

<u>Fachartikel: Elektro-Smog</u>			
Bereich:	Arbeitssicherheit		
Thema:	Diskussion der Gefährdungen durch elektrische und elektronische Geräte und Anlagen		
Autor:	B. Wehle		
Datum:	10.1.05	Version:	1.4
Datei	ElektroSmog_akt.doc	vom	12.01.2005

1 Ziel

Ziel dieses Artikels ist es, die sehr komplexe Materie der Gefährdung von Personen durch elektrisch betriebene Geräte etwas zu gliedern, um zu erreichen, dass die in allen möglichen Darstellungen zum Teil verwirrend aufbereiteten Fakten etwas klarer eingeordnet werden können.

Sollte es gelingen dem Leser zu ermöglichen, wirklich Gefährliches von weniger Gefährlichem zu unterscheiden, so wäre das Ziel über-erreicht, aber der eigentliche Hintergedanke wäre erfüllt.

Es wird versucht werden, durch die Anwendung eines gesunden Sachverstandes auf der Basis einer einschlägigen Berufsausbildung und beruflicher Erfahrungen sowohl in der Elektrotechnik als auch im Strahlenschutz und in der Arbeitssicherheit die Lücke zu füllen, die dadurch entsteht, dass zwar Spezialisten vieles über ihre Produkte wissen, dass aber auch ihnen keine allgemein anerkannten Methoden zur Verfügung stehen, mögliche Nebenwirkungen der elektromagnetischen Art eindeutig zu bewerten. Die Probleme bei der Abschätzung von Nebenwirkungen können extrem komplex sein und damit einen Aufwand erfordern, der durch die zu erwartenden Ergebnisse in keinsten Weise zu rechtfertigen wäre. Auf den möglichen Nutzen von Geräten zu verzichten, ohne Hinweis auf ein Risiko, nur weil es keinen Beweis für eine Nebenwirkungsfreiheit gibt, könnte aber erst recht nicht zu rechtfertigen sein.

Nur ein "cooler" Umgang mit den jeweiligen Gefährdungen wird es ermöglichen Nutzen zu ziehen ohne unnötige Risiken einzugehen. Im Folgenden soll nicht versucht werden vor dem Umgang mit derartigen Geräten oder Anlagen im Allgemeinen zu warnen, denn nicht alle Nebenwirkungen sind grundsätzlich schädlich

Es ist weder das Ziel eine einwandfreie wissenschaftliche Abhandlung zu schreiben, noch ist es das Ziel eine populär-wissenschaftliche, umgangssprachliche Darstellung zu geben, sondern am ehesten wird man den Artikel als eine Art Stoffsammlung in ganzen Sätzen ansehen können, brauchbar für Leute mit einer naturwissenschaftlichen oder technischen Wissens-Grundausstattung.

2 Grundlegendes

2.1 **Begriffe**

2.1.1 **Elektro-Smog**

Der Begriff "Elektro-Smog" ist ein Wortgebilde aus dem Teil "Elektro", welcher auf die Quelle der zu betrachteten Effekte hinweist, nämlich auf die elektrischen Geräte bzw. Anlagen, durch deren Betrieb Gesundheitsgefahren befürchtet werden und aus dem Wortteil "Smog", seinerseits eine Kombination aus den englischen Begriffen "smoke" für Rauch und "fog" für Nebel; womit man ein typisch Londoner Problem beschrieben hat, nämlich eine gesundheitsschädliche Mischung aus dem Londoner Nebel und dem Rauch vieler offener Kaminfeuer.

Für ähnlich undurchsichtig und gefährlich halten manche nun auch die Wirkung der Mischung all der vielen möglichen elektrischen, magnetischen oder elektro-magnetischen Effekte, die durch die immer weiter um sich greifende Verwendung elektrisch betriebener Geräte entsteht. Verstärkt ins Bewusstsein der Leute gerückt wurde diese Thematik durch die stürmische Zunahme von Funkverbindungen, zum einen um die Geräte überall nutzen zu können, zum anderen um verwirrenden Kabelsalat zu vermeiden.

2.1.2 **Gefahren**

2.1.2.1 Gefahr

Eine Gefahr ist ganz grundsätzlich die Möglichkeit, dass etwas schädliches passieren kann

2.1.1.1 Gefährdung

Eine Gefährdung ist die Möglichkeit einer Schädigung, in einer konkreten Situation oder bei einer bestimmten Anwendung von irgendwas.

2.1.1.2 Risiko

Das Risiko ist die Gefahr bzw. Gefährdung bewertet mit der Schwere eines möglichen Schadens und der Wahrscheinlichkeit des Eintretens

2.2 **Entwicklung**

Mit der Zunahme draht- bzw. schnurloser Geräte hat sich die Befürchtung in einer immer größeren Fraktion der Bevölkerung entwickelt, dass es nicht mehr möglich sein könnte, all die verschiedenen Wirkungen der Strahlung dieser Geräte zu beurteilen und erst recht nicht die riesige Zahl der Kombinationen und tatsächlich ist das ja auch vollständig kaum möglich. Daher muß man erst mal versuchen das alles aufzudröseln, um sich dann das Wesentliche klar zu machen.

