

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 63 (1985)

Heft: 9

Artikel: Et qu'entendez-vous par sol antistatique? = Was ist ein antistatischer Boden?

Autor: Nadler, Carl-Jürg

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875404>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.03.2025

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

Et qu'entendez-vous par sol antistatique?

Was ist ein antistatischer Boden?

Carl-Jürg NADLER, Bern

Zusammenfassung. Die Bedeutung des Ausdrucks «antistatisch» im Zusammenhang mit Bodenbelägen wird untersucht. Es wird gezeigt, dass sie je nach Standpunkt unterschiedlich ist. Man geht u. U. das Risiko ein, einen falschen Belag zu verwenden, wenn die Bezeichnung nicht präzisiert ist. Nach einer vor dem Erscheinen ultraempfindlicher elektronischer Bauteile eingebürgerten Gewohnheit darf man einen Bodenbelag als antistatisch bezeichnen, auch wenn er für solche Komponenten keinen genügenden Schutz bietet.

Résumé. On examine la signification du terme «antistatique» d'une manière générale et en particulier lorsque celui-ci est utilisé pour qualifier des sols. On montre qu'elle diffère suivant le point de vue et que l'on risque fort de ne pas obtenir le sol qui convient si on omet de préciser cette définition chaque fois. Selon une habitude antérieure à l'apparition de composants électroniques très sensibles, il est possible de qualifier un sol d'antistatique même lorsqu'il n'offre qu'une protection insuffisante pour ces composants.

Che cos'è un pavimento antistatico?

Riassunto. Il significato del termine «antistatico» viene esaminato in modo particolare in relazione alla qualificazione di rivestimenti per pavimenti e si dimostra che esso può differire secondo i punti di vista. Se la designazione non è precisata, si rischia, tra l'altro, di usare un rivestimento per pavimenti sbagliato. Secondo il concetto d'uso ormai comune, che risulta ancora dal tempo antecedente l'avvento dei componenti elettronici ultrasensibili, un rivestimento può essere designato antistatico anche quando la sua protezione per simili componenti è insufficiente.

1 Introduction

Dans la norme suisse SN 429001, «Charge électrostatique, classification et équipements des locaux» [1], on ne parle que de sols, de chaussures et de sièges «conducteurs». Le terme «antistatique» est soigneusement évité en raison du grand nombre de définitions différentes existant à l'heure actuelle. Le groupe SNV 142 «Electrostatique», responsable de cette norme, est d'avis qu'une définition de plus n'aurait pas clarifié la situation mais, au contraire, ajouté à la confusion déjà suffisante comme cela. Il semble que la définition «commerciale» de ce terme soit inconciliable avec la définition «technique».

Cet article tente de faire le point de la situation en montrant l'origine des malentendus possibles. Il explique également la manière de considérer les problèmes relatifs à l'électrostatique, adoptée par l'Entreprise des PTT dans les années de 1970 déjà.

2 La définition du dictionnaire

Les dictionnaires qui donnent une définition du terme «antistatique» ne sont pas légion, et l'on a tôt fait de constater que l'origine des malentendus est à chercher dans l'interprétation plutôt que dans les définitions en soi. Selon le *Grand dictionnaire encyclopédique Larousse* (1982), antistatique «se dit d'un produit destiné à empêcher ou diminuer l'accumulation de charges d'électricité statique». «*Duden, das Grosse Wörterbuch*» (1976) ainsi que «*Das Fremdwörterbuch*» (1982) indiquent: «qui empêche ou supprime la charge électrostatique». Les différences entre ces deux définitions sont que pour Duden «l'accumulation» est rendue implicitement impossible par empêchement de la production et la «diminution» se poursuit explicitement jusqu'à la valeur 0 ou suppression. Ces définitions sont claires et simples et l'on retient sans difficulté les deux propriétés «d'empêcher» et de «supprimer», qui d'ailleurs ne s'excluent nullement l'une l'autre.

1 Einleitung

In der Schweizer Norm SN 429001 [1] «Elektrostatische Aufladungen, Klassifizierung und Ausstattung von Räumen», wird nur von «ableitfähigen» Böden, Schuhen und Sitzmöbeln gesprochen. Der Ausdruck «antistatisch» wird wegen der vielen verschiedenen Definitionen vermieden. Die für diese Norm verantwortliche Kommission SNV 142, Elektrostatik, ist der Meinung, eine weitere Definition hätte die Situation nicht geklärt, sondern die schon genügend grosse Begriffsverwirrung nur noch vermehrt. Es scheint, dass die «kommerzielle» Definition dieses Ausdrucks mit der «technischen» nicht in Einklang zu bringen ist.

Im vorliegenden Artikel wird versucht eine Standortbestimmung vorzunehmen und die Ursache möglicher Missverständnisse aufzuzeigen. Zudem soll die von den PTT-Betrieben schon in den siebziger Jahren vertretene Betrachtungsweise der Probleme bezüglich Elektrostatik dargelegt werden.

2 Definition nach dem Wörterbuch

Es gibt nicht viele Wörterbücher, die eine Definition des Ausdrucks «antistatisch» enthalten. Man stellt rasch fest, dass die Ursache der Missverständnisse mehr in der Auslegung als in den Definitionen an und für sich zu suchen ist. Folgende zwei Beispiele mögen dies zeigen. Im «*Grand Dictionnaire Encyclopédique Larousse* (1982)» findet sich: antistatisch «wird von einem Produkt gesagt, das die Anhäufung elektrostatischer Ladungen verhindern oder vermindern soll». Der *Duden, das Grosse Wörterbuch* (1976) sowie das *Fremdwörterbuch* (1982) besagen: «elektrostatische Aufladungen verhindernd oder aufhebend». Diese beiden Definitionen unterscheiden sich darin, dass für Duden die «Anhäufung» implizit durch die Aufhebung der Produktion verhindert wird und die Verminderung explizit bis zum Wert 0 (Aufhebung) stattfindet. Diese Definitionen sind einfach und klar, und man erinnert sich ohne weiteres an die beiden

3 Ce que comprend le non-spécialiste

Douze ans de lutte contre les dégâts dus à l'électricité statique nous ont mis en face de quantité de situations différentes allant du simple désagrément jusqu'aux explosions, dont une avec issue fatale, en passant par les réactions incontrôlées, les arrêts d'appareils électroniques, etc.

