

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 90 (1999)

Heft: 25

Artikel: Eine Gefahr für die Gesundheit : zur Relevanz elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder

Autor: Klitzing, Lebrecht von

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-902030>

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: 06.02.2025

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

Eine Gefahr für die Gesundheit

Zur Relevanz elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder

In wenigen Monaten werden weltweit 500 Millionen Handys in Gebrauch sein. Die aktuellen Grenzwerte sind zu hoch, um die steigende Belastung des Menschen durch diese und andere elektronische Geräte zu verhindern. Bis heute berücksichtigen die Verordnungen lediglich die thermischen Effekte der nichtionisierenden Strahlung. Langzeitwirkungen der Strahlung, Wechselwirkungen mit anderen Umweltbelastungen sowie generell die nichtthermischen Wirkungen bleiben unbeachtet.

Die rasant zunehmende Verbreitung der Elektronik hat in der Gesellschaft die Frage aufgeworfen, ob hierdurch gesundheitliche Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Anlass sind vor allem die immer wieder zitierten Hinweise von bestimmten Krankheitsformen in der Nähe von Hochspannungsleitungen und Funkanlagen.

Die ersten Erkenntnisse über Krankheiten, die in einem Zusammenhang mit Stromversorgungseinrichtungen zu stehen schienen, sind schon vor mehr als zwanzig Jahren zusammengetragen worden. Dabei ging es um die Frage, ob Hirntumoren gehäuft in der Nähe von solchen Anlagen auftreten. Die widersprüchlichen Publikationen hierzu haben in der Bevölkerung eine Unsicherheit hinterlassen, die mit der in den letzten Jahren begonnenen flächendeckenden In-

stallation drahtloser Telekommunikationsanlagen potenziert wurde. Die Betreiber der Anlagen, aber auch die politischen Institutionen versuchen die Diskussion durch den Hinweis auf die nach ihrer Einschätzung ausreichend strengen Grenzwerte zu beruhigen. Nicht jeder Bürger weiss aber, dass sich die Grenzwerte der International Commission of Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) und die Argumentation der WHO lediglich auf die sogenannten thermischen Effekte der Strahlung beziehen.

Ursache hierfür ist der gedankliche Ansatz, dass eine Wirkung elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder ausschliesslich über Influenz, Induktion oder Energieeinkopplung erfolgen kann. Während die Influenz als elektrische Feldwirkung nur an der Hautoberfläche möglich ist und dort zu Potentialverschiebungen führt, wird die induktive Wirkung durch biologisches Gewebe (z.B. Haut) nicht gedämpft, kann also im gesamten Körper wirken. Die Energieeinkopplung durch elektromagnetische Felder mit der thermodynamischen Folgereaktion wird mit zunehmender Frequenz an die Oberfläche verlagert.

Werden diese physikalischen Gesetzmässigkeiten zugrunde gelegt, dann kommt es entweder an der Körperoberfläche oder im Körper zu elektrischen Potentialverschiebungen, also Fremdströmen, die mit körpereigenen Strömen interferieren können. Die Grenzwertregulierung soll sicherstellen, dass diese Situationen auf ein unbedenkliches Mass reduziert werden.

Die Absorption elektromagnetischer Feldenergie führt entsprechend dem Energieerhaltungssatz überwiegend zu einer Umsetzung in thermische Energie. Bei der Grenzwertfestlegung ist man davon ausgegangen, dass eine kritische Temperaturerhöhung dann gegeben ist, wenn sich innerhalb von sechs Minuten die Körpertemperatur um 0,5 K erhöht. Die gesamten Berechnungen und Tests wurden an einem Strommodell durchgeführt, also an einem System, das nicht die besonderen Charakteristika eines intakten Biofunktionssystems aufweist. Um

einen möglichst gewebeäquivalenten Absorber zu haben, wurde die Energieeinkopplung elektromagnetischer Felder teilweise auch an Leichen experimentell ermittelt. Wie beim Strommodell ist auch