2.3 Normatives

2.3.1 Allgemeines

Mit der Wirkung von Feldern und vor allem mit der von elektro-magnetischer Strahlung in dem uns hier interessierenden Bereich der sog. nichtionisierenden Strahlung befassen sich ganze Reihen von sowohl technischen als auch rechtlichen Normen, allerdings weniger unter dem Aspekt des Schutzes von Personen sondern eher unter dem Aspekt des störungsfreien und sicheren Betriebs dieser Geräte oder von Geräten und Anlagen der Umgebung.

Betrachtet man diese Grenzwerte, so erkennt man, dass technische Geräte offensichtlich viel empfänglicher für Störungen sind, als Menschen, d.h., dass in fast allen Fällen von Geräten keine Gefährdung ausgeht, wenn diese nicht auch andere Störungen hervorrufen.

2.3.2 BImSchG

Die gesetzlichen Regelungen, die dem Schutz der Umgebung dienen, sind im BundesImmissionschutzGesetztes, dem BImSchG festgelegt. Dieses Gesetz ermächtigt die Bundesregierung dazu, Verordnungen zu erlassen, um die angestrebten Schutzziele zu erreichen

Die 26.BimSchV, die 26. Verordnung zum BImSchG, die Verordnung über elektromagnetische Felder legt in Abhängigkeit von der Frequenz die Grenzwerte für die elektrischen (E) bzw. magnetischen (H) Feldstärken fest:

Frequenzbereich f [Hz]	elektrisches Feld E [V/m]	magnetisches Feld H [A/m]
10 < f ≤ 400	≤ 27,5	≤ 0,073
400 < f ≤ 2 * 10³	≤ 1,375 * √f	≤ 0,0037 * √f
2 * 10³ < f ≤ 0,3 * 10⁶	≤ 61	≤ 0,16

2.3.3 CE-Zeichen

Produkte, die innerhalb der EU in den Verkehr gebracht werden und die europäischen Richtlinien zur Sicherheit von Produkten unterliegen, müssen mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet sein. Mit dieser Kennzeichnung bestätigt der Hersteller bzw. der In-den-Verkehr-Bringer, dass das jeweilige Produkt den anzuwendenden Vorschriften entspricht. Dazu ist es notwendig, dass zu dem CE-Zeichen auch eine Konformitätsbestätigung vorhanden ist.

In dieser Konformitätsbestätigung sind zum einen die anzuwendenden Vorschriften aufgeführt und zum anderen, wie die Konformität erreicht wird, im Idealfall durch die Angabe der angewandten produktspezifischen europäischen harmonisierten Normen.

2.4 Wirkungen

2.4.1 elektrisches Feld

Dieses Feld entstehen zwischen zwei elektrischen Leitern, an denen eine elektrische Spannung anliegt. Es führt dazu, dass auf elektrisch geladene Körper eine Kraft ausgeübt wird. Diese geladenen Körper können Ionen sein, also Atome, deren elektrische Ladung nicht mehr im Gleichgewicht ist oder auch andere größere Gebilde, wie z.B. Moleküle, kleine Staubkörner usw. Die Unausgewogenheit der Ladung kann zum einen durch das elektrisch Feld hervorgerufen werden, nämlich dann, wenn Ladungsträger nicht fest genug gebunden sind oder dadurch, dass die verschiedene Ladungen nicht gleichmäßig verteilt sind, entweder weil sie unter dem Einfluss des Feldes wandern oder weil sie von Haus aus nicht gleichmäßig verteilt sind, wie z.B. beim Wassermolekül, dem H₂O, bei dem die Elektronen mit der negativen Ladung näher am großen und schweren Sauerstoffatom (O) sind und somit die positive Ladung der leichteren Wasserstoffatomkerne (H) nicht mehr richtig kompensiert sind.

Grundsätzlich unterscheidet man auch zwischen statischen Feldern und Wechselfeldern. In statischen Feldern werden nur solche Dinge beeinflusst, die von sich aus eine Änderung darstellen; in Wechselfeldern können durch die Änderungen ständige Wirkungen hervorgerufen werden.

Die SI-Einheit für das elektrische Feld ist V/m und damit eigentlich relativ griffig, denn die Feldstärke steigt mit der Höhe der anliegenden Spannung und mit der Verringerung des Abstandes.

2.4.2 magnetisches Feld

Dieses Felde entstehen entweder durch Permanentmagnete, das sind sog. ferromagnetische Stoffe, die von sich aus ein magnetische Feld aufbauen oder durch elektrischen Strom, denn immer da wo Strom fließt gibt es auch ein magnetischen Feld. Auch das magnetisch Feld wirkt durch die Kräfte, die es auf Teilchen oder Körper ausübt, die ihrerseits eine magnetische Wirkung haben.

Auch hier unterscheidet man zwischen statischen Feldern und Wechselfeldern.

Die SI-Einheit ist A/m, etwas weniger griffig als oben aber doch auch einigermaßen klar, um so höher der Strom um so stärker das Feld und umso weiter die Abstände, umso schwächer die Wirkung

2.4.3 elektro-magnetische Strahlung

Anders als die Felder, die irgendwie an elektrische Leiter gebunden sind, breitet sich die elektromagnetische Strahlung ausgehend von einem Sender frei im Raum aus und da dazu eine ständige Wechselwirkung zwischen Elektrischem und Magnetischem notwendig ist, gibt es keine stationären Felder sondern nur Wechselfelder, wenn auch mit z.T. sehr kleinen Frequenzen.