L'anecdote suivante, réellement vécue, a été choisie parmi bien d'autres pour illustrer ce que Monsieur X attend de la part d'un sol antistatique. Après avoir subi des décharges électrostatiques douloureuses dans son appartement, Monsieur X exige la pose d'une moquette antistatique dans sa nouvelle villa. Il possède un téléviseur dont le circuit de commande à distance a déjà dû être remplacé plusieurs fois, ce qui a coûté en gros le tiers du prix d'achat de l'appareil. Un jour, Madame X avertit son mari qu'elle a vu sauter une étincelle du tuyau en aluminium de son aspirateur au téléviseur et que ce dernier est de nouveau en panne. Monsieur X, étonné, remarque: «Mais c'est impossible, nous avons un sol antistatique.» Compte tenu de la définition du dictionnaire, cette réaction est logique. L'expérience montre que la plupart des ingénieurs non spécialistes en électrostatique réagissent de cette façon. Pour ceux-ci, un sol antistatique procure une sécurité de fonctionnement sans problème, pour toutes les situations pouvant se produire dans le local en question.

4 Ce qu'il faut savoir . . .

41 . . . au sujet de la production des charges

Une charge électrique apparaît chaque fois que deux corps, que nous appellerons partenaires triboélectriques, sont frottés l'un contre l'autre. Lorsqu'ils sont de nature différente ou lorsque l'état de surface n'est pas le même, il n'est pas toujours nécessaire de les frotter, il suffit souvent de les mettre en contact étroit pour qu'une charge se produise lors de la séparation. Une charge est également produite lorsque les surfaces frottées diffèrent uniquement par leur grandeur. On a en outre souvent tendance à oublier qu'il est possible d'obtenir une charge en frottant un isolant contre un conducteur, ce qui explique par exemple les décharges douloureuses lors du contact avec une poignée de porte après une marche avec certaines chaussures sur des dalles de pierre artificielle, même lorsque ces dernières sont conductrices, ce qui est souvent le cas.

Si l'on pense à la définition du terme «antistatique», la question suivante se pose tout naturellement: existe-t-il un produit qui empêcherait strictement la production de charges électrostatiques? Un examen approfondi de la situation montre que l'existence d'un tel produit est très théorique et qu'il faut toujours s'attendre à une production minimale et non négligeable d'électricité statique.

En revanche, on constate que, par un choix judicieux des partenaires triboélectriques, il est possible de limiter la production de charges. On dit alors que la paire est d'activité triboélectrique faible ou encore faiblement triboélectrique.

Mais dès qu'il y a production de charges, leur accumulation est à craindre. Pour empêcher ou diminuer celle-ci, il est nécessaire de prévoir l'élimination des charges au

Eigenschaften «verhindern» und «aufheben», die sich aber gegenseitig keineswegs ausschliessen.

3 Wie es der Laie versteht

Eine zwölfjährige Bekämpfung der von statischer Elektrizität verursachten Schäden hat den Autor mit vielfältigen Situationen in Kontakt gebracht, die vom einfachen Unbehagen über unkontrollierte Reaktionen und Ausfälle elektronischer Geräte bis zu Explosionen, darunter eine mit tödlichem Verlauf, gingen.

Folgende, wirklich erlebte Geschichte, aus vielen ausgewählt, mag zeigen, was Herr X von einem antistatischen Boden erwartet. Nachdem jener mehrmals in seiner Wohnung durch schmerzhaftes Entladen belästigt worden war, verlangte er die Verlegung eines antistatischen Belages in seinem neuen Haus. Er besass ein Fernsehgerät, dessen Fernsteuerung schon mehrmals ersetzt werden musste, was ihn schliesslich auf etwa einen Drittel des Ankaufspreises des gesamten TV-Gerätes zu stehen kam. Eines Tages teilte Frau X ihrem Mann mit, sie habe einen Funken vom Aluminiumrohr des Staubsaugers auf den Fernsehapparat überspringen sehen, und jetzt sei dieser wieder funktionsuntüchtig. Der erstaunte Herr X erwiderte: «Aber das ist doch unmöglich, wir haben ja einen antistatischen Boden.» Diese Antwort ist logisch, wenn man sich an das Wörterbuch hält. Die Erfahrung zeigt, dass auch die meisten Ingenieure so reagieren, besonders wenn sie die Begriffe nicht kennen. Für sie gewährt ein antistatischer Boden eine problemlose Betriebssicherheit in allen möglichen Situationen.

4 Was man wissen muss . . .

41 . . . bezüglich Ladungstrennung

Wenn man zwei Gegenstände gegeneinander reibt, entsteht eine elektrische Aufladung. Wenn die Partner unterschiedlicher Natur sind oder ihr Oberflächenzustand unterschiedlich ist, genügt es häufig, sie in engen Kontakt zu bringen; die Aufladung entsteht dann bei der Trennung, ohne reiben zu müssen. Auch wenn sich die geriebenen Flächen einzig durch ihre Grösse unterscheiden, kann Aufladung entstehen. Oft ist man geneigt zu vergessen, dass Aufladung auch entstehen kann, wenn man einen leitenden Körper gegen einen isolierenden Gegenstand reibt. Schmerzhaftes Entladen entstehen z. B. beim Berühren einer Türklinke nach Begehen von Kunststeinplatten mit gewissen Schuhen, auch wenn die Platten leitfähig sind.

Denkt man an die Definition des Ausdrucks «antistatisch», so stellt sich natürlich die Frage: Gibt es überhaupt ein Produkt, das imstande ist, die Entstehung elektrostatischer Ladungen ganz zu verhindern? Eine vollständige Analyse der Verhältnisse ergibt, dass ein solches Produkt sehr theoretisch ist und man immer mit einer unter Umständen nicht vernachlässigbaren Produktion statischer Elektrizität rechnen muss.

Hingegen stellt man fest, dass sich durch geeignete Wahl der Reibpartner das Entstehen von Aufladungen begrenzen lässt. Solche Reibpartner seien hier als «gegenseitig schwach triboelektrisch» oder als «Partner mit gegenseitiger schwacher triboelektrischer Aktivität» bezeichnet.

fur et à mesure de leur production. En d'autres termes, pour que l'accumulation soit impossible, il faut que l'élimination soit suffisamment rapide, c'est-à-dire adaptée au taux de production. Ceci revient à imposer une conductibilité minimale à un produit antistatique. Or les deux exigences indissociables, faible activité triboélectrique et bonne conductibilité, indiquent clairement que l'on a choisi un compromis qui fait que la paire n'est antistatique que relativement à une situation bien déterminée.

42 . . . au sujet de l'influence et de la transmission

Un objet chargé produit dans l'espace qui l'entoure une force repoussant les charges de même signe et attirant les charges de signe contraire. Cette force, rapportée à l'unité de charge électrique, est ce qu'on appelle le *champ électrique*. Sa grandeur est proportionnelle à la *charge totale* portée par l'objet chargé et elle diminue lorsque la distance par rapport à l'objet chargé augmente. L'existence de cette force est aisément démontrée en remarquant que les cheveux fraîchement lavés et séchés collent au peigne en nylon (force attractive) et, si les conditions sont favorables, que les cheveux chargés par le frottement contre le peigne se repoussent entre eux (force répulsive). Il est dès lors évident qu'un objet chargé induit par l'intermédiaire de son champ électrique une charge correspondante sur les objets qui l'entourent. Ce phénomène est appelé *charge par influence* électrique. Un exemple est fourni par les écrans de télévision. Un écran de télévision est d'autant plus fortement chargé que l'image est claire. On peut le constater par le bruit caractéristique qui se produit lorsqu'on touche l'écran, engendré par la charge induite sur la personne.

