Abschirmtüren für NEMP-abgeschirmte Räume

Autor(en): **Arnold, M.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **73 (1982)**

Heft 9

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-904958

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Abschirmtüren für NEMP-abgeschirmte Räume

M. Arnold

623.454.8:537.8;

Gegen den NEMP zu schützende Anlagen erfordern den Einsatz von Abschirmeinrichtungen. Dabei bilden die Türen einen wichtigen Bestandteil. Die harten Bedingungen erfordern sorgfältig durchdachte Massnahmen. Im folgenden wird eine neu entwickelte Türe beschrieben, die den gestellten Forderungen entspricht.

Les installations à protéger contre les impulsions électromagnétiques dues à une explosion nucléaire doivent être rigoureusement blindées, notamment leurs portes, ce qui nécessite des dispositions soigneusement conçues. On décrit une nouvelle porte qui satisfait aux sévères exigences.

1. Das Phänomen des NEMP

Bei der Explosion von nuklearen Waffen tritt neben den allgemein bekannten Erscheinungen wie Lichtblitz, Hitzestrahlung, Druckwelle, Radioaktivität usw. auch ein extrem starker elektromagnetischer Impuls (Nuclear Electro-Magnetic Pulse NEMP) auf. Der Ursprung dieses Phänomens liegt in der bei der Explosion frei werdenden intensiven Gammastrahlung [1; 2]. Diese bewirkt eine Ladungstrennung der Luftmoleküle in Elektronen und Ionen. Die frei werdenden Elektronen entfernen sich mit hoher Geschwindigkeit und prallen dabei mit Luftmolekülen zusammen. Dadurch werden weitere Elektronen freigeschlagen. Diese sog. Sekundärelektronen bewegen sich vom Zentrum der Explosion nach aussen und ionisieren die Luft, die leitend wird.

Je nach Kaliber und Explosionsart – d.h. ob es sich um eine Explosion in grosser Höhe oder in Bodennähe handelt – werden starke elektrische und magnetische Felder aufgebaut. Diese wirken nach dem Prinzip des Induktionsgesetzes auf elektrische und elektronische Anlagen. Die dabei induzierten Spannungen (bis ca. 100 kV/m) können äusserst hohe Werte erreichen, so dass die angeschlossenen elektrischen Komponenten wie Induktivitäten, Halbleiter usw. je nach ihrer Empfindlichkeit zerstört werden.

Grundsätzlich sind alle elektrischen Systeme einer Gefährdung durch den NEMP ausgesetzt. Sind sie nicht geschützt, so ist mit irreparablen Schäden zu rechnen. Besonders gefährdet sind elektronische Komponenten, also Telefon-, Funk- und Datenverarbeitungsanlagen. Energieerzeugungs- und Verteileinrichtungen, speziell deren Steuersysteme, sind ebenfalls der Gefahr einer Beschädigung ausgesetzt.

2. Schutzmassnahmen

Der zu erwartende Grad einer Beschädigung hängt im wesentlichen von der Art der verwendeten Anlagekomponenten ab. Schutzkonzepte sind darauf auszurichten. Analysen bezüglich Wichtigkeit und Notwendigkeit sowie Kosten/Nutzen-Vergleiche bestimmen den Umfang jedes Schutzkonzeptes. Als Schutz gilt beispielsweise die Abschirmung eines Gerätes, Raumteiles, Gebäudeteiles oder eines ganzen Gebäudes mit einer Metallhülle (Faradayscher Käfig). Dabei ist wesentlich, dass diese Hülle vollständig geschlossen ist. Unterbrüche in einer derartigen Abschirmung wie

- Öffnungen für Zuluft, Abluft, Fenster, Türen, Durchreichen usw.,
- Durchführungen von Leitungen für Wasser, Gas usw.,
- Einführungen von elektrischen Leitungen

erfordern besondere, zusätzliche Schutzmassnahmen. Öffnungen, Durchführungen und Einführungen reduzieren mindestens in ihrer Umgebung die Abschirmungsqualität. Hier gilt es, gestützt auf das Schutzkonzept, den Dämpfungsanforderungen besondere Beachtung zu schenken [3; 4].

Im folgenden wird eine Türe beschrieben, die speziell für einen hohen Schutzgrad gegen den NEMP entwickelt worden ist.