Die Qualität elektro-magnetischer Strahlung wird ganz allgemein mit zwei Größen festgelegt: erstens mit der Energie der Strahlung, das meint eigentlich mit der Energie der einzelnen Photonen und zweitens mit der Intensität der Strahlung, also eigentlich mit der Menge der Photonen.

Die Energie der Strahlung ist die Eigenschaft, die man als erste einschätzen muß, denn davon hängt die Wirkung auf den Menschen oder auf anderes ab und damit auch die Methode diese Wirkung zu bestimmen. Im Zusammenhang mit Elektro-Smog wird man die Energie am griffigsten mit der Frequenz angeben, den je höher die Frequenz der Strahlung, desto höher auch die Energie des jeweiligen Photons. Der interessierende Frequenzbereich liegt zwischen 16 Hz und einigen Gigahertz, diese Grenzen liegen in dem Bereich, den technische Produkte der Elektrotechnik verwenden. unter den $16^{2/3}$ Herz des Bahnstroms gibt es keine verbreiteten technischen Anwendungen und nach oben hin verändern sich Eigenschaft und Wirkung der Strahlung derartig, sodass Strahlenschutz anderer Art notwendig wird, wie er von der Strahlenschutz- oder der Röntgenverordnung verlangt wird.

Die Wirkung der Strahlung wird als Dosis in Leistung pro Körpermasse angeben. Dies ist aber nicht immer bekannt, In vielen Fällen muß man daher versuchen die Dosis abzuschätzen. Zur Abschätzung der Strahlenbelastung stehen von der Internationalen Strahlenschutz Kommission (IRPC) ausgearbeitete Modelle zu Verfügung, die allerdings je nach Zweck unterschiedlich angewandt werden, je nach dem ob man Schutzmaßnahmen plant, oder ob man versucht möglichst genau abzuschätzen, welcher Strahlenbelastung eine Person tatsächlich ausgesetzt war. Leider werden diese Dinge auch manchmal missbraucht, in dem für Schutzzwecke festgelegte Grenzwerte als absolute Werte extrapoliert werden.

2.5 Mögliche Wirkungen auf den menschlichen Körper

2.5.1 Erwärmung

Die allgemeinste und unspezifischste Art der Wirkung ist die Erwärmung von Körpergewebe. Diese wird hervorgerufen durch die Bewegung von Ladungsträgern im Gewebe. Diese Wirkung gibt es bei statischen Feldern nicht, außer in dem Momenten in denen diese Felder bzw. ihre Wirkung nicht statisch ist, also beim Auf- bzw. Abbau des Feldes bzw. bei einer Bewegung ins Feld hinein oder aus dem Feld heraus; ansonsten kann eine Erwärmung sowohl durch Wechselfelder als auch durch Strahlung hervorgerufen werden. Gemessen bzw. abgeschätzt wird diese Wirkung an Hand der Energiedosis, die im Gewebe absorbiert wird, d.h. die Angaben werden also in Ws/kg oder in davon abgeleiteten Größen gemacht.

Da man Gefahren am einfachsten einschätzen kann, wenn man einen Grenzwert hat, hat man als Grenzwert die Erwärmung von Körpergewebe um 1° festgelegt, unter Berücksichtigung, dass man eine Steigerung der Körpertemperatur um 1° noch nicht als irgendwie gefährlich einstuft, da der Körper eine derartige Erwärmung gelegentlich selbst nutzt und man sich normalerweise mit 38°C Körpertemperatur noch nicht krank vorkommt.

2.5.2 neurale Wirkung

Durch elektrische bzw. magnetische Felder können im Körper Ströme oder Spannungen induziert werden. Diese können die Wirkung elektrischer Potentiale, die im Zusammenhang mit der Reizleitung von Nerven- oder Gehirnzellen auftreten, beeinflussen. Diese Wirkung ist besonders dann interessant, wenn die in den Feldern vorkommenden Frequenzen Anteile haben, die auch bei der Informationsverarbeitung im neuronalen System des Körpers vorkommen.

2.5.3 interzelluläre Vorgänge

Innerhalb von Körperzellen laufen z.T. sehr komplexe Vorgänge ab, zum einen um die normalen Zellfunktionen auszuführen, vor allem aber während der Zellteilung. Viele Eiweißstoffe haben ein elektrisches Moment, d.h. die Ladungen sind nicht ganz gleichmäßig verteilt. Diese Eigenschaft wird in den Zellen dazu benutzt, um je nach ablaufendem Prozess die richtigen Reaktionspartner zum richtigen Zeitpunkt an der richtigen Stelle innerhalb der Zelle zusammen zu bringen, elektrische Einflüsse von außen könnten diese Abläufe stören.

Am unangenehmsten wären solche Störungen während dem Reproduzieren des Zellkerns im Rahmen der Zellteilung, denn dadurch würde nicht nur die betroffene Zelle selbst beeinflusst, sondern auch deren weitere Nachkommen. Diese Vorgänge innerhalb der Zellen sind mehrfach überwacht, dadurch erstaunlich stabil; schädliche Veränderungen werden normalerweise repariert oder führen zum Absterben der Zelle; trotzdem ist davon auszugehen, dass bei mehreren Störungen in der richtigen Reihenfolge auch über längere Zeit Veränderungen auftreten können, die im ungünstigsten Fall zu einer bösartigen Entartung der entstehenden Zelle führen könnten.