Lorsqu'un objet qui porte une charge quelconque est mis en contact électrique avec un objet portant une charge différente, il se produit un courant d'égalisation pouvant avoir éventuellement des conséquences néfastes. C'est ce que l'on appelle la transmission de charges.

Il est évident que les produits antistatiques n'empêchent la charge par l'influence que s'ils sont capables de blinder le champ électrique, ce qui est le cas seulement pour de bons conducteurs, par exemple des boîtes métalliques. Un sol dit antistatique ne possède pas cette propriété.

43 . . . au sujet de l'élimination des charges

L'élimination des charges ne peut se faire que par l'intermédiaire d'un conducteur électrique, donc par transmission. Avec un bon conducteur, c'est-à-dire de faible résistance électrique, l'élimination est rapide. Cependant, il n'est pas possible d'utiliser un conducteur parfait (à résistance nulle) pour décharger une personne. Il y a deux raisons à cela: d'une part la décharge risque d'être douloureuse si le contact n'est pas continu et la charge assez élevée (supérieure à 3000 volts), d'autre part, et c'est la raison principale, il y aurait un trop grand risque d'électrocution en cas de contact accidentel avec une source de courant, le réseau électrique par exemple. En outre, si l'on veut décharger un objet par

Sobald Ladungen entstehen, ist deren Anhäufung zu befürchten. Es wird somit nötig, eine kontinuierliche Ableitung vorzusehen. Das heisst, um die Anhäufung zu verhindern, muss die Ableitung genügend rasch, mit anderen Worten der Produktionsrate angepasst sein. Dies läuft darauf hinaus, von antistatischen Produkten eine minimale Leitfähigkeit zu verlangen. Somit wird aber bezeugt, dass ein Kompromiss vorliegt und dass sich die Reibpartner nur unter bestimmten Umständen antistatisch verhalten.

42 . . . bezüglich Influenz und Ladungsübertragung

Ein elektrisch geladenes Objekt erzeugt im umgebenden Raum eine Kraft, die Ladungen gleichen Vorzeichens abstösst und ungleiche anzieht. Diese Kraft, auf die Ladungseinheit bezogen, ist als *elektrisches Feld* bekannt. Dieses ist proportional zur *Ladungsmenge*, die sich auf dem geladenen Objekt befindet. Sie wird kleiner, wenn die Entfernung zu diesem zunimmt. Diese Kraft kann auf einfache Art festgestellt werden: frisch gewaschene und getrocknete Haare werden vom Kunststoffkamm angezogen und wenn sie sich nicht legen wollen, ist ersichtlich, dass sie sich gegenseitig abstossen. Somit ist es klar, dass ein geladenes Objekt mit seinem elektrischen Feld in benachbarten Gegenständen eine entsprechende Aufladung erzeugt. Dieses Phänomen wird *Influenz* genannt. Sie kann am Beispiel eines Fernsehgerätes gezeigt werden: Die Aufladung des Bildschirms wird um so grösser, je heller das Bild eingestellt ist. Die dadurch auf eine Person induzierte Aufladung verursacht beim Berühren des Bildschirms ein Knistern.

Wenn zwei ungleich aufgeladene Gegenstände in Berührung gebracht werden, entsteht ein Ausgleichsstrom, der eine gewisse Ladung von einem Objekt auf das andere überträgt und allenfalls Schaden anrichtet. Es ist klar, dass antistatische Produkte die Influenz nur durch Abschirmen des elektrischen Feldes verhindern können, was nur mit sehr gut leitendem Material, zum Beispiel Metall, möglich ist. Ein sogenannter antistatischer Boden besitzt diese Eigenschaft nicht.

43 . . . bezüglich Ableitung der Ladung

Die Ableitung der Ladung kann nur mit einem elektrischen Leiter, d. h. durch Ladungsübertragung stattfinden. Mit einem guten Leiter und wenn der elektrische Widerstand klein ist, geht die «Aufhebung» rasch vor sich. Zwei Gründe sprechen jedoch gegen die Verwendung eines perfekten Leiters (mit vernachlässigbar kleinem Widerstand) zur Entladung einer Person. Wenn der Kontakt nicht kontinuierlich und die Aufladung gross genug (grösser als 3000 V) ist, wären erstens die Entladungen schmerzhaft und zweitens – dies ist der Hauptgrund – zufällige Berührungen einer Stromquelle, z. B. des elektrischen Netzes, ein zu grosses Unfallrisiko. Will man dennoch ein Objekt durch Ableitung entladen, muss es selbst leitfähig sein.

Daraus folgt, dass die Entladung im allgemeinen nicht augenblicklich stattfinden kann, und man mit gefährlichen Aufladungen während nicht beliebig kurzen Zeitintervallen rechnen muss. Noch zu klären ist die Frage, ob

conduction électrique, il est évidemment nécessaire que l'objet lui-même soit conducteur.

Il s'ensuit que l'élimination des charges électrostatiques ne peut en général pas se faire instantanément et que, par conséquent, il faut s'attendre à la présence de charges dangereuses pendant des temps non négligeables. La question qui reste à résoudre est de savoir si ces périodes sont suffisamment courtes pour rendre supportable le risque encouru lors de décharges incontrôlées.

Il n'existe pas d'isolant parfait (à résistance infinie). Même l'air est susceptible de contribuer à l'élimination des charges électrostatiques en raison de la présence continue d'une faible quantité d'ions. Il est possible d'accélérer ce phénomène en augmentant la concentration des ions. Il existe dans le commerce des appareils à ioniser l'air qui sont utilisés pour décharger les isolants, que l'on ne peut pas «mettre à terre» d'une autre manière. On rencontre ces dispositifs, par exemple, aux «places de travail protégées» dans les laboratoires d'électronique.

Afin de fixer les idées, quelques valeurs pour le temps de décharge d'une personne dans différentes situations sont indiquées ci-après:

- Place de travail protégée avec bracelet de mise à terre $\approx 0,001$ s
- Local avec danger d'explosion, sol et chaussures spéciaux $\approx 0,01$ s
- Local A ou B selon la norme suisse SN 429001, chaussures spéciales, pas de bracelet 0,1...1 s
- Local avec sol dit antistatique selon DIN 54345, local C selon SN 429001

de quelques secondes à plusieurs heures

Remarque: Dans ce type de local, il est possible qu'une personne active ne soit jamais totalement déchargée.

44 . . . au sujet de la charge sur les personnes

Les manières de charger électrostatiquement un corps sont multiples:

- par séparation
- par frottement
- par transmission
- par influence, etc.