3. Anforderungen an NEMP-Türen

In vielen Fällen haben sich die auf dem Markt erhältlichen Abschirmtüren in der Praxis nicht bewährt. Sowohl hinsichtlich der NEMP-Dämpfungsanforderungen als auch bezüglich der mechanischen Beanspruchung und Festigkeit konnten sie nicht befriedigen. Bei Nachmessungen an montierten Türen wurden oft bereits nach wenigen Jahren schlechtere Dämpfungswerte, die auf Abnutzungserscheinungen zurückzuführen waren, festgestellt. Ausserdem war man fast ausnahmslos auf ausländische Fabrikate angewiesen, was bei Reparaturen immer wieder zu Komplikationen führte.

Von verschiedenen Seiten wurden Bedürfnisse und Forderungen laut, die eine Neuentwicklung geradezu aufdrängten. Im besonderen wurden folgende Forderungen gestellt:

- Die magnetische Felddämpfung soll bei 10 kHz 70 dB und bei 100 kHz 110 dB betragen.
- Einer erhöhten mechanischen Beanspruchung, insbesondere bezüglich Einsatz in Militär- und Zivilschutzanlagen, ist Rechnung zu tragen:
- Scharniere, Verschlußsystem und NEMP-Abdichtungen müssen häufigen Schliessvorgängen genügen;
- Schwellen und Zargen müssen für einen robusten Betrieb geeignet sein; das Befahren mit Handrollwagen, Schubkarren und dergleichen bis 500 kg Last darf die Schwellen nicht beschädigen.
- Das Verschlußsystem ist so auszulegen, dass sowohl der Schliessdruck als auch der Kontaktdruck entlang dem ganzen Türumfang gewährleistet sind. Neben den Scharnieren sind genügend Verschliesspunkte anzubringen, und diese müssen zentral betätigt werden können.
- Die Türen- und Zargenkonstruktion hat dem Schutzgrad (1 bzw. 3 bar) der Anlage zu entsprechen.
- Die Türen sollen auch in nicht belüfteten Untertaganlagen verwendet werden können, ohne dass sie durch die dort herrschende Feuchtigkeit Schaden nehmen.

Von praktischer Bedeutung sind ferner die Forderungen:

- Der Korrosion ist grösste Aufmerksamkeit zu schenken.
- Der Türrahmen muss so konstruiert sein, dass er ohne Verformung in alle üblichen Arten von Abschirmhüllen eingeschweisst werden kann.
- Die Türen sollen wartungsfrei sein; Reinigungen müssen auf einfache Art durchgeführt werden können.
- Ersatzteile für Reparaturen müssen jederzeit in der Schweiz erhältlich sein.
- Die Kontaktfedern müssen rasch und problemlos auswechselbar sein.
- Es muss die Möglichkeit bestehen, die Türe mit einem Zylinderschloss auszurüsten.
- Einheitliche Türgrössen sind anzustreben.

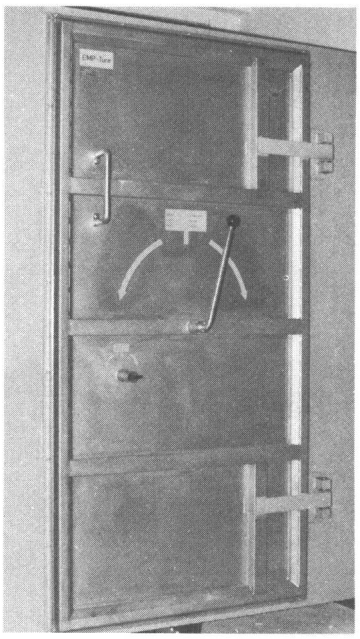

Fig. 1
NEMP-Türe, eingebaut in einem Faradayschen Messkäfig
Ansicht von aussen

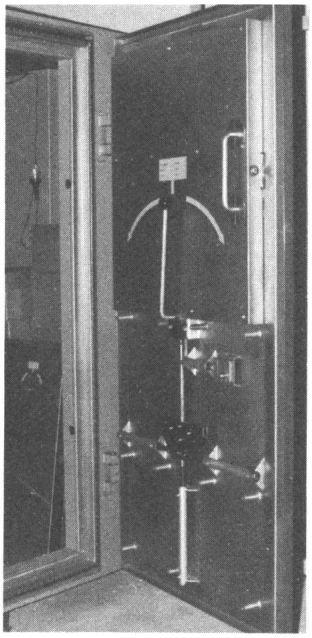

Fig. 3
Abdeckung des Antriebsmechanismus; obere Hälfte montiert, untere Hälfte demontiert