3 Bewertung der Risiken

3.1 Allgemeines

Im Folgenden findet sich eine eher zufällige Auswahl von Geräten oder Anlagen, die mit elektrischer Energie betrieben werden und für die versucht werden soll abzuschätzen, welche Gefahren bzw. Risiken durch sie hervorgerufen werden. Die Ergebnisse dieser Betrachtungen sollten es ermöglichen viele andere Dinge, die man auch als Elektro-Smog-Quelle verdächtigt, zu bewerten.

3.2 Bewertung einzelner Anlagen, Anlagen-Teile oder Geräte

3.2.1 230V/400V 50 Hz Drehstrom-Netz

Dieses Netz dient der allgemeinen Versorgung mit elektrischer Energie. Die Spannung von 400 V tritt nur zwischen den drei Leitern des Drehstroms auf und braucht daher in unsere Betrachtung nicht aufgenommen zu werden. Die Spannung von 230 V wurde als Kompromiss gewählt zwischen der Fähigkeit mit vertretbarem Leitungsaufwand Energie zu übertragen und dem Risiko im Störfall einen gefährlichen Stromfluss durch den Körper erleiden zu müssen; in

normalen Wohn- oder Arbeitsbereichen müssen mehrere ungünstige Ereignisse zusammen kommen, um einen gefährlichen Körperstrom hervorzurufen. Moderne Geräte oder Energieverteilungsanlagen sind so sicher, dass ein derartiges Risiko praktisch auszuschließen ist.

Die Frequenz von 50Hz wurde gewählt, weil damit bei elektro-magnetischen Anwendungen wie Motoren oder Transformatoren eine wirtschaftliche Auslegung der Geräte möglich wurde. Sie liegt an der oberen Grenze der Frequenzen, die im menschlichen Körper eine Rolle spielen.

Die Spannung von 230 V gegen die Erde ist so niedrig, dass die Wirkung des elektrischen Feldes selbst bei geringen Abständen vernachlässigbar bleibt.

Die magnetische Wirkung ist im Regelfall kaum wahrnehmbar, da es aus verschiedenen technischen Gründen besser ist, Hin- und Rückleiter möglichst dicht beieinander zu haben, so dass sich die magnetischen Wirkungen beider Ströme aufheben.

Der ungünstigste Fall wären hier Leitungen mit hohen Strömen, die auch nachts häufig geschaltet werden; also etwa eine Steigleitung zu einem stark frequentierten Aufzug, die sehr nah am Kopfende eines Bettes vorbeiführt (vgl. Abschn. 3.2.11)

3.2.2 Elektroherd

Den Beitrag, den Elektroherde zum Elektro-Smog liefern, kann man ruhig unberücksichtigt lassen, auch wenn diese Herde in der gesamt Energiebilanz eines Haushaltes eine wesentliche Rolle spielen, so sind Spannungen und Ströme doch in Größenordnungen, die irgendwelche Risiken nicht erkennen lassen; darüber hinaus haben Herde auch noch metallische Strukturen, die abschirmend wirken, selbst eventuell vorhandene Motore für Grillspieße oder Umluft sind Wechselstromasynchron-Motore, die keine Funken und somit keine Störstrahlung erzeugen.

Achtung: Natürlich stellen Herde ein relativ großes Risiko dar, sie erzeugen starke Wärme und können falsch benutzt Brände verursachen, falsch angeschlossen, ungünstig aufgestellt oder mit vergammelten Anschlussleitungen können sie auch gefährliche elektrische Körperströme verursachen.

3.2.3 Heizdecken

Ein warmes Bett in einem kalten Schlafzimmer ist etwas, was viele Leute schätzen. Das Bett daher vorzuwärmen ist etwas, was wohl schon immer gemacht wurde. Steine im Lagerfeuer anzuwärmen und dann in eine Decke oder in ein Fell zu wickeln und damit das Lager zu wärmen werden wohl schon unsere vorgeschichtlichen Vorfahren gemacht haben, später gab es dann die Wärmflasche und heute gibt es eben elektrisch beheizbare Decken.

Und schon immer gab es Verbrennungen, die man sich an diesen Dingen zugezogen hat. Wirkungen elektro-magnetischer Strahlung von der Decke sind auszuschließen, denn bei der Netzfrequenz von 50 Hz ist so eine Decke viel zu klein, um als Antenne wirken zu können. die Felder könnten jedoch durchaus wirksam sein, denn der räumliche Abstand ist sehr klein, wenn man auf einer solchen Decke liegt.

Die Wirkung des magnetischen Feldes wird auch dann sehr klein sein, da der Elektromagnet gewissermaßen nur aus einer halben Windung besteht und da auch sonst nichts die Entwicklung

des Feldes unterstützt; werden selbst Metallgegenstände im Körper durch die darin induzierten Ströme keine besondere Erwärmung erfahren.

Ein bisschen anders könnte die Sache beim elektrischen Feld sein, hier ist denkbar, dass durch die große Fläche zwischen Heizdecke und daraufliegendem Körper eine gewisse Wirkung entstehen kann, schaltungstechnisch betrachtet schließt der Körper einen kleinen Teil des Feldes, welches sich zwischen der Heizdecke und der Masse des Gebäudes ausbildet, kurz, dadurch können im Körper sog. Verschiebestrome induziert werden. Diese Ströme sind nicht so groß, dass sie eine direkte Wirkung erzielen, aber möglicherweise können sie sehr empfindliche neuronale Vorgänge beeinflussen (vgl. Abschn. 3.2.11). Um derartiges sicher auszuschließen sollte man die Heizdecke ausstecken bevor man sich darauf legt und während des Schlafs möglichst weitgehend zur Ruhe kommen will.