Mit diesem Beitrag setzen wir die Serie «Streitpunkt Elektrosmog» fort. Kritik, Anregungen und eigene Beiträge unserer Leser sind jederzeit willkommen. In dieser Ausgabe schreibt der Medizin-Physiker Lebrecht von Klitzing, der sich seit 1983 mit den Wirkungen elektromagnetischer Felder auf den Menschen beschäftigt. Von Klitzings Arbeiten sind in der Wissenschaft umstritten. Wir wollen den Beitrag deshalb nicht unkommentiert lassen und nehmen ab Seite 21 Stellung zu einigen der hier vertretenen Thesen. Andere Beiträge zu dieser Serie sind in den Ausgaben 17/99 und 19/99 erschienen.

hier die Kritik daran zu üben, dass das gesamte Funktionsmodell der Bioregulation nicht im geringsten Berücksichtigung findet.

Dass die Grenzwerte, wie sie heutzutage in Europa festgelegt sind, nicht ausreichen, zeigt die Zunahme besonderer Erkrankungen, die eine deutliche Korrelation zu Expositionen in schwachen gepulsten Feldern aufweisen. Viele dieser gesundheitlichen Beeinträchtigungen sind objektiv nachweisbar und somit auch klinisch gut belegt.

Zu hohe Grenzwerte

Von Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder und durch sie verursachten Beschwerden sind häufig Menschen betroffen, die in unmittelbarer Nachbarschaft von Energieversorgungssystemen wohnen. Da diese Bevölkerungsgruppe zunächst zahlenmässig gering war, wurde sie in der öffentlichen Diskussion lange Zeit nicht bemerkt. Dies hat sich mittlerweile massiv insofern geändert, als in den letzten Jahren auch andere Bevölkerungsgruppen von ähnlichen Gesundheitsproblemen betroffen waren.

Adresse des Autors

Dr. Lebrecht von Klitzing
Medizinische Universität zu Lübeck
Ratzeburger Allee 160, D-23538 Lübeck

Umweltmediziner sind sich heute darin einig, dass sich eine allgemeine Elektrosensibilität entwickelt hat. Hier geht es um die Wirkung elektrischer und magnetischer Felder auf den Menschen im Intensitätsbereich mehrerer Größenordnungen unterhalb der Grenzwerte. Vor allem Feldeinflüsse im Ruhe- oder Schlafbereich scheinen ein fundamentales Problem darzustellen, da hier schon elektrische Felder von weniger als 1 V/m das Allgemeinbefinden massiv stören können, und dieses bei einem von der Icnirp festgelegten Wert von 5000 V/m. Problematisch für die Durchführung und Bewertung einer systematischen Studie ist jedoch, dass diese Empfindlichkeit nach derzeitiger Kenntnislage nicht monokausal als reine Feldwirkung zu sehen ist. Häufig spielen andere Einflüsse wie eine Empfindlichkeit gegenüber Chemikalien (z.B. Pestizide, Insektizide, Holzschutzmittel) eine zusätzliche wesentliche Rolle. Im Rahmen der Vorsorge sollten aber auch diese Personengruppen berücksichtigt werden. Ähnlich sieht es aus mit den 50-Hz-Magnetfeldern, die bei den Sensiblen eine Wirkung im Bereich von 0,1 μ T und weniger haben (Grenzwert nach Icnirp: 100 μ T).

Allein die Tatsache, dass nicht jeder gleich empfindlich ist, also nicht jeder gleich auf eine schwache Feldexposition reagiert, ist für die Verantwortlichen Grund genug, die vielfältigen Hinweise auf gesundheitliche Beeinträchtigungen nicht zu berücksichtigen. Die Argumen-

