Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse

Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik

Band: 95 (2004)

Heft: 8

Artikel: Erschütterungs- und Schockisolierung von Elektroanlagen und Telematiksystemen

Autor: Schuler, Daniel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-857931

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Erschütterungs- und Schockisolierung von Elektroanlagen und Telematiksystemen

In Anlagen mit einer grossen Bedeutung, beispielsweise in Rechenzentren oder in Einsatz- und Leitzentralen, ist es oftmals notwendig, empfindliche Elektroanlagen und Telematiksysteme vor mechanischen Einwirkungen zu schützen. Dabei können unterschiedliche Schutzkonzepte zur Anwendung kommen. Der partielle Erschütterungs- und Schockschutz sensitiver Einbauten mittels Federelementen ist dabei in zahlreichen Fällen günstig. Zur Isolierung eingesetzte Federn sollten bei einer kompakten Bauweise ein grosses Energieaufnahmevermögen und gute Dämpfungscharakteristiken aufweisen. Drahtseilfedern sind diesbezüglich gut zur Erschütterungs- und Schockisolierung geeignet.

■ Daniel Schuler

Muss in Rechenzentren oder Zentralen der Betrieb mit einer hohen Priorität gewährleistet sein, sollten oftmals empfindliche Geräte von Informatik- und Telekommunikationssystemen vor mechanischen Einwirkungen wie Vibrationen, Erschütterungen oder stossartigen Einwirkungen geschützt werden [1]. Durch die Erschütterungs- oder Schockisolierungen solcher Geräte wird die Übertragung periodisch wiederkehrender, transienter oder einmaliger impulsartiger Kräfte vermindert. Die möglichen Ursachen solcher Kräfte sind:

- Maschinen, Verkehr
- Erdbeben
- Explosionen

Zu schützende Einbauten können zur Isolierung auf spezielle Federkörper oder federnde Unterlagen aufgestellt werden. Für den Erschütterungs- und Schockschutz geeignete Federn sind beispielsweise aus einem spiralförmig gewickelten Drahtseil bestehende Federelemente. Solche Elemente werden seit Jahrzehnten im Bereich Militär, beispielsweise in Fahrzeugen und Schiffen, zum Schutz empfindlicher Bauteile eingesetzt [2]. Auf Grund ihrer günstigen Eigenschaften werden sie auch zur Gewährleistung der Erdbebensicherheit in Kernkraftwerken verwendet [3]. Drahtseilfedern werden in den folgenden Bereichen eingesetzt:

- Flugzeuge, Fahrzeuge, Schiffe
- Militärbauten
- Kernkraftwerke
- Industriebetriebe mit gefährlichen Stoffen
- Rechenzentren
- Einsatz- und Leitzentralen

Die in diesen Bereichen eingesetzten und zu schützenden Geräte weisen bezüglich ihrer Resistenz gegenüber mechanischen Einwirkungen oftmals den normalen handelsüblichen Standard auf (COTS = Commercial Off-the-Shelf). Demgegenüber sind speziell widerstandsfähige Geräte überhaupt nicht verfügbar oder zu teuer. Massnahmen zum Erschütterungs- und Schockschutz von elektrotechnischen oder elektronischen Geräten mit COTS-Standard können unter anderem bei den folgenden Geräten und Systemen notwendig sein:

- USV-Anlagen
- Racks, Computerschränke
- Schaltschränke, Wire-Centers
- Computer-Konsolen
- Steuerungsgeräte/-systeme
- Telematikgeräte/-systeme
- LCD-Projektoren, Videokameras

Schutzkonzepte

Für den Erschütterungs- und Schockschutz empfindlicher Informatik- und Telekommunikationsanlagen können unterschiedliche Strategien angewandt werden. Bild 1 zeigt die verschiedenen möglichen Schutzkonzepte. Da in Räumen wie Rechenzentren oder Leitstellen mit einer grosse Zahl zu schützender Systeme in den meisten Fällen Doppelböden vorhanden sind, ist dies ein wichtiger konstruktiver Parameter des Erschütterungs- und Schockschutzes.