Achtung: Wenn man auf einer eingeschalteten Decke schläft, wird es trotz aller erdenklichen Vorsichtsmaßnahmen keine Garantie gegen lokale Überhitzungen durch einen Wärmestau und dadurch hervorgerufenen Verbrennungen geben.

3.2.4 Mikrowellenherde

Der Einsatz von Mikrowellen ist eine sehr effiziente Art Speisen zu erwärmen und wenn man die Art der Zubereitung mag, auch sie zu garen. Der Vorteil besteht darin, dass die Wärme direkt dort entsteht, wo man sie hinhaben will. Natürlich hat die verwendete Strahlung die gleiche Wirkung auch auf das Gewebe des Körpers und das ist sicher schädlich. Damit diese Öfen funktionieren muß die Strahlung, die darin erzeugt wird, solange von den Begrenzungen des Garraums reflektiert werden, bis sie im Kochgut absorbiert ist. Die Öfen sollten also keine Strahlung nach außen dringen lassen, dies ist natürlich auch zum Schutz der Anwender.

Durchgeführte Untersuchungen haben ergeben, dass bei den untersuchten Geräte die "Leck"-Strahlung deutlich unter den Grenzwerten lagen; es ist auch nicht so schwierig dichte Mikrowellenherde zu bauen, der Anwender braucht dann nur noch darauf zu achten, dass alles so bleibt wie es ursprünglich war, dann kann auch der Beitrag dieser Geräte zum Elektro-Smog unberücksichtigt bleiben.

Achtung: Die Gefahren bei der Benutzung von Mikrowellenherden bestehen darin, dass nach einer gewissen Zeit auch die Gefäße heiß werden können und darin, dass Speisen verderben, wenn man sie mehrmals verzehrwarm erwärmt.

3.2.5 elektrische Haushaltsgeräte

Neben den bereits erwähnten Geräten gibt es noch eine ganze Vielzahl von elektrischen Geräten, die im Haushalt verwendet werden. Häufig sind es kleine Geräte, die in irgendeiner Form einen Motor beinhalten. Weder die elektrischen noch die magnetischen Felder, die von diesen Geräten ausgehen, können einen wesentlichen Beitrag zum Elektro-Smog leisten. In einigen dieser Geräte sind allerdings Motore enthalten, die mit Kollektoren ausgestattet sind und die daher während des Betriebes Funken erzeugen. Diese Funken können auch elektromagnetische Hochfrequenzstrahlung erzeugen. Diese Strahlung kann Störungen im Radio, im Fernsehen und in anderen Funkdiensten hervorrufen und muß daher eigentlich durch

entsprechende Maßnahmen unterdrückt werden aber wenn solche Geräte lang und viel genutzt werden, dann ist es durchaus denkbar, dass die Schutzmaßnahmen nicht mehr richtig wirken.

Die dann abgegebene Strahlung stellt aber kein direktes Risiko für die Menschen dar.

Achtung: Die Funken der Motore können zur Erzeugung von Ozon führen, welches als unangenehm empfunden werden kann und welches in höheren Konzentrationen zu Reizungen der Atemwege führen kann. Die Erfahrung zeigt, dass gerade ortsbewegliche Elektrogeräte relativ leicht beschädigt werden, wodurch die Gefahr von mechanischen Verletzungen steigt und vor allem die von gefährlichen Körperströmen; sie sollten also immer unbeschädigt sein und eventuell vorhandene Schutzvorrichtungen müssen wirksam sein.

3.2.6 Haarfön, Werkzeuge, Heizlüfter

Für alle diese Geräte gilt das unter 3.2.5 zu den Elektrogeräten gesagt, bei Geräten, die zur Wärmeerzeugung eingesetzt werden sollen besteht grundsätzlich das Risiko der Überhitzung und somit der Brandverursachung.

3.2.7 Radiator

Radiatoren sind in der Regel ein Paket von mit Öl gefüllte Stahlrohrsäulen. Das Öl wird durch eine elektrische Heizung erwärmt. Ein nennenswerter Beitrag zum Elektro-Smog ist von ihnen nicht zu erwarten, denn sowohl die Spannungen als auch die Ströme sind in Bereichen die keine besonderen Felder erwarten lassen, im Gegenteil das Stahlblech des Gehäuses wirkt eher abschirmend.

Achtung: Wie bei allen Wärmegeräten ist bei ungünstiger oder falscher Aufstellung eine lokale Überhitzung möglich und damit eine Brandverursachung.

3.2.8 Radio, Radiowecker

Grundsätzlich geht von Radios u.ä. kein nennenswerter Beitrag zum Elektro-Smog aus. Zwar sind diese Geräte für die Anwendung von Hochfrequenz gedacht, aber sie sollen möglichst gut empfangen und nicht sich und andere stören, so dass an die Abschirmung möglicherweise im Inneren erzeugter Hochfrequenz hohe Anforderungen gestellt sind und selbst wenn diese als Strahlung nach außen dringen würde, so wäre sie nicht in der Lage eine Gefährdung hervorzurufen.

