforderlich:

- Erstellung einer **Gefährdungsbeurteilung** gemäß EMFV
- Einhaltung der erforderlichen **Abstände für Beschäftigte**
- Einhaltung der erforderlichen **Abstände für Implantatträger**
- **Kennzeichnung** des Systems in geeigneter Form
- **Unterweisung der Beschäftigten** über mögliche Gefährdungen und Schutzmaßnahmen
- Einhaltung der **Abstände für die Allgemeinbevölkerung gemäß EU1999**

### Anforderungen beim Einsatz des AM-LE-PAD

Im Gegensatz zu den anderen Deaktivatoren können beim Arbeiten mit dem AM-LE-PAD die Hände und Unterarme der beschäftigten Person ohne Einschränkungen im unmittelbaren Arbeitsbereich verbleiben. Ein Mindestabstand von

16 cm zwischen Deaktivator und Kopf/Rumpf ist einzuhalten. Dieser Abstand lässt sich bei der üblichen Arbeitsposition sicher und zuverlässig umsetzen. In der Praxis ist insbesondere der Abstand zwischen Deaktivator und Kundinnen bzw. Kunden durch den Kassenaufbau in der Regel bereits gewährleistet. Lediglich der erforderliche Abstand für Beschäftigte mit Implantat ist organisatorisch sicherzustellen.

Es sind die gleichen organisatorischen und sicherheitstechnischen Maßnahmen erforderlich wie die zuvor beschriebenen. Diese lassen sich beim Einsatz des AM-LE-PAD jedoch deutlich einfacher und praxisgerecht umsetzen.

### Betreiberverantwortung

Der Betreiber trägt die Verantwortung dafür, dass die eingesetzten Systeme sicher betrieben werden und keine Personengruppe, insbesondere Personen mit aktiven oder passiven Implantaten, unzulässig exponiert wird.

Das IFA als Forschungsinstitut der gesetzlichen Unfallversicherung mit regelmäßigem Bezug zur Arbeitsschutzpraxis nimmt wahr, dass viele Betreiber verunsichert sind. Grund dafür ist, dass Hersteller und Arbeitsschutzstellen teils unterschiedliche Auffassungen zu den Bedingungen für einen sicheren Betrieb der Systeme vertreten. Dadurch fehlt den Betreibern häufig eine eindeutige Handlungsgrundlage. Ursache für die unterschiedlichen Bewertungen sind insbesondere die verschiedenen Zielsetzungen und Interessenlagen, die zu abweichenden Auslegungen der maßgeblichen Anforderungen führen.

Wie oben beschrieben, muss dem Betreiber jedoch klar sein: Kann ein Arbeitsmittel ausschließlich durch eine Bewertung anhand der Expositionsgrenzwerte beurteilt werden, liegt eine besondere EMF-Exposition vor. Viele andere Arbeitsmittel erfordern diese spezielle Bewertungsmethodik hingegen nicht und können anhand der Auslöseschwellen bewertet werden.

Zudem sollte dem Betreiber bewusst sein, dass besondere Arbeitsmittel wie beispielsweise AM-Deaktivatoren nicht in streng kontrollierten Arbeitsbereichen mit gut unterwiesenen Beschäftigten eingesetzt werden, sondern häufig in öffentlichen und frei zugänglichen Bereichen betrieben werden.

Auch daraus ergibt sich offensichtlich, dass in solchen Fällen eine besondere Sorgfaltspflicht erforderlich ist. Bei sehr starken Feldquellen sind daher stets besondere und gegebenenfalls auch aufwändigere Schutzmaßnahmen notwendig.

### Fazit

Der Einsatz des neuen 50 Hz AM-LE-PAD führt zu einer deutlich reduzierten Magnetfeldexposition am Kassenarbeitsplatz. Dadurch ergeben sich re-

alistische Mindestabstände, die im praktischen Kassenbetrieb tatsächlich eingehalten werden können. Gleichzeitig reduziert sich der notwendige Maßnahmenaufwand erheblich.

Die Bewertung kann auf Basis der Auslöschwellen erfolgen, da die auftretenden Immis-sionen die jeweiligen Auslöschwellen lediglich etwa zur Hälfte ausschöpfen. Eine weitergehen-de, aufwändige Expositions-bewertung ist somit in der Regel nicht erforderlich.