Die nachfolgend beschriebene Schutztüre wurde durch die Firma Elektro-Winkler & Cie. AG, Zürich, im Auftrage des Forschungsinstitutes für militärische Bautechnik FMB, Zürich, sowie in Zusammenarbeit mit dem Amt für Bundesbauten AFB, Bern, dem Bundesamt für Militärflugplätze BAMF, Dübendorf, und den Metallbaufirmen Bär und Mettler AG, Bürglen TG, und Hans Hodel AG, Bern, in über vierjähriger Forschungs- und Entwicklungsarbeit entwickelt. Die inzwischen erfolgten Prüfungen zeigen, dass sie die gestellten Anforderungen in allen Teilen erfüllt (Fig. 1).

4. Türkonstruktion

Die ganze Türe wird als Einheit, d.h. bestehend aus Rahmen und Türe, hergestellt. Besondere Aufmerksamkeit bei der Konstruktion benötigen die zwischen der Türe und dem Rahmen liegenden rundumlaufenden elektromagnetischen Kontaktzonen (Fig. 2). Sie bilden einen wesentlichen Bestandteil der Türe und wurden entsprechend den zu erfüllenden Dämpfungsanforderungen gestaltet. Sie beruhen auf einer in verschiedenen Variationen anwendbaren Kontaktfeder und der Auflagefläche zwischen Rahmen und Türe. Die Federn sind so angeordnet, dass sie vor Beschädigungen geschützt sind und dennoch gut ausgewechselt werden können. Rahmen, Türblatt, Scharniere, Verschlußsystem, Schwelle usw. sind so gebaut, dass auch bei häufiger rauher Benützung keine wesentlichen mechanischen Abnützungen und damit auch keine Dämpfungsminderungen zu befürchten sind. Über einen zentral angetriebenen Verschlussmechanismus werden mehrere Verriegelungsstangen – im Normalfall 6 Stück – betätigt. Durch eine 360-Grad-Drehung am zentralen Antriebsgriff wird die Türe in den Rahmen hineingezogen. Dies garantiert einen umlaufenden Kontaktdruck zwischen Türe und Rahmen bzw. entlang den elektromagnetischen Kontaktzonen.

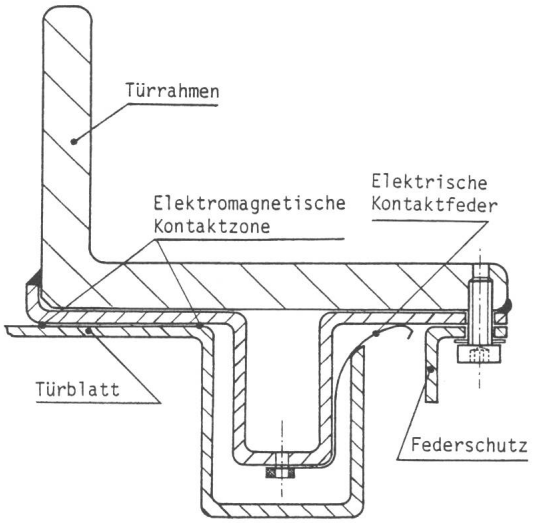

Fig. 2 Elektromagnetische Kontaktzonen

Damit die Türe nicht korrodiert, sind alle wichtigen Bauteile aus rostfreiem Stahl gefertigt. Die glasgestrahlte Oberflächenbehandlung gibt der Tür eine matt-graue Farbe.

Je nach Anwendungsart können verschiedene Arten von Schallschutzplatten in den Frei- und Hohlräumen der Innen- und Aussenseite eingeklebt werden. Auf Wunsch können innen und aussen zusätzliche Abdeckungen angebracht werden (Fig. 3). Dadurch ist es möglich, einerseits den auf der Innenseite sichtbaren Antriebsmechanismus abzudecken und andererseits eventuell notwendige Schallschutzplatten zu verdecken.