Radiowecker werden in relativer Nähe von Schlafenden betrieben, es könnte daher zu einer Beeinflussung des Schlafs kommen, da aber in solchen Radios kein hohen Spannungen auftreten, so könnte nur das Magnetfeld des Netztransformators als Quelle wirksam werden, damit dieser aber ein ungewolltes Streufeld von wirksamer Größe erzeugen kann, müsste er so falsch funktionieren, dass dies nur durch eine Beschädigung des Gerätes vorstellbar ist und dann ist sehr die Frage ob es noch irgendwie benutzbar ist; natürlich dürfen Gehäuse und Zuleitung nicht beschädigt sein.

3.2.9 Fernseher

Fernseher mit Bildröhre benötigen zum Betrieb eine Spannung von mehreren tausend Volt. Diese Spannung kann zu einer Aufladung der Bildschirmoberfläche führen. Merken kann das werden, wenn man sehr nahe an den Bildschirm kommt oder ihn leicht berührt, es können dann einzelne kleine Entladungen spürbar werden. Sobald man aber den Abstand einhält, den man braucht um das Bild zu erkennen, ist man weit genug entfernt um vor möglichen schädlichen Wirkungen des elektrischen Feldes geschützt zu sein.

Das elektrische Feld der Bildröhre kann allerdings eine indirekte Wirkung haben, es werden Staubteilchen im Feld beschleunigt, die dann von der Oberfläche des Schirms abprallen; bei sehr geringem Abstand könnten diese Staubteilchen die Haut treffen, die dadurch entstehende Reizung kann zu Hautirritation führen.

Die Hochspannung wird innerhalb der Bildröhre dazu benutzt Elektronen zu beschleunigen, um damit die Schicht auf der Frontseite der Röhre zum Leuchten anzuregen. Dabei werden die Elektronen innerhalb der Leuchtschicht abgebremst, dies führt zur Aussendung von Röntgenstrahlung. Durch die Konstruktion der Bildröhre wird diese Strahlung soweit abgeschwächt, dass von ihr keine Gefahr mehr ausgeht, auch würde sie nicht zum Elektro-Smog beitragen, da die Photonen-Energie zu groß für Nichtionisierende Strahlung ist.

Achtung: Das elektrische Feld im Inneren des Fernsehers kann dazu führen, dass Staub, der in der durch die Erwärmung des Gerätes angesaugten Luft enthalten ist, sich im Inneren des Gerätes ablagert. Dieser Staub kann zu Funktionsstörungen führen oder bei ungünstigen Aufstellungsbedingungen mit etwas behinderter Kühlluftzirkulation kann er sich entzünden und so einen Brand auslösen.

3.2.10 PC

Einer der Auslöser für die Diskussion um den Elektro-Smog war sicher auch die Einführung der drahtlosen Funknetze, der WLANs für PCs. Da die Reichweite dieser Netze nur einige 10 Meter beträgt, kommen sie mit sehr geringen Hochfrequenzleistungen aus. Das Vorhandensein dieser Strahlung wird praktisch keinen Einfluss auf die Vorgänge im menschlichen Körper haben können.

Dinge wie schnurlose Tastatur oder schnurlose Maus sind so ausgelegt, dass sie nur auf einem Schreibtisch funktionieren, also innerhalb einiger Meter, dem gemäß sind auch die Leistungen der Strahlungen entsprechen kleiner, so dass auch von diesen keine Gefahren ausgehen.

Notebooks können allerdings auch mit Steckkarten ausgerüstet werden, die einen direkten Zugang zu Handy-Netzen ermöglichen. Hierbei treten höhere Strahlenbelastungen auf, ähnlich wie beim Handy (vgl. Abschn. 3.2.11), allerdings ist der Abstand zum Sender größer als beim Telefonieren mit dem Handy, da man den Computer ja nicht direkt ans Ohr hält.

Für die Bildröhren der PC-Monitore gilt prinzipiell das gleiche wie für die Fernseher. Da die Auflösung der Bildröhre deutlich besser ist und der Betrachtungsabstand meist kleiner ist, könnte die Wirkung der im elektrischen Feld beschleunigten Staubteilchen stärker sein, es ist

daher zu empfehlen auf die Einhaltung der entsprechenden schwedischen Normen zu achten, bei der Verwendung von Flachbildschirmen erübrigt sich eine Gefährdungsbetrachtung.

Achtung: Man kann mit Sicherheit davon ausgehen, dass ein großer Teil der Bildschirme und der Tastaturen ergonomisch nicht richtig platziert sind und dass die Beleuchtung an diesen Arbeitsplätzen auch oder gerade im häuslichen Bereich nicht optimal ist; dies führt nach einer gewissen Zeit zu vorzeitigen Ermüdungen und zu schmerzhaften Problemen im Hals-Arm-Schulter-Bereich.

3.2.11 Handys

Handys sind sicher die in diesem Zusammenhang am meisten zu beachtenden Hochfrequenzgeräte. Eine ausführlichere Diskussion habe ich bereits in meinem [Fachartikel "Handy Strahlung"](#) vorgenommen, wenn auch aus der Sicht der Fachkraft für Arbeitssicherheit, im privaten Bereich gelten bestimmt die gleichen Überlegungen, die ich hier kurz zusammen fasse.

Wenn überhaupt kann eine Gefährdung nur vom Handy selbst ausgehen, die Strahlung der Basisstationen ist des sehr viel größeren Abstandes und der Überproportionalen Abnahme wegen kaum wirksam, auch wenn deren Antennenmasten immer da stehen und in Betrieb sind.