tation, dass in entsprechenden Versuchsreihen mit gesunden Probanden ein unmittelbarer Nachweis nicht gefunden wurde, täuscht darüber hinweg, dass das Biosystem im Verlauf der Expositionsdauer offensichtlich empfindlicher gegenüber diesen Feldern wird. Auch der Hinweis, dass das Wirkungsmodell fehlerhaft sein kann, kann nicht als Argumentationshilfe benutzt werden. Darüber hinaus ist allen aktuellen Grenzwerten gemein, dass der Zeitfaktor nicht berücksichtigt ist. Die Modellvorstellungen gehen davon aus, dass eine Feldwirkung unmittelbar erfolgen muss. Die Erkenntnisse der Toxikologie, die sehr wohl zwischen einer akuten und einer chronischen Toxizität unterscheidet, sollten auch hier Berücksichtigung finden. Sicherlich ist die Problematik darin begründet, dass die in die Strahlenschutzgremien berufenen Berater selten das notwendige Fingerspitzengefühl für biologische Zusammenhänge haben. Somit ist es auch nicht verwunderlich, dass auf die magnetischen und elektrischen 50-Hz-Felder im Wohnbereich hingewiesen wird, wenn Haushaltsgeräte wie Staubsauger, Küchenmaschinen, Haartrockner oder elektrische Rasierapparate betrieben werden. Dass deren Gebrauch im Tagesablauf und die damit verbundenen Expositionen sich im allgemeinen im Minutenbereich bewegen, bleibt unerwähnt.

Vielleicht ist das Problem darin begründet, dass in den politischen Entscheidungsgremien der Schutz gegen ionisie-

rende und nichtionisierende Strahlung in den gleichen Gremien zusammengefasst ist und somit die Philosophie des Strahlenschutzes für beide Bereiche die gleiche ist. Die Wirkungsmechanismen dieser beiden Strahlenarten sind jedoch keineswegs identisch.

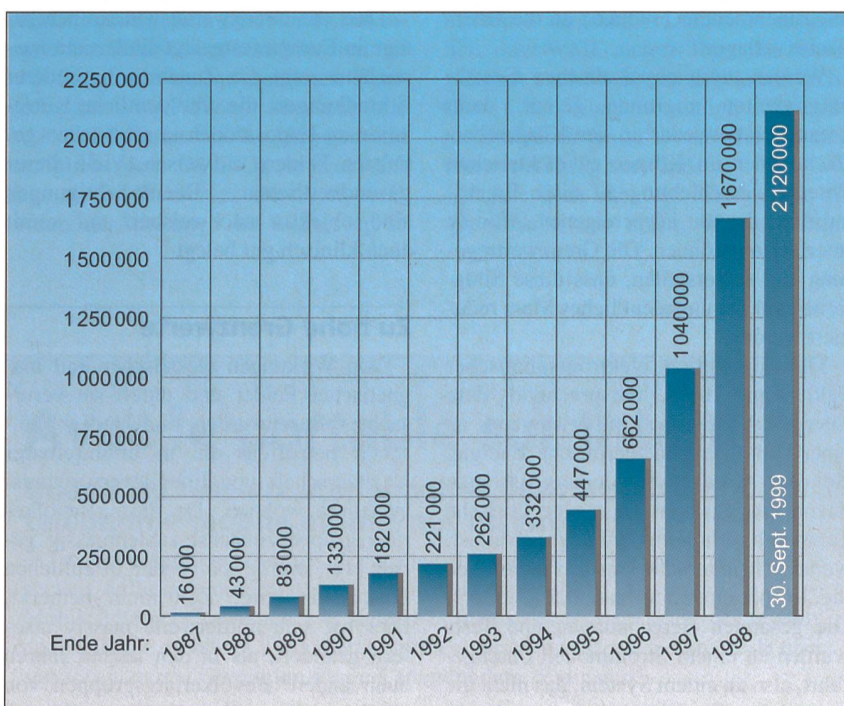
Hochfrequente Strahlung

Neben den gesundheitlichen Problemen im Zusammenhang mit der 50-Hz-Versorgung häufen sich die Hinweise seit dem Betrieb neuartiger Telekommunikationssysteme. Im Mittelpunkt der Diskussion stehen der GSM- und der DCS-Standard im Bereich um 950 MHz und 1800 MHz. Vergessen wird dabei häufig ein dritter Emittent, nämlich das schnurlose Dect(Digital Enhanced Cordless Telecommunications)-Haustelefon. Allen gemeinsam ist ein besonderes digitales Übertragungsverfahren: auf den HF-Träger wird die digitalisierte Information in kurzen Zeitschlitzten aufmoduliert. Die Wiederholfrequenz dieser Zeitschlitzte liegt für GSM und DCS bei 217 Hz und bei 100 Hz beim Dect-Haustelefon.