Une personne peut se charger en particulier par le frottement des chaussures sur le sol, en même temps les habits peuvent également se charger par frottement l'un contre l'autre ou contre un siège, une autre partie de la charge peut se transmettre du tuyau de l'aspirateur par contact direct, le tuyau lui-même étant chargé par le frottement de l'air aspiré ainsi que le frottement de l'embouchure contre l'objet à nettoyer. Un écran de télévision peut aussi induire une charge par influence, etc. On constate aisément que le problème de la charge électrostatique des personnes est très complexe et que la seule application de produits antistatiques n'apporte en général qu'une protection insuffisante ou même inefficace. Une exception est constituée par le *bracelet de mise à terre* qui agit seul et à la manière d'un parafoudre: il élimine continuellement la charge apparaissant

diese Zeitintervalle kurz genug sind und dadurch die Gefährdung bei unkontrollierten Entladungen tragbar ist.

Einen idealen Isolator (mit unendlich grossem Widerstand) gibt es nicht. Sogar die Luft ist imstande, wegen ständig vorhandener kleiner Ionenmenge, bei der Entladung mitzuwirken. Durch Erhöhung der Ionenkonzentration lässt sich dieser Vorgang beschleunigen. Auf dem Markt sind Luftionisiergeräte erhältlich, mit denen erdungsunfähige Objekte entladen werden können. Man wendet sie für «geschützte Arbeitsplätze», z. B. in Elektroniklaboratorien, an.

Als Gedankenstütze seien einige Entladezeiten für Personen in verschiedenen Situationen aufgeführt:

- Geschützter Arbeitsplatz mit Erdungsarmband $\approx 0,001$ s
- Explosionsgefährdeter Raum, spezieller Boden und Schuhe $\approx 0,01$ s
- Räume der Klasse A oder B gemäss Schweizer Norm SN 429001, spezielle Schuhe, kein Armband 0,1...1 s
- Räume mit antistatischem Boden nach DIN 54345, Räume der Klasse C nach SN 429001

Sekunden bis Stunden

Bemerkung: In solchen Räumen sind aktive Personen möglicherweise nie vollständig entladen.

44 . . . bezüglich Personenaufladung

Es gibt verschiedenartige Möglichkeiten, Gegenstände elektrostatisch aufzuladen:

- Trennung
- Reibung
- Übertragung
- Influenz usw.

Insbesondere kann eine Person aufgeladen werden, wenn ihre Schuhe am Boden gerieben werden; zugleich können die Kleider durch gegenseitige oder Reibung auf einem Sitz Ladung erzeugen. Ein anderer Ladungsteil kann vom Saugrohr des Staubsaugers übertragen werden, das seinerseits durch die Reibung des Luftstromes und jener der Saugmündung am zu reinigenden Objekt aufgeladen wird. Ausserdem kann der Fernsehbildschirm eine Ladung induzieren usw.

Wie man sieht, ist die Aufladung von Personen ziemlich komplex. Die Anwendung vereinzelter antistatischer Produkte bringt im allgemeinen nur einen ungenügenden oder gar keinen Schutz. Eine Ausnahme bildet das *Erdungsarmband*, das wie ein Blitzableiter wirkt: es leitet die Personenaufladung fortlaufend ab, ist aber unfähig, diese zu verhindern. Ähnlich verhält es sich mit der Kombination leitender Beläge und Schuhe. Für sich allein wirken sie jedoch wenig oder gar nicht.

45 . . . zusammengefasst

Sogenannte antistatische Produkte sind meistens nur unter besonderen Verhältnissen, im Verband mit anderen Erzeugnissen oder mit Zusatzmassnahmen wirksam. So kann eine leitfähige aber nicht geerdete Doppelbodenplatte nur die zwischen Boden und Schuhsohlen entstehende Ladung begrenzen, und zwar nur, wenn die Sohlen ebenfalls leitfähig sind. Wichtig zu wissen ist,

sur la personne, mais il est incapable d'empêcher la production de charges. Il en est de même de la combinaison sol-chaussures conducteurs. Pris isolément, ils n'agissent que peu ou pas du tout.

45 . . . en résumé

Pour la plupart, les produits dits antistatiques ne remplissent leur fonction que dans des situations particulières et en conjonction avec d'autres produits ou en relation avec des mesures additionnelles. Ainsi, une plaque de plancher double conductrice, mais posée sans mise à terre, ne limite exclusivement que la charge produite au niveau sol-chaussures et à condition que les semelles de ces dernières soient également conductrices. Il est donc important de se rendre compte que le système personne-plaque de plancher double peut être chargé par exemple par transmission et représente donc un danger. La mise à terre, mesure supplémentaire, élimine ou atténue ce danger.

Il découle de ce qui précède qu'il serait hautement préférable de ne pas appliquer le terme «antistatique» à des produits ou à des mesures isolés mais d'introduire la notion «d'environnement protégé» ou de «zone protégée». L'environnement protégé résulte de la conjonction de plusieurs produits et de mesures additionnelles; il doit être adapté à chaque situation particulière. Il est primordial de savoir si la protection qu'il offre est suffisante. S'il permet d'éviter les décharges douloureuses, cela ne signifie pas qu'il protège également contre les explosions, par exemple. L'expérience quotidienne montre que le terme «antistatique» suggère trop souvent une fausse sécurité, de même d'ailleurs que l'expression «chaussures de sécurité», par exemple. Le terme «protection» paraît mieux adapté à la réalité.

5 Le test du marcheur

51 . . . selon la norme DIN 54345, 2^e partie

Le but de ce test est de «simuler, dans des conditions proches de la réalité, la production de charges électrostatiques telles qu'elles peuvent apparaître lors de la marche sur un sol textile» [2]. Nous l'avons remarqué plus haut, un sol n'est jamais antistatique à lui seul. En outre le test doit être fait dans des conditions assurant la reproductibilité. C'est pourquoi la norme prescrit entre autres choses, l'utilisation de chaussures normées à semelles entièrement conductrices. Avec cet essai, on détermine la propension à l'accumulation de charges électrostatiques non pas du sol à l'essai, mais du système sol à l'essai/chaussures normées.

Le résultat n'est donc pas valable sans restrictions pour des chaussures à semelles non conductrices. Ce qui est d'ailleurs confirmé aussi bien par nos essais en laboratoire que par l'expérience quotidienne. C'est pourquoi on a renoncé sciemment à indiquer des valeurs limites dans cette norme. La croyance selon laquelle il existerait dans le commerce des sols «antistatiques selon DIN 54345», qui semble être répandue au sein du public non averti, est donc erronée.

52 . . . dans la pratique quotidienne

Le test du marcheur est effectué par différentes institutions aussi bien en Suisse qu'à l'étranger. Prévu à l'ori-

dass der auf der Platte stehende Mensch mit der Platte aufgeladen werden kann – z. B. durch Übertragung – und somit eine Gefahr darstellt. Die Erdung der Platte als Zusatzmassnahme schwächt diese Gefahr ab oder schaltet sie ganz aus.