- Beim Konzept mit einem *globalen Schutz* werden ganze Räume und in speziellen Fällen sogar ganze Gebäudeteile isoliert. Wird ein Doppelboden verwendet, kann dieser auf Federelementen montiert werden. So ausgeführte Doppelböden («floating floors») werden beispielsweise bei Einsatzzentralen auf Schiffen eingesetzt [2]. Mit dem globalen Schutz eines Raumes werden sämtliche auf dem Doppelboden installierten In-

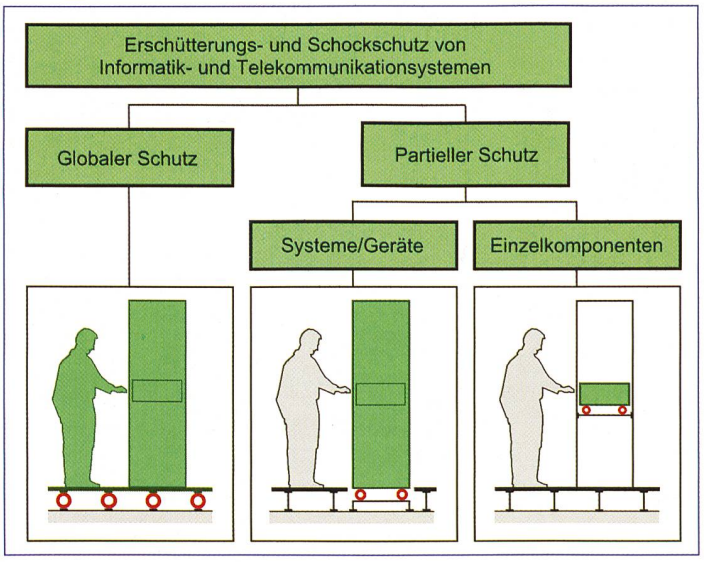

Bild 1
Schutzkonzepte.

Adresse des Autors
Daniel Schuler
Bürkel Baumann Schuler
Ingenieure + Planer AG
Gertrudstrasse 17
CH-8400 Winterthur

dash@bbs-engineering.ch

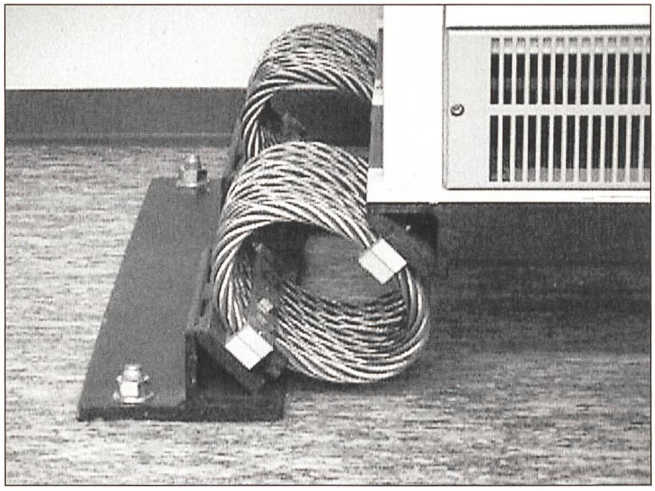

Bild 2 Auf Drahtseilfeder-Elemente montierte USV-Anlage.

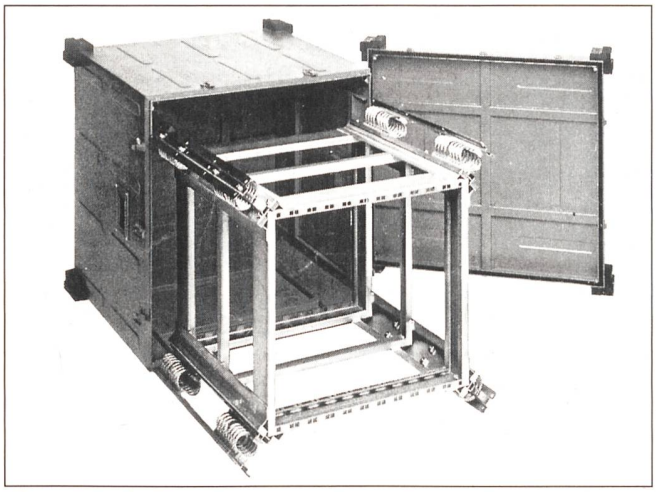

Bild 3 Mit Drahtseilfeder-Elementen geschützter Einschub für elektronisches Gerät [5].

formatik- und Telekommunikationssysteme geschützt.