Von der GSM- und der DCS-Basisstation werden in jedem Kanal acht Zeitschlitzte bedient, so dass hier konkret neben den systembedingten 217 Hz auch ein Signal mit der achtfachen Frequenz ununterbrochen emittiert wird.

Auf diese konstante Periodizität reagiert das biologische System mit einer Kaskade von gesundheitlichen Beeinträchtigungen (Schlaflosigkeit, Konzentrationsstörungen, Kopfschmerz, Ohrensausen), wenn der Mensch sich über längere Zeit diesen Feldern aussetzt. Und genau dies ist in der Nähe von GSM- und DCS-Basisstationen und im Haus im Bereich der Dect-Anlage gegeben. Hier erfolgt eine ununterbrochene Emission der periodischen HF-Pulse. Wenig bekannt ist, dass dieses auch für das Dect-Telefon gilt. Das mit 100 Hz getaktete HF-Feld (rund 1800 MHz) wird fortlaufend abgestrahlt, auch wenn nicht telefoniert wird.

Die Berichte der Betroffenen zeigen immer das gleiche durchaus klinisch manifestierte Bild: es beginnt mit Schlaflosigkeit, Konzentrationsstörungen und andauernder Müdigkeit, steigert sich dann nach einigen Wochen zu akutem Kopfschmerz und Ohrensausen (Tinnitus) und erreicht einen kritischen Wert dann, wenn sich Herzrhythmusstörungen, Atembeschwerden und periphere Durchblutungsstörungen einstellen. Werden in diesem Stadium Kinder dem Arzt vorgestellt, dann führt die weiterführende Diagnose häufig zu dem Erscheinungsbild der nicht



Rapide Zunahme der Natel-Abonnemente (Quelle: Swisscom)

ausgereiften Blutkörperchen (Erythrozyten). Die Konsequenz ist hier eine mangelhafte Sauerstoffversorgung mit schwerwiegenden Folgen. Interessant ist die Tatsache, dass eine Entfernung aus dem näheren Senderbereich oder ein Abschalten der Dect-Anlage zu einer Normalisierung innerhalb weniger Wochen führt.

Besonders kontrovers wird jede Diskussion, wenn versucht wird, rein von der energetischen Ebene die Feldwirkungen zu erklären. Es wird damit argumentiert, dass die emittierten HF-Leistungen zu gering sind, um eine physikalische oder chemische Reaktion in irgendeiner Form zu beeinflussen. Die klinische Erfahrung, dass die Realität anders aussieht, wird schlichtweg ignoriert mit dem Hinweis, dass ein Wirkungsmodell fehlt. Der Standpunkt der Betreiber wird noch zusätzlich unterstützt durch die derzeit gegebene Praxis der Grenzwertregelung. Obgleich auch seitens der Weltgesundheitsorganisation (WHO) eine athermische Wirkung elektromagnetischer Felder anerkannt ist, ist diese Erkenntnis offensichtlich bis heute nicht bis zur Icnirp vorgedrungen. Aber auch die WHO sieht kein unmittelbares Gefährdungspotential, da eine akute Wirkung schwacher Felder unterhalb der Grenzwerte bisher nicht nachweisbar ist. Und hierin liegt das eigentliche Problem: der Zeitfaktor findet keine Berücksichtigung. Ein schwaches Signal, das vom biologischen System in irgendeiner Form erkannt und weiterverarbeitet wird, kann langfristig zu einer aus der Gesamtkonstitution gegebenen Reaktionskette führen. Hieraus folgt auch, dass es sich bei den athermischen Feldwirkungen nicht zwingend um einen monokausalen Effekt handelt. Dieser Umstand ist letztlich der Grund, dass die immer wieder geforderte statistische Erhebung der Feldwirkungen nicht durchführbar ist. Das physikalische Strommodell, an dem die Grenzwerte entwickelt worden sind, war eindeutig zu definieren, das komplexe Biosystem Mensch ist es nicht.