Daraus folgt, dass es vorzuziehen wäre, den Ausdruck «antistatisch» nicht auf einzelne Produkte oder Massnahmen anzuwenden, sondern den Begriff «geschützte Umgebung» oder «Schutzzone» einzuführen. Der Schutz entsteht durch Kombination mehrerer Produkte und Zusatzmassnahmen. Er muss an jede Situation angepasst werden, und es ist äusserst wichtig zu wissen, ob der gebotene Schutz genügt. Wenn z. B. schmerzhafte Entladungen vermieden werden, sind Explosionen noch nicht ausgeschlossen. Der gebräuchliche Ausdruck «antistatisch» – wie übrigens auch der Ausdruck «Sicherheitsschuhwerk» – täuscht falsche Sicherheit vor. Der Begriff «Schutz» scheint angemessener.

5 Der Begehtest . . .

51 . . . gemäss DIN 54345, 2. Teil

«Die Prüfmethode simuliert unter praxisnahen Bedingungen die Erzeugung elektrostatischer Ladungen, wie sie beim Begehen eines textilen Fussbodenbelages entstehen können» [2]. Ein Bodenbelag für sich ist nicht antistatisch. Der Test muss unter reproduzierbaren Bedingungen durchgeführt werden, weshalb unter anderem die Verwendung normierter Schuhe mit vollständig leitenden Sohlen vorgeschrieben wird. Mit diesem Test wird also nicht die Neigung zur elektrostatischen Aufladung des zu beurteilenden Belages, sondern das System Belag-Normschuhe untersucht.

Das Ergebnis ist somit nicht ohne weiteres auf übliche Schuhe ohne leitfähige Sohlen übertragbar. Dies wird sowohl durch unsere Laborversuche als auch durch die Erfahrung bestätigt.

In der Norm verzichtet man ausdrücklich auf die Angabe von Grenzwerten. Die Meinung, wonach es im Handel «antistatische Bodenbeläge gemäss DIN 54345» gebe, ist somit irrig, aber leider ziemlich verbreitet.

52 . . . in der alltäglichen Praxis

Der Begehtest wird von verschiedenen Institutionen in der Schweiz und im Ausland durchgeführt. Ursprünglich für Textilbeläge vorgesehen, wurde er der Untersuchung von Hartbelägen angepasst. Man verwendet vorzugsweise die von der ISO normierten Schuhe, deren Sohlen weniger gut leiten. Industrie und Gewerbe sind natürlich daran interessiert, das Testergebnis zu Werbezwecken zu nutzen. Da das Publikum im allgemeinen Angaben über die Grenzaufladung nicht verarbeiten kann, wurden Grenzen festgelegt, innerhalb derer ein Belag als «antistatisch» gilt. Diese Grenzen sind unterschiedlich, je nachdem, ob es sich um Textil- oder Hartbeläge handelt. Dies ist erstaunlich, da die Empfindlichkeit auf elektrostatische Entladungen nicht vom Belagstyp abhängt. Ausserdem geht es ausschliesslich darum, schmerzhafte Entladungen zu vermeiden.

Mit andern Worten: Ein als «antistatisch» bezeichneter Belag schützt weder vor schmerzhaften, von Fremdauf-

gine exclusivement pour les sols textiles, il a été adapté pour essayer également les sols durs. On utilise alors plus volontiers la chaussure normée par l'ISO avec des semelles moins conductrices que pour le test de sols textiles. L'industrie et le commerce sont naturellement intéressés à utiliser le résultat de ce test à des fins publicitaires. Comme le public ne sait en général pas interpréter l'indication de la valeur limite de la charge, on a fixé une limite en dessous de laquelle un sol est déclaré «antistatique». Cette limite diffère suivant qu'il s'agit d'un sol textile ou d'un sol dur, ce qui est étonnant, car la sensibilité aux décharges électrostatiques est indépendante du type de sol. En outre, cette limite a été choisie uniquement en vue d'éviter les décharges douloureuses pour les personnes.

En résumé, un sol déclaré «antistatique» ne protège pas contre les décharges douloureuses indirectes, c'est-à-dire contre celles dues à des charges par influence ou par transmission, ni contre les décharges directes et indirectes, perturbatrices pour les systèmes ou appareils électroniques ou destructrices pour les composants électroniques. Il est ainsi évident que l'utilisation faite ici du terme «antistatique» constitue un abus de langage.

6 L'antistatique quotidien

Il serait souhaitable qu'un sol «antistatique» réunisse les deux propriétés d'empêcher la charge, ou du moins de la limiter, lorsqu'il agit en tant que partenaire triboélectrique, et d'éliminer la charge provenant d'une autre source. Pour cela il faut qu'il soit à la fois faiblement triboélectrique et conducteur. En outre, il doit être mis à terre. Or une activité triboélectrique faible en conjonction avec les chaussures normées est obtenue par une bonne conductibilité superficielle. C'est pourquoi certaines définitions techniques du terme «antistatique» sont fondées sur la valeur de la conductibilité superficielle. Des revêtements de sol faits à partir de matériaux à faible résistivité superficielle pourront ainsi être «antistatiques» selon le test du marcheur mais, suivant leur pose, peu capables, voire incapables d'éliminer une charge de provenance quelconque. Ils peuvent même présenter un danger d'électrocution, car s'ils ont une surface conductrice non ou mal mise à terre, ce qui est pensable par exemple pour des planchers doubles, ils peuvent être portés à des potentiels élevés par des fils sous courant tombés accidentellement «à terre». D'autres définitions sont basées, ainsi que nous l'avons vu au paragraphe 52, sur la valeur de la charge limite obtenue par le test du marcheur. Il existe dans le commerce des sols ne possédant pas une bonne conductibilité, ni superficielle ni volumique, qui présentent néanmoins, en conjonction avec les chaussures normées, une faible activité triboélectrique.

A côté de ce type de sols, il existe ce que l'on appelle les sols «conducteurs». Leur matériau de base peut être hautement triboélectrique. On se débarrasse de la charge, produite directement ou indirectement, en ajoutant au matériau de base des composants hautement conducteurs. Dans le cas de sols textiles, il peut s'agir par exemple de fibres d'acier, de carbone ou encore de fibres synthétiques rendues conductrices par vaporisation d'un métal ou par un autre traitement. Pour les revêtements durs, on a recours à des adjonctions mas-

ladungen herrührenden Entladungen noch elektronische Geräte vor störenden oder Komponenten zerstörenden Entladungen, die von Eigen- oder Fremdaufladungen stammen. Offensichtlich verspricht hier der Ausdruck «antistatisch» zu viel.