Mit dem AM-LE-PAD verbessern sich zudem die Einsatzmöglichkeiten von Beschäftigten mit Im-plantaten deutlich. Beschäftigte mit Herzschritt-machern oder implantierbaren Kardioverter-De-fibrillatoren (ICD) können an Kassenarbeitsplätzen tätig sein, ohne dass pauschale Ausschlüsse notwendig sind. Die geringen erforderlichen Abstände für Implantatträger machen die Expo-sitionssituation gut beherrschbar. Bei Einhaltung dieser Abstände kann eine Störbeeinflussung der Implantate sicher ausgeschlossen werden.

Abschließend ist festzuhalten, dass die Ge-fährdungsbeurteilung bereits auf Basis der Un-terschreitung relevanter Schwellenwerte durch-geführt werden kann, ohne auf numerische Simulationen oder komplexe Berechnungen zu-rückgreifen zu müssen.

Vor diesem Hintergrund wird aus Sicht des Ar-beitsschutzes der Einsatz des 50 Hz AM-LE-PAD ausdrücklich empfohlen. Zudem besteht die Möglichkeit, auf ein elektronisches Warensiche-rungssystem mit dem Radiofrequenzverfahren (RF) auszuweichen [1].

### Ausblick

Auch wenn sich der Einsatz des AM-LE-PAD aus Sicht des Arbeitsschutzes grundsätzlich als trag-fähige Lösung abzeichnet, sind weiterhin zwei kritische Aspekte zu berücksichtigen.

Zum einen ist festzustellen, dass die ma-gnetischen Expositionen im Nahbereich von AM-Schleusenantennen teilweise zu hoch sind und zu Überschreitungen zulässiger Werte füh-ren können [8]. Für den Arbeitsschutz besteht hier grundsätzlich die Möglichkeit, diesen Sach-verhalt durch geeignete organisatorische Maß-nahmen (z. B. Zugangsregelungen, Arbeitsplatz-gestaltung, Unterweisungen) zu beherrschen.

Für die Allgemeinbevölkerung steht diese Mög-lichkeit jedoch nicht zur Verfügung. Vor diesem Hintergrund bleibt abzuwarten, wie die zustän-digen Ministerien und Behörden diese Exposition bewerten und welche weitergehenden Anfor-de-rungen oder Handlungsempfehlungen sich dar-aus ergeben.

Ein weiterer relevanter Aspekt ist die zuneh-mende Verbreitung von Selbstbedienungskas-sen, die ebenfalls mit AM-Deaktivatoren ausge-stattet sind. In diesen Anwendungsfällen be-findet sich die Allgemeinbevölkerung häufig in unmittelbarer Nähe (teilweise nur wenige Zenti-meter) zum Deaktivatorsystem. Auch hier ergibt sich ein erhöhter Handlungsbedarf.

Es besteht die berechnete Erwartung, dass künftig technische Maßnahmen entwickelt und eingesetzt werden, die die Einhaltung der erfor-derlichen Mindestabstände zuverlässig sicher-stellen, ohne den bestimmungsgemäßen Betrieb der Systeme einzuschränken. ■

### LITERATUR

- [1] Alteköster C., Becker C., Bömmels I., Jeschke P., Schiessl K. – Bewertung elektronischer Artikelsicherungssysteme im Einzelhandel – Sicher ist sicher 2020.07/08: Seiten 323–329
- [2] Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern (EMFV) vom 15. November 2016 (BGBl. I S. 2531), die durch Artikel 2 der Verordnung vom 30. April 2019 (BGBl. I S. 554) geändert worden ist
- [3] Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu elek-tromagnetischen Feldern (TREM-F, bestehend aus drei Teilen: Niederfrequenz, Hochfrequenz und Magnetreso-nanzverfahren), Januar 2023
- [4] Empfehlung 1999/519/EG des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz–300 GHz) (ABl. L 199 S. 59)
- [5] Soyka, F.; Werner, S.; Alteköster, C.; Bömmels, I. – Wie magnetische Felder das Nervensystem beeinflussen und was das für den Arbeitsschutz bedeutet – Umweltmed – Hygiene – Arbeitsmed 25 (6) 2020  
Download: <https://www.dguv.de/medien/ifa/de/akt/pdf/magnetfelder-und-arbeitsschutz.pdf>
- [6] TALA GmbH & Co. KG Security Products,  
<https://www.tala-tsp.com/>
- [7] FBHL-011: Einsatz elektronischer Artikelsicherungs-systeme im Handel | DGUV Publikationen
- [8] Electric field strengths and current densities induced inside the body due to exposure to electronic article surveillance (EAS) system antennas compared to ICNIRP's exposure limits