Die Erwärmung des Körpergewebes kann bei den heutigen mobilen Telephonen als ungefährlich eingestuft werden, der schädliche Einfluss auf die Erholbarkeit des Schlafs wurde mit simulierter Handystrahlung nachgewiesen, die Wirkung auf die Entstehung von Krebs ist nach wie vor ungeklärt, denn es gibt weniger Handy-Vieltelefonierer mit eventuell in Zusammenhang stehenden Karzinomen als mögliche Einflussfaktoren auf das Wachstum von Tumoren und somit sind nicht-spekulative, statistisch gesicherte Aussagen z.Zt. nicht möglich.

Der Schluss ist daher, der Nutzen der Handys überwiegt sicher, solange man das Handy nicht missbraucht.

Achtung: Die Ablenkung durch Telefonieren während des Autofahrens ist auch bei der Verwendung von Headsets oder Freisprechanlagen beachtlich.

3.2.12 Schnurlose Telephone

Schnurlose Telephone sind nur für den Gebrauch innerhalb eines Bereichs von einigen 10 Metern gedacht und entsprechend geringer ist die von ihnen abgestrahlte Hochfrequenzleistung. Ihre Wirkung wird sich im menschlichen Körper kaum feststellen lassen. Die eingesetzten Übertragungsstandards erfordern eine ständige Funkverbindung der einzelnen Telephone mit der Basisstation, dies führt aber nicht zu einer stärkeren Strahlenbelastung von Personen, da die Leistungen entsprechend kleiner sind. Die ständige Funkverbindung bewirkt eine andere Hüllkurve der Hochfrequenzsignale wodurch die Beeinflussung des Gehirns durch entsprechende Frequenzanteile ausscheidet.

Anmerkung: Da Handys meistens nicht senden, schnurlose Telephone aber immer gelten sie manchen zu unrecht als mindestens ebenso risikoreich

3.2.13 Bahnen

U-Bahnen stammen gewissermaßen von der Straßenbahn ab und werden daher mit Gleichstrom betrieben, S-Bahnen sind Teil des Eisenbahnnetzes und werden daher mit dem $16^{2/3}$ Hz Bahnstrom betrieben.

Beiden gleich ist, dass sie mit relativ hohen Spannungen arbeiten, denn nur so ist das Problem zu lösen, den Strom für die notwendige hohe Leistung über Stromabnehmer auf den sich bewegenden Zug zu führen. Die elektrischen Felder sind aber relativ leicht zu kontrollieren und durch die notwendigen Schutzmaßnahmen gegen Berühren im wesentlichen bereits mit abgesichert.

In praktisch allen Fällen elektrisch betriebener Bahnen findet aber eine Trennung zwischen Hin- und Rückleitung des elektrischen Stromes statt. Die Hinleitung geschieht über eine Stromabnehmer von einem isoliert angebrachten Leiter aus, die Rückleitung geschieht meist über die Schienen und die Erde, dadurch ergibt sich die Möglichkeit, dass sich die Magnetfelder der beiden Ströme nicht mehr aufheben und ggf. für sich alleine betrachtet werden müssen

Die Schienen sind flächig mit der Erde verbunden, der Strom hat somit die Möglichkeit sich seinen Weg frei zu wählen. Nun ist es im Normalfall für den zurückfließenden Strom am richtigsten möglichst nahe am hinfließenden zu bleiben, also z.B. bei der S-Bahn in der Nähe des Fahrdrachts entweder in den Schienen oder in der Mitte unter dem Draht in der Erde, es sind aber auch Situationen möglich, in denen dieses Verhalten des Stromes gestört wird, dann fließt der Rückstrom z.B. eine Abkürzung in der Sehne einer Kurve oder in einem besser leitenden weil feuchteren Grundwasserstrom. Diese sog. vagabundierenden Ströme, bzw. deren Magnetfelder sind die Ursache für einige Probleme. Benutzer von Bildschirmarbeitsplätzen mit Bildröhren in der Nähe von Bahnanlagen können ein Lied davon singen, denn die Frequenz von $16^{2/3}$ Hz ist vom Menschen durchaus wahrnehmbar

Weil es technisch besser ist und um vagabundierende Ströme möglichst auszuschließen sind an den Einspeisepunkten immer Verbindungen zur Stromzuführung als auch zu den Schienen vorhanden, so dass die Zuleitungen symmetrisch betrieben werden.

Um die Beeinflussung der Umwelt klein zu halten ist eine entsprechende Planung der Energiezuführung notwendig. Ein mit $16^{2/3}$ Hz flimmernder Bildschirm ermüdet sehr viel stärker und macht geeignete Abschirmmaßnahmen erforderlich oder den Austausch gegen einen Flachschirm, die Stärke des Magnetfeldes, welches einen Bildschirm zum Wackeln bringt ist wesentlich kleiner, wie die, die im menschlichen Körper Gefährliches bewirken kann.

4 Zusammenfassung

4.1 Zusammenspiel

Natürlich würden sich wirklich gleichartige Wirkungen der verschiedenen Bestandteile des Elektro-Smogs addieren und bei dem zu vermutenden nichtlinearen Zusammenhang zwischen Dosis und Wirkung könnte man durch diese Addition in gefährliche Bereiche kommen,

tatsächlich haben aber die oben beschriebenen Quellen für Elektro-Smog keine merkbaren oder so unterschiedliche Wirkungen, dass eine gegenseitige Beeinflussung auszuschließen ist.