6 Die alltägliche Antistatik

Ein «antistatischer» Bodenbelag, der einerseits die Aufladung verhindert oder wenigstens begrenzt, wenn er als Reibpartner beteiligt ist, und andererseits Fremdaufladungen aufhebt, wäre wünschenswert. Um dies zu erreichen, müsste er sowohl schwach triboelektrisch als auch ableitfähig und ausserdem geerdet sein. Eine schwache triboelektrische Aktivität in Zusammenhang mit Normschuhen erhält man durch eine gute Oberflächenleitfähigkeit. Deshalb sind gewisse technische Definitionen des Ausdrucks «antistatisch» auf den Oberflächenwiderstand gestützt. Beläge, die einen kleinen Oberflächenwiderstand aufweisen, können im Begehtest «antistatisch» sein, sich je nach Verlegeart jedoch als wenig geeignet oder sogar als unfähig erweisen, Fremdaufladungen zu eliminieren. Sie können unter Umständen sogar eine Elektronunfallgefahr darstellen. Wenn sie, was bei Doppelböden denkbar ist, eine schlecht oder gar nicht geerdete, aber gut leitende Oberfläche besitzen, können sie durch zufällige Berührung mit stromführenden Leitern auf hohe Spannungen gebracht werden. Andere Definitionen verwenden die Grenzaufladung im Begehtest, wie in 52 besprochen. Im Handel sind Beläge erhältlich, die ohne Oberflächen- oder Volumenleitfähigkeit mit den Normschuhen trotzdem schwach triboelektrisch sind.

Neben diesem Typ gibt es die sogenannten ableitfähigen Beläge. Das Basismaterial kann stark triboelektrisch sein, für die Ableitung der Aufladung mischt man gut leitende Komponenten bei. Bei Textilbelägen sind dies etwa Stahl- oder Kohlefasern. Auch metallbedampfte oder durch andere Behandlung leitfähig gemachte Fasern sind möglich. Bei PVC-Hartbelägen verwendet man lokale (an schwarzen Flecken erkennbare) massive Graphitzusätze. Ebenfalls verwendet werden homogen beigemischte Zusätze wie Metallpulver oder Metallfäden. Diese sind manchmal kombiniert, wenn es sich um Kunstharze oder Synthesekautschuk handelt. Dies ergibt die dunkeln oder schwarzen Beläge, die für den Wohnbereich nicht geeignet sind. Solche textilen oder harten Beläge besitzen oft eine gefährlich hohe Volumenleitfähigkeit. Ihr muss man, wenn möglich, mit nicht allzu gut leitenden Klebern entgegenwirken, um den Erdableitwiderstand in Grenzen zu halten (Gefahr von Elektronunfällen bei Berührung mit hohen Spannungen).

Sofern die Schuhe leitfähig sind und der Belag durch richtige Verlegung geerdet ist, wird die beim Gehen entstehende Aufladung fortwährend über den am Boden bleibenden Fuss abgeleitet. Es ist möglich, an einer gehenden Person kurze Aufladungsspitzen zu beobachten, die einige tausend Volt erreichen, deren Dauer aber auf eine Tausendstelsekunde bis eine Sekunde begrenzt bleibt, was so kurz ist, dass eine Anhäufung der Aufladung im allgemeinen verunmöglicht wird. Sind die Schuhsohlen auf der ganzen Fläche leitfähig (was nicht

sives et ponctuelles de graphite lorsqu'il s'agit de PVC, ce qui occasionne les taches noires, ou alors d'adjonctions homogènes de graphite, de poudre ou de fils métalliques. Quelquefois l'on combine plusieurs adjonctions, dans le cas des résines ou des caoutchoucs synthétiques, d'où les sols très foncés ou noirs non utilisables dans les locaux habités. Ces revêtements, textiles ou durs, ont souvent une conductibilité volumique dangereusement élevée et il est nécessaire d'utiliser, si possible, des colles pas trop conductrices pour leur pose, afin que la résistance de fuite à la terre soit augmentée (pour éviter le danger d'accident en cas de contact fortuit avec un conducteur sous tension).

Lors de la marche, la charge produite en soulevant un pied est rapidement éliminée par celui qui reste en contact avec le sol, à condition que les chaussures soient également conductrices et que le sol soit mis à la terre correctement par l'intermédiaire de la colle. On peut observer lors de la marche, de courtes pointes pouvant atteindre plusieurs milliers de volts, dont la durée est limitée à des valeurs comprises entre un millième de seconde et une seconde. Ce phénomène est tellement rapide qu'en général une accumulation de charges est impossible. Lorsque la semelle des chaussures est conductrice sur toute sa surface, ce qui n'est pas toujours le cas, et si la pointe de la chaussure en train d'être soulevée est en contact avec une fibre ou une zone conductrice, événement dont la fréquence dépend de la densité de ces dernières, la charge est directement éliminée au niveau de la semelle et n'apparaît plus sur la personne. Il en est de même pour les sols conducteurs exclusivement en surface. Cependant, les sols dits conducteurs, lorsqu'ils sont correctement posés, éliminent aussi les charges provenant d'autres sources. Le risque présenté par ces courtes pointes de tension est généralement négligeable comparativement à celui engendré par les sols exclusivement peu triboélectriques.

L'industrie suisse offre des revêtements durs (PVC), dont les propriétés «antistatiques» sont obtenues par des adjonctions d'additifs hygroscopiques qui assurent une conductibilité aussi bien superficielle que volumique. S'ils sont correctement posés, c'est-à-dire sur une dalle conductrice mise à terre et avec une colle conductrice, ils réunissent les deux propriétés souhaitées: ils sont à la fois faiblement triboélectriques et conducteurs. C'est pourquoi ces sols sont vendus sous la dénomination d'«antistatique» afin que l'on puisse les distinguer des sols «conducteurs». Les premiers sont en principe exempts de graphite et obtenables en coloris clairs, sans les taches noires des sols dits conducteurs.

L'expérience montre que ce dernier type de revêtement offre la meilleure protection comparativement aux autres. Les additifs hygroscopiques se saturent d'eau provenant de l'humidité de l'air, même lorsque celle-ci est faible. Il se forme ainsi sur la surface un film d'eau continu qui assure, en plus de la conductibilité superficielle, un excellent contact électrique entre le sol et la chaussure.

L'inconvénient de ce film d'eau est qu'il exige une pose particulièrement soignée: si on laisse le temps à une peau de se former sur la colle par dessèchement, le film d'eau risque de compromettre la bonne adhérence du revêtement. Le comportement à long terme de ce type

immer der Fall ist) und steht die Spitze des gerade abhebenden Schuhs mit einer leitfähigen Stelle in Kontakt (was von der Dichte dieser Stellen bestimmt wird), kann die Ladung eliminiert werden, ohne an der gehenden Person messbar zu sein. Dies ist gleich wie bei Böden, die ausschliesslich eine Oberflächenleitfähigkeit aufweisen. Sogenannte ableitfähige Böden sind, wenn korrekt verlegt, jedoch imstande, auch Fremdaufladungen abzuleiten. Das sich wegen der kurzen Aufladungsspitzen ergebende Risiko ist im Vergleich zu jenem mit ausschliesslich schwach triboelektrischen Böden im allgemeinen vernachlässigbar.