Es besteht die Möglichkeit, die Türe mit einem ein- oder beidseitig bedienbaren Zylinderschloss zu versehen. Um die dabei entstehende Dämpfungsminderung zu kompensieren, wird das Loch mit einem Kamin geschlossen (Fig. 4).

Die ganze Konstruktion ist so konzipiert, dass ein Minimum an Unterhaltsarbeiten nötig ist. Alle Verschleissteile wie Federn, Antriebsstangen usw. können ohne grossen Aufwand ausgewechselt werden. Der massive Winkeleisenrahmen erlaubt es, die Türen in die üblichen Arten von Abschirmhüllen wie Innenblech, Aussenblech und Sandwichblech einzuschweissen.

5. Verschiedene Ausführungen

Die Türen werden in drei verschiedenen Normgrössen hergestellt. Umfragen haben gezeigt, dass die Masse 2000 × 1000 mm, 1900 × 900 mm und 2000 × 900 mm am meisten gewünscht werden. Spezialgrössen sind ebenfalls möglich. Dazu ist zu erwähnen, dass im Prinzip jede Grösse von 600 bis

1170 mm Breite sowie 800 bis 2100 mm Höhe nach demselben Grundprinzip hergestellt werden kann. Bereits gesammelte Erfahrungen – die Türen sind seit Februar 1981 im Handel erhältlich – sowie Ergebnisse von angestellten Dämpfungsmessungen lassen die Herstellung von Spezialarten zu. So ist es beispielsweise möglich, eine schwellenlose Türkonstruktion anzufertigen, ohne dabei die Dämpfungsanforderungen wesentlich herabzusetzen (Fig. 5).

Die in Figur 5 gezeigte Bodenvertiefung kann sinngemäss auch als Bodenerhöhung ausgeführt werden. Das Befahren von Zugängen zu Anlagen ist bei dieser Lösung optimal möglich. Ein zeitraubendes Montieren und Demontieren von Rampen, wie dies bei herkömmlichen Türen der Fall ist, erübrigt sich.

Anlagen für höchste Ansprüche erfordern den Einbau von Schleusensystemen. Hier wird je 1 Türe in einem bestimmten Abstand im Schleuseneingang und beim Schleusenausgang montiert. Dazu wurde in den letzten Monaten ein elektromechanisches Verriegelungssystem entwickelt, das ein zwangsmässiges Schliessen jeweils einer Schleusentüre ermöglicht.

Einem Bedürfnis entsprechend ist es auch möglich, Öffnungen oder Durchführungskonstruktionen direkt in die Türen zu integrieren. Die Figuren 6 und 7 zeigen die Einbaumöglichkeit einer Zuluftöffnung für eine gegen NEMP zu schützende Transformatorenstation.

Durch geringfügige Änderungen an den umlaufenden elektromagnetischen Kontaktzonen ist es möglich, alle Türgrössen in vier Typen verschiedener Dämpfungsgrade herzustellen (Tab. I). Dies erlaubt es, den Kunden auf ihr Schutzkonzept ausgerichtete Türen mit entsprechend angepassten Dämpfungswerten anzubieten. Die in Figur 2 gezeigte Konstruktion entspricht der Ausführung für den Typ Standard 2.