Epidemiologische Studien

Bleibt also die bei Statistikern so beliebte epidemiologische Studie, also in erster Linie eine retrospektive Analyse. Jedem sollten hier eigentlich Zweifel kommen, denn eine statistische Bewertung des Einflusses einer Störgrösse ist nur dann möglich, wenn alle sonst noch einflussnehmenden Parameter bekannt sind. In der Wissenschaft ist man sich darüber einig, dass dieses bei einem komplexen Biosystem nicht gegeben ist. Alle

Bemühungen der WHO, in den nächsten Jahren alle noch offenen Fragen beantwortet zu haben, sind bei der derzeitigen Vorgehensweise zum Scheitern verurteilt.

Die diesbezüglichen von den internationalen Institutionen finanziell geförderten Projekte haben wenig Aussicht auf Erfolg, da man sich hier zu sehr an die derzeitigen physikalischen Wirkungsmodelle klammert.

Zahlreiche internationale Studien haben grundsätzlich belegt, dass in der strengen Periodizität der Feldänderungen, sowohl im Bereich der Energieversorgung als auch bei den gepulsten elektromagnetischen Felder offensichtlich eine biologische Relevanz liegt.

Veränderungen der Hirnströme bei Tieren, aber auch beim Menschen durch schwache Felder, ob elektrisch oder magnetisch im 50/60-Hz-Bereich oder auch im gepulsten HF-Feld, sind überprüfbar und nachvollziehbar. Wenn wiederholt von verschiedenen Seiten behauptet wird, dass Mobilfunk die Hirnströme nicht verändert (*Bulletin SEV/VSE* 19/99), dann sollten auch die Versuchsbedingungen und die Fragestellung genannt werden. Bei der zitierten «Münchener Studie» ging es ausschliesslich um den Nachweis einer spontanen, also akuten Wirkung. In der Studie wird unmissverständlich klargestellt, dass mit ihr keine Aussage über Langzeitexpositionen gemacht werden kann. Somit ist also die im Titel gemachte Behauptung «Keine Änderung der elektrischen Hirnaktivität durch Handy-Strahlung» nur für den unmittelbaren Effekt richtig. Dieses Beispiel soll zeigen, dass hier durchaus bewusst bestimmte Ziele verfolgt werden. Dies gilt vor allem auch dann, wenn immer wieder versucht wird, jede Feldwirkung über die thermodynamischen Gesetzmässigkeiten zu erklären. (Anm. d. Red.: Der Titel des kritisierten Beitrags im *Bulletin SEV/VSE* 19/99 wurde von der Redaktion gewählt.)

Es ist nicht der Energieeintrag, der zum athermischen Effekt führt, sondern in der Charakteristik der Feldänderung steckt eine Information, die in der weiteren vielschichtigen Reaktionskette der Bioregulation dann falsch- oder fehlinterpretiert wird. Ist das Biosystem schon durch andere Einflüsse vorbelastet, kann eine Störung im gesamten Biofunktionsablauf schon nach kurzer Expositionszeit erfolgen. Dass die strenge Periodizität ein hohes Wirkungspotential besitzt, konnte vielfach nachgewiesen werden, wenn bei identischen Leistungsflussdichten die Periodizität der Feldänderung aufgehoben (Frequenz-Jitter) oder das Signal-Rausch-Verhältnis durch eine Überlagerung reduziert wurde.

Die Argumentation, dass zu den neuartigen Modulationsverfahren entsprechende Daten hinsichtlich einer biologischen Wirkung nicht bekannt seien, ist somit nicht richtig, denn schon vor Einführung dieser Technik waren diese wissenschaftlichen Daten bekannt.

Gibt es eine Lösung?