Die Schweizer Industrie bietet Hartbeläge (PVC) an, deren «antistatische» Eigenschaften (gute Oberflächenleitfähigkeit und gute Volumenleitfähigkeit) durch hygroskopische Zusätze erreicht werden. Bei einwandfreier Verlegung, d. h. heisst mit leitfähigem Kleber auf ableitfähigem Unterlagsboden, vereinigen sie die erwünschten Eigenschaften: sie sind zugleich schwach triboelektrisch und ableitfähig. Sie werden, im Unterschied zu den nur «ableitfähigen», als «antistatisch» angepriesen. Sie sind im Prinzip ohne Graphit (ohne schwarze Flecken) in hellen Farben erhältlich.

Erfahrungsgemäss bietet dieser Belagstyp den besten Schutz. Die hygroskopischen Zusätze sättigen sich mit Wasser aus der Luftfeuchtigkeit, auch wenn diese gering ist. Dadurch entsteht auf der Belagsfläche ein Wasserfilm, der ausser der Oberflächenleitfähigkeit einen ausgezeichneten elektrischen Kontakt zwischen Belag und Schuhsohle garantiert. Nachteilig wirkt sich dieser Film beim Verlegen aus: wenn der Kleber Zeit hat, eine angetrocknete Haut zu bilden, ist die gute Haftung in Frage gestellt; daher ist grosse Sorgfalt geboten. Das Langzeitverhalten dieses Typs ist noch ungewiss, eine sechsjährige Erfahrung lässt jedoch eine rechte Lebensdauer erwarten.

Der ableitfähige Belagstyp bietet auch einen guten Schutz, stellt aber zugleich das Problem des elektrischen Kontakts mit der Schuhsohle her. Bei Hartbelägen ist die Güte dieses Kontakts stark von der Luftfeuchtigkeit und der Sauberkeit abhängig, weil der Wasserfilm fehlt. In ungünstigen Fällen kann der Erdableitwiderstand die zulässigen Grenzen weit übersteigen, was die Schutzwirkung stark beeinträchtigt.

Bei zusammengedrückten Textilbelägen zufolge Begehung können die leitfähigen, aber weniger elastischen Fasern unter die isolierenden gestossen werden. Insbesondere bei Noppenteppichen kann der vollständige Verlust der Schutzwirkung schon sechs bis zwölf Monate nach der Verlegung eintreten. Nadelfilze scheinen dieser Degradation besser standzuhalten, eine definitive Aussage ist aber noch verfrüht.

Der sogenannte «antistatische», schwach triboelektrische Belag bietet den verhältnismässig kleinsten Schutz. Besitzen solche Beläge eine Oberflächenleitfähigkeit, so können sie die gleichen Kontaktprobleme wie die «ableitfähigen» verursachen. Bei richtiger Erdung, was häufig und besonders für Doppelbodenplatten verhältnismässig einfach zu bewerkstelligen ist, würden diese mit einer Querleitfähigkeit versehenen Böden einen ähnlichen Schutz wie die «ableitfähigen» bieten.

de sol est encore mal connu, mais une expérience de six ans montre que l'on peut s'attendre à une bonne durée de vie.

Le type de revêtement dit «conducteur» offre également une bonne protection, mais pose le problème du contact électrique entre sol et chaussures. Avec les revêtements durs, la qualité de ce contact dépend largement de l'humidité de l'air et de la propreté du sol, parce que le film d'eau manque. L'expérience montre que, dans des cas défavorables, la résistance de fuite à la terre peut dépasser de beaucoup la limite admissible, ce qui compromet la protection.

Dans le cas des sols textiles, le tassement dû à la marche peut causer l'enfouissement sous les fibres isolantes des fibres conductrices moins élastiques. La perte totale de l'effet de protection, en particulier pour les moquettes bouclées, peut apparaître déjà six mois à une année après la pose. Seuls les feutres aiguilletés semblent bien résister à cette dégradation, mais les expériences faites portent sur une période trop courte pour que l'on puisse se prononcer définitivement à ce sujet.

Le type de sol faiblement triboélectrique offre comparativement la protection la plus faible. Lorsqu'ils sont conducteurs superficiellement, ces revêtements peuvent engendrer les mêmes problèmes de contact électrique que les sols «conducteurs». Cependant, si on les mettait correctement à terre – ce qui serait souvent relativement aisé, surtout pour les planchers doubles – ces derniers revêtements à conductivité transversale pourraient offrir le même degré de protection que les revêtements dits «conducteurs».

7 Que dit la norme suisse SN 429001

La norme suisse, parue en 1984, porte le titre: «Charge électrostatique, classification et équipement des locaux.» Elle a pour objet de classer les locaux dans lesquels des appareils, des circuits ou des composants électroniques sont fabriqués, essayés, réparés ou mis en service. Elle définit les exigences relatives à l'équipement de ces locaux en vue de la protection contre les décharges électrostatiques. La classification correspond aux moyens de limiter la charge électrostatique ou d'empêcher ses conséquences nuisibles.

Dans les expressions «limiter la charge» et «empêcher ses conséquences nuisibles», on retrouve l'idée d'environnement protégé. Mais, rappelons-le, le terme «antistatique» n'est pas utilisé. La classification des locaux est fondée sur le degré de protection et comprend les catégories suivantes:

- Classe A Locaux avec protection accrue
- Classe B Locaux avec protection faible
- Classe C Locaux sans protection efficace

La classification des locaux fait appel à la résistance de perte à la terre en tant que grandeur déterminante. La norme stipule expressément que l'utilisation de matériaux dits antistatiques ne suffit pas pour satisfaire aux exigences concernant l'équipement des locaux. Elle rend en outre attentif au fait que les perturbations dues à des décharges électrostatiques ne peuvent pas être

7 Was die Schweizer Norm SN 429001 dazu sagt

Die 1984 herausgegebene Schweizer Norm trägt den Titel «Elektrostatische Aufladungen, Klassifizierung und Ausstattung von Räumen». Ihr Zweck ist, Räume zu klassifizieren, in denen elektronische Geräte, Baugruppen oder Komponenten hergestellt, geprüft, repariert oder betrieben werden. Sie legt die für den Schutz gegen elektrostatische Aufladungen massgebenden Anforderungen an ihre Ausstattung fest. Die Einteilung geschieht entsprechend den Möglichkeiten, die Entstehung elektrostatischer Aufladungen zu begrenzen oder ihre schädlichen Auswirkungen zu verhindern.