- Bei Konzepten mit einem *partiellen Schutz* werden gezielt einzelne empfindliche und wichtige Systeme oder Komponenten geschützt. Zu diesem Zweck können ganze Geräte oder Systeme wie beispielsweise Rechnerschränke (Racks) oder Computerkonsolen schockisoliert werden. Bild 2 zeigt eine USV-Anlage, die schockgeschützt auf Drahtseil-Federelementen montiert ist. Müssen nur einzelne kleinere stoss- oder schockempfindliche Einbauten geschützt werden, können die Federelemente auch innerhalb eines Geräts/Systems eingebaut werden. Bild 3 zeigt einen so ausgeführten Einschub für eine Elektronikkomponente.

Bauweise und Charakteristiken der Federelemente

Drahtseil- oder Kabelfedern sind Stahlfedern, die aus einem spiralförmig gewickelten Drahtseil und zwei Baren bestehen, mit denen das Seil geklemmt wird. Normale Stahlfedern (Spiralfedern) haben im Allgemeinen eine sehr geringe Materialdämpfung, weshalb sie genau auf die Einsatzbereiche abgestimmt werden müssen, um Resonanzeffekte bei Anregungen im Eigenfrequenzbereich zu verhindern. Drahtseilfedern haben auf Grund der inneren Reibung eine grosse Dämpfung (Reibungsdämpfung). Da die Resonanzüberhöhung bei solchen Federn vergleichsweise klein ist, ist die Federabstimmung weniger sensitiv.

Weitere Vorteile von Drahtseilfedern sind die robuste und im Verhältnis zum nutzbaren Federweg sehr kompakte Bauweise und die Möglichkeit, dass die Federn in allen Richtungen belastet werden können. Durch Variation der Drahtseilstärke, des Windungsdurchmessers und der Windungszahl können die Federn zudem in einem äusserst breiten Spektrum auf die jeweilige Anwendung angepasst werden. Es können Federn für statische Belastungen zwischen 1 N und 50 000 N hergestellt werden.

Praktischer Einsatz der Federelemente als Schockschutz

Als Schockschutz von Informatik und Telekommunikationseinrichtungen in Rechenzentren und Einsatzzentralen in militärischen Anlagen und in Verwaltungsbauten haben sich Drahtseil-Federelemente in der Vergangenheit vielfach bewährt. Bild 4 zeigt die praktische Ausführung des partiellen Schutzes von

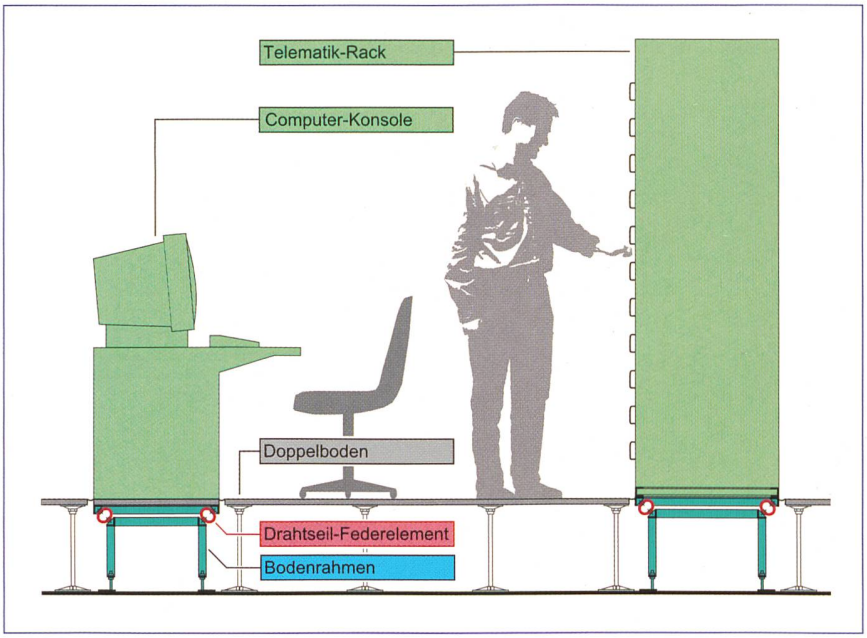

Bild 4 Partieller Schockschutz von Telematiksystemen in einer Einsatzzentrale.