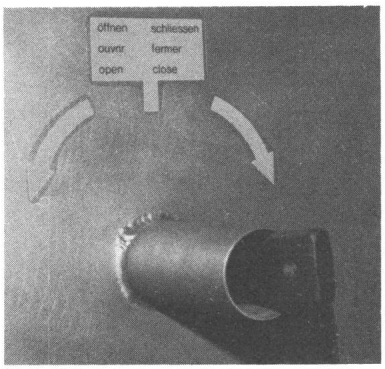

Fig. 4
Zylinderlochkamin auf der Aussenseite; mit Schlüsselverlängerung

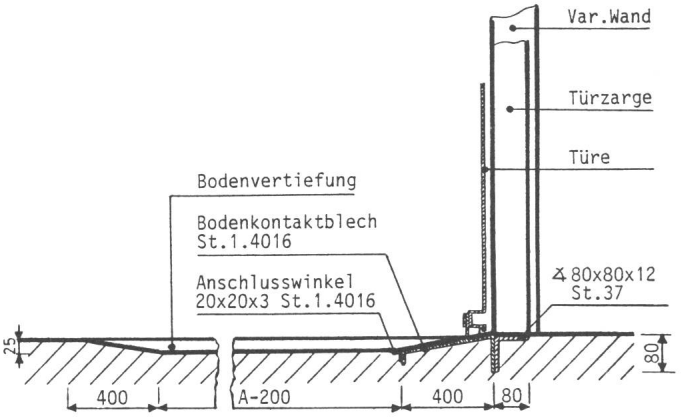

Fig. 5 Prinzip der schwellenlosen Türkonstruktion

6. Messwerte

Die in Tabelle I enthaltenen Messwerte für die vier Türtypen sind das Resultat umfangreicher Messungen. Als kritischer Wert zur Beurteilung gilt die magnetische Felddämpfung bei relativ niedrigen Frequenzen. Das bedeutet, dass Felddämpfungsmessungen im unteren Frequenzbereich (um ca. 10 kHz) schwierig durchzuführen und akzeptable Dämpfungswerte nur schwer zu erreichen sind.

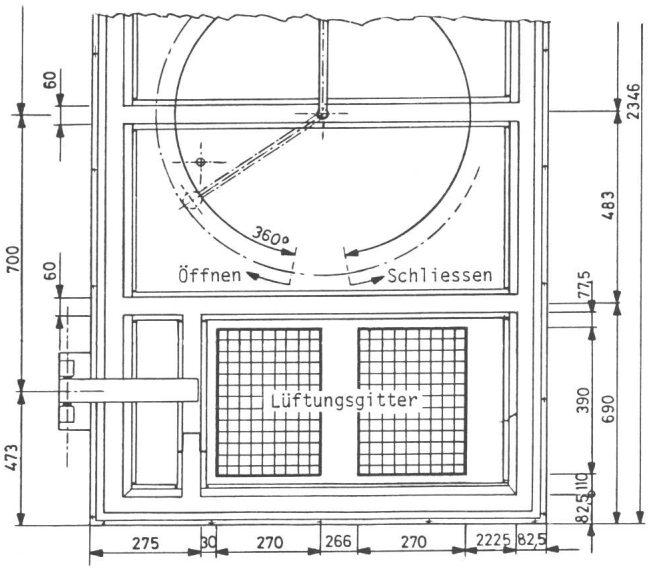

Fig. 6 Türe mit eingebautem zweiteiligem Lüftungsgitter

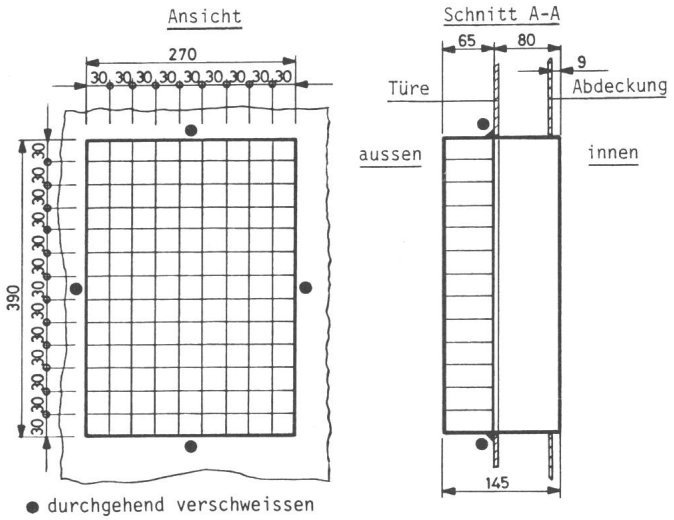

Fig. 7 Detail eines zweiteiligen Lüftungsgitters für 50 dB Dämpfung bei 10 kHz

Dämpfungswerte der vier Türtypen Tabelle I

Typ	*f*	*A* (dB)
Standard 1	10 kHz	50
	100 kHz	80
Standard 2	10 kHz	70
	100 kHz	110
Spezial 1	10 kHz	> 70
	100 kHz	>110
Spezial 2	10 kHz	> 70
	100 kHz	>110