In den Ausdrücken «die Entstehung elektrostatischer Aufladungen zu begrenzen» und «ihre schädlichen Auswirkungen zu verhindern» versteckt sich die Idee der geschützten Umgebung. Es sei aber hier wiederholt, dass der Ausdruck «antistatisch» nicht verwendet wird. Die Klassifikation stützt sich auf den Schutzgrad nach:

- Klasse A Räume mit erhöhtem Schutz
- Klasse B Räume mit geringem Schutz
- Klasse C Räume ohne wirksamen Schutz

Bei der Einstufung in Raumklassen wird der Erdableitwiderstand als Klassifizierungsgrösse verwendet. Die Norm besagt ausdrücklich, dass die Verwendung von sogenannten antistatischen Materialien keine ausreichende Gewähr für die Erfüllung der Anforderungen bietet. Ausserdem macht sie darauf aufmerksam, dass die Störungen durch elektrostatische Aufladungen nicht absolut verhindert, sondern nur auf ein tragbares Mass beschränkt werden. Je nach Klasse muss der Erdableitwiderstand folgende Werte einhalten:

- Klasse A höchstens 100 M Ω (Megohm)
- Klasse B höchstens 1000 M Ω
- Klasse C unkontrolliert

Die Norm empfiehlt, für Raumklasse C nur (textile) Beläge zu verwenden, die im Begehtest eine Aufladung kleiner als 2 kV ergeben. Somit ist es klar, dass der Schutz durch sogenannte antistatische Beläge, wenn er nicht bestritten wird, als ungenügend zu betrachten ist.

8 Schlussfolgerungen

Von verschiedener Seite ist zu vernehmen, in ein paar Jahren sei es möglich, auf antistatische Böden zu verzichten, da bis dann die elektronischen Geräte einen vollständigen Schutz gegen elektrostatische Entladungen besässen. Hier ist aber Vorsicht geboten, denn ein fast absoluter im Gerät eingebauter Schutz, obschon denkbar, ist verhältnismässig problematisch und vor allem mit hohen Kosten verbunden. Andererseits ist die Empfindlichkeit der Elektronikkomponenten sowie deren Packungsdichte im Steigen. Diese Entwicklung zeigt eher, dass man in Zukunft den Schutzgrad der gegebenen Immunität der Geräte und Installationen sowie der geforderten Betriebssicherheit wird anpassen müssen. Die Schweizer Norm SN 429001 berücksichtigt dies, indem sie von den Geräten eine Mindestimmunität verlangt. In Raumklasse C, wo es nicht möglich ist, von der Umgebung einen Schutz zu fordern, da es sich beispielsweise um Wohnungen handelt, müssen die Geräte

évitées de manière absolue, mais maintenues dans des limites acceptables. La résistance de perte à la terre des sols posés doit avoir les valeurs suivantes:

- Classe A au plus 100 mégohms
- Classe B au plus 1000 mégohms
- Classe C incontrôlée

La norme recommande de n'utiliser pour les locaux de classe C que des revêtements (textiles) pour lesquels la charge dans le test du marcheur reste inférieure à 2 kV. Il est donc clair que la protection offerte par les sols dits «antistatiques», si elle n'est pas contestée, n'est pas jugée suffisante.

8 Conclusions

Divers auteurs prétendent que dans quelques années on pourra renoncer aux sols antistatiques, étant donné que les appareils électroniques seront munis d'une protection totale contre les décharges électrostatiques. Une grande prudence est ici de rigueur, car si une protection presque absolue au niveau de l'appareil est imaginable, elle reste relativement problématique et surtout coûteuse. En outre, la sensibilité des composants électroniques va croissant, de même que leur densité d'utilisation dans les circuits. Cette évolution montre plutôt que l'on sera amené à choisir le degré de protection en fonction du degré d'immunité des appareils et des installations, ainsi que de la sécurité de fonctionnement requise. La norme SN 429001 tient grossièrement compte de ces faits en demandant une immunité des appareils. Dans les locaux de classe C, où il n'est pas possible d'imposer des mesures de protection en ce qui concerne l'environnement, puisqu'il s'agit, par exemple, d'appartements, il faut que les appareils électroniques puissent résister à des décharges allant jusqu'à 15 kV (quinze mille volts). Dans la classe B, qui concerne les locaux d'exploitation généraux (par exemple, des centrales électriques, les locaux d'exploitation d'ordinateurs), ils doivent pouvoir supporter des tensions jusqu'à 4 kV, mais le personnel doit être instruit. Dans la classe A où l'on travaille sur des appareils électroniques

Entladungen bis 15 000 V widerstehen können. In der Klasse B, allgemeine Betriebsräume, z. B. in Kraftwerken oder Computer-Betriebsräumen, wird eine Immunität bis 4000 V verlangt; das Personal muss aber instruiert sein. In Raumklasse A, wo beispielsweise an offenen Geräten gearbeitet wird, die hochempfindlich sein können, ist es klar, dass das Personal besonders instruiert sein muss und Zusatzmassnahmen zu treffen sind, indem etwa Erdungsarmbänder getragen und strenge Manipulationsregeln beachtet werden müssen.

Damit ist der Problemkreis umschrieben und gezeigt, dass der Begriff «antistatisch» auf Bodenbeläge bezogen eine ziemlich komplexe Bedeutung hat. Man tut gut daran, ihn mit Sorgfalt zu verwenden und von Fall zu Fall neu zu umschreiben, um sicherzustellen, dass beim Verlegen eines Bodens der richtige Schutzgrad erreicht wird.

► à «cœur ouvert», il est clair que la vulnérabilité est accrue et que le personnel devra être spécialement instruit. En outre, les mesures de protection devront être complétées par le port d'un bracelet de mise à terre et en respectant des règles de manipulation sévères.

Un survol des problèmes posés par les revêtements de sol a été effectué et il a été montré que la notion d'«antistatique» est assez complexe. En particulier, on fera bien de n'utiliser ce terme qu'avec prudence et de le redéfinir pour chaque nouvelle situation afin d'être sûr que les personnes responsables de la pose d'un sol choisissent vraiment le degré de protection requis.

Bibliographie

- [1] Schweizer Norm SN 429001. Elektrostatische Aufladungen. Klassifizierung und Ausstattung von Räumen.
- [2] DIN-Norm DIN 54345 Teil 2. Prüfung von Textilien; Beurteilung des elektrostatischen Verhaltens, Prüfung textiler Fussbodenbeläge im Begehversuch.

Die nächste Nummer bringt unter anderem

Vous pourrez lire dans le prochain numéro

10/85

Brand H. Gysel H.	Einstrahlstörungen bei Kabelverteilanlagen für Fernsehprogramme
Hostettler R.	Comtex – Le projet des services de messagerie électronique Comtex – Il progetto di servizi di messaggiera elettronica
Wiederkehr A.	Neukonzept für die EDV-Bewirtschaftung des Fernmeldematerials
English part	
Novák R.	Potential of visual damage by laser radiation in optical communication