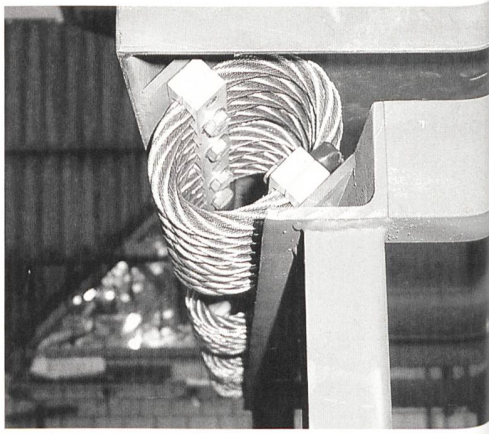

Bild 5 Bodenrahmen mit Drahtseilfeder-Elementen.

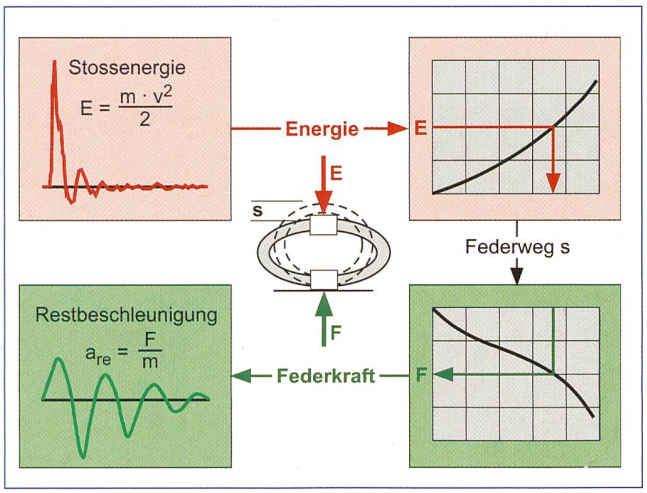

Bild 6 Berechnung der Restbeschleunigung beim Einsatz von Drahtseilfedern.

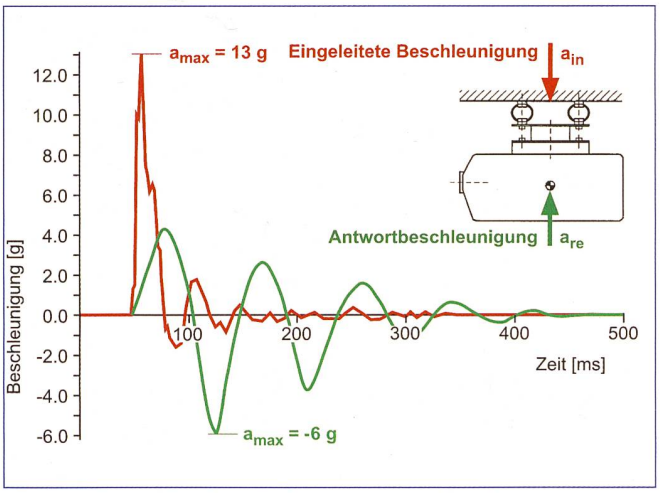

Bild 7 Bei einem praktischen Schocktest an einem mit Federelementen montierten LCD-Projektor gemessene Restbeschleunigung.

Computerkonsolen und Racks in einem Raum mit einem Doppelboden. Die zu schützenden Telematiksysteme wurden dabei mit Bodenrahmen und Drahtseil-Federelementen befestigt. Bild 5 zeigt diese Rahmenkonstruktion mit den im Winkel von 45° montierten Federelementen.