Die derzeit gegenläufigen Argumentationen zur biologischen Wirkung schwacher Felder lässt angesichts der Expansion auf dem Multimediemarkt den Biowissenschaftlern und Umweltmedizinern immer weniger Spielraum, die Politik für die hier aufgeführte Problematik zu sensibilisieren. Das Argument der mit der Telekommunikation gesicherten hohen Beschäftigungszahlen steht ungeachtet des möglichen Gefährdungspotentials im Vordergrund. Noch bedenklicher ist die Tatsache, dass etablierte Institutionen der Forschungsförderung entweder keine Gelder zur Verfügung stellen oder nur einen auserwählten, mit der Industrie kooperierenden Kreis berücksichtigen. Forschungen über athermische Feldwirkung, vor allem im umweltmedizinischen Bereich, werden der Einzelinitiative weniger Wissenschaftler überlassen. Derzeit besteht die schon groteske Situation, dass nur über eine grosse Portion Idealismus mit Unterstützung privater Sponsoren Forschung zu dem uns alle betreffenden Thema betrieben werden kann.

Bis in einigen Jahren international durchgeführte Forschungen auch die politischen Gremien zum Handeln zwingen werden, wird es für die jetzt Betroffenen mit Sicherheit zu spät sein.

Deshalb muss jeder versuchen, Feldbelastungen in seinem Lebens- und Arbeitsbereich zu erkennen und zu minimieren. Dabei ist es nicht immer einfach, mögliche Störquellen von vornherein zu lokalisieren. Häufig sind diese unbekannt, zumal geeignete Messgeräte nicht immer zur Verfügung stehen.

Jedoch kann jeder Vorsorgemassnahmen treffen. Im häuslichen Umfeld und hier vor allem im Ruhe- und Schlafbereich sollten Elektroinstallationen so verlegt sein, dass eine elektrische Feldbelastung so gering wie möglich ist. Kurze Leitungsführungen mit abgeschirmten Kabeln entschärfen das Problem. Auch sollten alle elektrisch betriebenen Geräte aus dem Schlafbereich entfernt werden, auch der so beliebte Fernseher im nächtlichen Stand-by-Betrieb. Ob die gerne propagierten Netzfreeschalter die Situation verbessern, muss im Einzelfall ausgemessen werden; pauschal diese Sy-

steme einzubauen ist nicht sinnvoll. Dect-Telefonanlagen, erkennbar daran, dass diese Systeme im 1800-MHz-Bereich arbeiten, sollten durch ein CT-1+-Telefon ausgetauscht werden, das analog bei 900 MHz nur während eines Telefonats sendet. Empfehlenswert ist auch eine Überprüfung des elektrischen Potentialausgleichs in der gesamten Stromversorgung.

Weitaus grössere Probleme bereiten die Immissionen elektromagnetischer Felder von Mobilfunkanlagen. Es gibt hier zwar Möglichkeiten der Feldreduzierung, aber keine pauschale «Gebrauchsanweisung». Da die Immissionswerte im Abstand weniger Meter um Größenordnungen differieren, müsste die Feldbelastung eigentlich mit Hilfe eines Spektrumanalysators exakt ausgemessen werden. Massives Mauerwerk hat im MHz-

Bereich gute Absorbereigenschaften, ebenso eine Wärmeschutzverglasung. Geplante Sanierungen sollten aber immer unter fachlicher Beratung eines ausge-

wiesenen Baubiologen durchgeführt werden; denn nicht jede noch so gut gemeinte Abschirmmassnahme führt zum erwünschten Erfolg.

Un danger pour la santé

De l'importance des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques

Dans quelques mois, 500 millions de téléphones portables seront en usage dans le monde. Les valeurs-limites actuelles sont trop élevées pour empêcher les incidences grandissantes sur l'homme de ces appareils électroniques et d'autres appareils similaires. Jusqu'ici, les prescriptions n'ont pris en compte que les effets thermiques du rayonnement non-ionisant. L'impact à long terme du rayonnement, les interactions avec d'autres nuisances de l'environnement ainsi que, de manière générale, les effets non-thermiques restent ignorés.

Betriebsleiter von Elektroversorgungsunternehmen!

**Haben Sie das Sicherheitskonzept
bei Ihrem Kunden überprüft ...**

**... und wie steht's mit Ihrem
eigenen?**



**Ein Sicherheitskonzept mit dem SEV
gibt Ihnen Gewissheit.**

Kontaktstelle:

Rolf Oster, SEV, SM, Telefon 01 956 12 10, Fax 01 956 17 10

E-Mail: rolf.oster@sev.ch