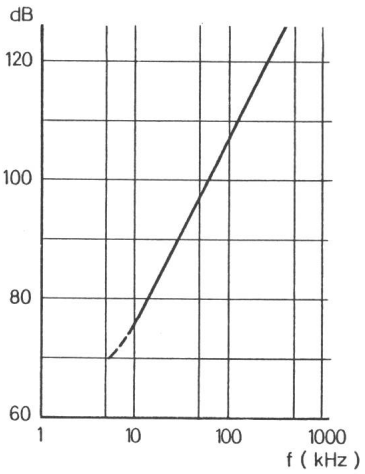

Fig. 8 Magnetische Felddämpfung des Türtyps Standard 2 in Funktion der Frequenz
dB 20 log H_1/H_2
H_1 Feldstärke ohne Türe
H_2 Feldstärke bei geschlossener Türe

Um eine Überprüfung der neu entwickelten Türe bezüglich deren Dämpfung zu ermöglichen, wurde ein spezieller Faradayscher Messkäfig hergestellt. Nach den amerikanischen Richtlinien für Raumabschirmungen von militärischen Anlagen MIL-STD-285 und den IEEE-Empfehlungen für Messungen der Abschirmwirksamkeit an Abschirmkäfigen (IEEE «Measurement of Shielding Effectiveness of High-Performance Shielding Enclosures») wurde eine im Faraday-Käfig eingebaute Tür ausgemessen. Die in diesen Richtlinien und Empfehlungen definierten Messarten und Messmethoden umfassen Messungen des Magnetfeldes, des elektrischen Feldes, der Planwellen- und der Mikrowellen.

Die Dämpfungsanforderungen sind klassiert. Beispielsweise entspricht der Türtyp Standard 2 (Tab. I) der Abschirmdämpfung USAF Klasse 1 von abgeschirmten Räumen. Der Messaufbau umfasst im wesentlichen einen ausserhalb des Käfigs angebrachten Signalgenerator mit Verstärker und Rahmenantenne sowie einen im Käfig plazierten Empfänger mit Empfangsantenne. Figur 8 zeigt die Dämpfungskurve des Türtyps Standard 2.

Die durch die Messungen bestätigten Werte und die dabei gewonnenen Erfahrungen garantieren eine Herstellung von Türen gemäss den vorgegebenen Dämpfungswerten. Insbesondere können dadurch Spezialkonstruktionen (z.B. Fig. 5) spezifisch – d.h. entsprechend den NEMP-Dämpfungsanforderungen – hergestellt werden.

7. Einsatzbereiche

Abschirmtüren für NEMP-abgeschirmte Räume sind vielseitig anwendbar. Wesentlich ist, dass die Abschirmeigenschaften denjenigen des gesamten Abschirmungssystems entsprechen. Es sollen daher nur qualitativ einwandfreie Türsysteme verwendet werden. Dabei geht es nicht nur um die Dämpfung. Auch die mechanischen Anforderungen sind von Bedeutung.

Nicht nur der eigentliche NEMP-Schutz erfordert derartige Türen, sondern auch die elektromagnetische Verträglichkeit ganz allgemein (EMC: Electromagnetic Compatibility). Verschiedene Veröffentlichungen und Anfragen der letzten Monate bestätigen dies. Einige der Einsatzgebiete seien hier erwähnt: Abschirmtüren für Faradaysche Messkäfige in Labors, für Sender-Empfänger-Einrichtungen, für Zivilschutz- und Militäranlagen, für Computeranlagen und deren Datenbanken, z.B. in Banken und Industrieunternehmen, für medizinische Einrichtungen, Blitzschutz usw.

Literatur

[1] *K. Appert* u.a.: NEMP-Wirkungen und Schutzmassnahmen. FMB 73–11(8). Zürich, Forschungsinstitut für militärische Bautechnik, 1973.
[2] *T. Ruedy, J. Bertuchoz* und *B. Wamister:* Entstehung und Wirkung des NEMP. Bull. SEV/VSE 71(1980)7, S. 906...910.
[3] *W. Jöhl, W. Buchmann* und *W. Blumer:* Grundlagen für die NEMP-Schutzbautechnik, Raumabschirmungen. FMB 80–9(C). Zürich, Forschungsinstitut für militärische Bautechnik, 1980.
[4] *W. Jöhl:* A general and systematic survey of NEMP protection measures. FMB 78–1. Zürich, Forschungsinstitut für militärische Bautechnik, 1978.

Adresse des Autors

M. Arnold, Abteilungsleiter, Elektro-Winkler & Cie. AG, Industriestrasse 34, 8152 Glattbrugg.