Das partielle Schutzkonzept hat sich bei zahlreichen Anlagen insofern als günstig erwiesen, als dass es dadurch möglich wurde, die Federelemente genau auf die Masse des zu schützenden Systems abzustimmen. Bei einem globalen Schutz des gesamten Doppelbodens ist die Dimensionierung der Federelemente äusserst schwierig. Beim Einsatz zu weicher Federn senkt sich der Boden bei grossen Lasten zu stark. Auf der andern Seite ist beim Einsatz von zu steifen Federn eine optimale Schockisolierung nicht mehr gewährleistet.

Dimensionierung der Federelemente

Drahtseil-Federelemente weisen in allen Belastungsrichtungen eine nichtlineare Federcharakteristik auf. Die Verwendung so genannter Schockantwortspektren für die Bemessung der Federn ist deshalb nicht möglich [4]. Der Dimensionierung der Federelemente wird darum die eingeleitete Stossenergie (E) zu Grund gelegt. Mit den federspezifischen Kennwerten kann damit der Federweg (s) und daraus die Federkraft bestimmt werden. Mit dieser auf das Gerät wirkenden Federkraft (F) und der Masse (m) lässt sich die auf das Gerät wirkende Antwort- oder Restbeschleunigung (a_{re}) berechnen [5]. In Bild 6 ist dieser Berechnungsweg synoptisch dargestellt.

Durch die Schockisolierung mit Drahtseil-Federelementen lassen sich die eingeleiteten Beschleunigungen grundsätzlich auf mehr als die Hälfte reduzieren, ohne dass dabei zu weiche Federn eingesetzt werden müssen. Bild 7 zeigt die bei einem praktischen Schocktest gemessenen Beschleunigungen mit einem an Drahtseilfedern aufgehängten LCD-Projektor (Videobeamer). Der beim Versuch eingeleitete Schockpuls wies eine maximale Beschleunigung von 13 g auf. Die als Isolatoren wirkenden Federelemente reduzierten die Schockbelastung auf eine Restbeschleunigung von maximal 6 g. Aus der aufgezeichneten Antwortbeschleunigung erkennt man zudem das günstige Dämpfungsverhalten der Federelemente. Die durch den Stoss angeregte Schwingung mit einer Eigenfrequenz von rund 10 Hz (Periodendauer ≈ 100 ms) ist bereits nach vier Zyklen vollständig abgeklungen.

Referenzen

[1] *Schuler, D.:* Schockisolierung von EDV-Systemkomponenten mit Drahtseil-Federelementen, Bericht Nr. LS 2002-07, Labor Spiez, 1. Februar 2002.

[2] *Van Aanhold, J. E.:* A Model for Describing the Damping Behaviour of Wire Rope Springs with an Application to Small Amplitude Vibrations, TNO Building & Construction Research, Delft.

[3] *Loziuk, L. A.:* A Wire Rope Seismic Support, Nuclear Engineering and Design 107, North-Holland, Amsterdam, 1988.

[4] *Harris, C. M., Crede, C. E.:* Shock and Vibration Handbook, McGraw-Hill Book Company, New York ,1976.

[5] *Willbrandt & Co.:* Cavoflex – Drahtseil-Federelemente zur Stossabsorption und Schwingungsdämpfung, Hamburg 1992.

Angaben zum Autor

Dipl. Ing. *Daniel Schuler* ist Teilhaber der Ingenieurfirma Bürkel Baumann Schuler AG in Winterthur und dort für die Bereiche Riskmanagement und Baudynamik zuständig. Er ist in diesen Bereichen als Projektierender sowie unabhängiger Berater und Fachexperte tätig.

Isolation antichoc des installations électriques et des systèmes télématiques

Dans les installations de grande importance, par exemple dans les centres de calcul ou les centrales de contrôle-commande, il est souvent nécessaire de protéger les installations électriques et les systèmes télématiques sensibles des influences mécaniques. Pour ce faire, il existe divers concepts de protection. La protection antichoc partielle des installations sensibles au moyen de ressorts s'avère avantageuse dans de nombreux cas. Pour isoler les ressorts utilisés, la construction compacte doit faire preuve d'une grande capacité à emmagasiner l'énergie et de bonnes caractéristiques d'amortissement. Les ressorts à base de câbles métalliques conviennent bien pour l'isolation antichoc.