4.2 Rechtfertigung

Elektro-Smog ist zwar vorhanden, die Auswirkungen auf den Menschen stellen aber, abgesehen von einigen sehr speziellen Dingen, kein Risiko dar, welches das normale Lebensrisiko signifikant verändert. Die Maßnahmen, die für einen störungsfreien Betrieb notwendig sind, stellen in den meisten Fällen bereits Maßnahmen mit strengeren Anforderungen dar, als sie für den Schutz von Personen notwendig sind. Trotzdem muß natürlich immer wieder überlegt werden, ob der Nutzen dessen was man mit Hilfe von technischen Geräten tun will, mögliche Risiken rechtfertigt, das gilt aber fast immer viel mehr für andere, von den Geräten ausgehende Gefahren als für den jeweiligen Beitrag zum Elektro-Smog.

Diese Entscheidungen im Bezug auf den Elektro-Smog lassen sich nur selten auf der Basis gesicherter Daten fällen, sondern sie müssen häufig aus dem "Bauch heraus" getroffen werden, das geht aber nur dann, wenn dieser Bauch mit ausreichender Facherfahrung ausgestattet ist und einer ausreichende technisch-analytische Kontrolle unterliegt.

4.3 Akzeptanz

Hauptgründe für die Diskussion über die möglichen Auswirkungen des Elektro-Smogs dürfte sein, zum einen die Suche nach möglichen Ursachen für vorhandene Probleme und zum anderen die fehlende Einsicht in den Nutzen so mancher Anwendung, bei gleichzeitigem fehlen einer Garantie für deren absolute Nebenwirkungsfreiheit.

Denn schon aus methodischen Gründen ist es praktisch nicht möglich Aussagen über einen Zusammenhang zwischen Dosis und Wirkung in der Nähe des Nullpunkts zu machen.

An die Suche nach möglichen Ursachen von Problemen muß man möglichst vorurteilsfrei und möglichst gestützt auf Fakten gehen, denn jeder Umweg und erst recht jede Sackgasse können die Problemlösung be- oder sogar verhindern. Häufig ist auch eine pragmatische Lösung viel besser als eine wirkliche Ursachenforschung, auch wenn die Analyse der Ursachen notwendig scheint um eine sichere und dauerhafte Lösung zu finden.

4.4 Elektro-sensitive Personen

Bis jetzt gibt es keine statistisch signifikante Bestätigung für eine besondere Empfindlichkeit einzelner Personen auf bestimmte elektrische Einflüsse.

Die Trennung der verschiedenen Einflussfaktoren würde eine viel größere Anzahl von Fällen erfordern als vorhanden scheint.

4.5 psychosomatische Belastung

Mit Sicherheit ist es so, dass die Angst vor technischen Gerätschaften, die nicht wahrnehmbare Dinge wie hochfrequente elektro-magnetische Strahlung nutzen, zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen kann, auch wenn dieser Zusammenhang noch nicht allgemein anerkannt wird.

So kann die Angst vor dem Antennenmast einer Mobilfunkbasisstation jemanden krank machen, das vertrackte dabei ist, dass diese Situation nicht dadurch zu ändern ist, dass man den Sender einfach abschaltet, sondern nur dadurch, dass man sich aktiv mit seiner Angst auseinandersetzt, wenn nötig mit Hilfe von Fachleuten, wie z.B. Technikern mit entsprechendem Fachwissen oder in problematischeren Fällen mit Psychiatern und einer geeigneten Verhaltenstherapie, die Idee hierbei muß sein, mit der Angst umgehen zu lernen bevor sie einen krank machen kann.

Wenn dieser Artikel jemanden dabei helfen würde, sich bewusst mit bis dahin unbewusst empfundenem Unangenehmen auseinander zu setzen, so würde mich das sehr freuen.

5 Weiterführendes

Bis hier her habe ich bewusst auf die Angabe von Referenzen verzichtet, da ich der Meinung bin, der Recherche-Aufwand zur Ermittlung und Prüfung zuverlässiger Bezüge kann durch die zu erwartenden Ergebnisse nicht gerechtfertigt werden.

Dies gilt, solange das Ergebnis, nämlich die Risikobewertung einzelner Elektro-Smog-Quellen o.ä. im Vordergrund steht; ist dagegen der Weg das Ziel, hier also z.B. das Verfassen einer Risikoanalyse als eine Arbeit für einen bestimmten Zweck, dann sind natürlich Recherchen unerlässlich, daher hier ein paar Empfehlungen ziemlich verlässlicher Informationsquellen: "Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin", [www.baua.de]; "Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz", [europe.osha.eu.int]; "Bundesamt für Strahlenschutz", [www.bfs.de] sowie "Stiftung Warentest", [www.stiftung-warentest.de] als Einstiegshilfen.

Natürlich kann man auch direkt nach den entsprechenden Begriffen mit den üblichen Suchmaschinen im Internet suchen, dann wird sich aber ein erheblicher Aufwand ergeben, die Spreu vom Weizen zu trennen, wobei obiges als Leitfaden sicher gute Dienste leisten sollte.

6 Schluss

Ich hoffe, dass es mir gelungen ist, durch die Wahl der richtigen Betrachtungsdistanz, Wesentliches herauszuarbeiten, ohne dabei wichtige Details nicht sichtbar gemacht zu haben. Dem Leser sollte damit die Einordnung eventueller Risiken ermöglicht werden.