

# Elektrosmog – Risiken und Risikowahrnehmung

## 1 Einleitung

Die Elektrizität hat unser Leben nicht nur bereichert und einfacher und bequemer gemacht. Mit ihrer Anwendung sind auch elektromagnetische Felder („Elektrosmog“) und die Angst vor deren potentiellen negativen Auswirkungen auf die Gesundheit verbunden. Daran hat auch der Umstand nur wenig geändert, dass Grenzwerte existieren, die vor den möglichen bekannten gesundheitlichen Beeinträchtigungen schützen sollen und dass die Expositionen im Alltag meist weit unterhalb dieser Grenzwerte liegen.

Es haben sich bereits moderne Mythen verbreitet, in denen behauptet wird,

- dass der Mensch sich den technisch erzeugten Feldern nicht hätte anpassen können und ihnen daher ungeschützt ausgeliefert wäre;
- dass die moderne Betonbauweise schlecht wäre, weil sie die „guten“ natürlichen elektromagnetischen Felder abschirmen würden und
- dass die Bevölkerung zugunsten der Gewinne von Großkonzernen einem Großversuch ausgesetzt sei, wo es doch Versicherungen ablehnen würden, gesundheitliche Schäden durch Elektrosmog zu versichern.

## 2 Risikowahrnehmung

Der Begriff Risiko wird von verschiedenen Gruppen unterschiedlich verwendet. Unter „objektivem Risiko“ versteht man das Produkt aus der Schadenshöhe und der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens. Beides lässt sich abschätzen und damit quantifizieren und vergleichen.

Dennoch ist aber die subjektive Wahrnehmung eines Risikos von dessen objektiver Größe weitgehend unabhängig. So ist das Unfallrisiko im Flugverkehr zwar ungleich niedriger als im Straßenverkehr, dennoch ist die Angst vor dem Fliegen meist größer als vor dem Autofahren. Auch die gesundheitsschädlichen Auswirkungen der UV-Strahlung sind zwar erwiesen und die durch sie jährlich verursachten Hautkrebs-Todesfälle ähnlich häufig wie Verkehrstote im Straßenverkehr, dennoch werden Aufrufe zu vernünftigem Verhalten oder das in Deutschland in Vorbereitung befindliche Solarium-Verbot für Kinder bei uns kaum ernst genommen. Andererseits laufen Bevölkerungsgruppen Sturm gegen die Errichtung von Mobilfunk-Basisstationen und die (Wiener) Ärztekammer sieht sich sogar veranlasst, ein absolutes Handy-Verbot für Kinder bis 16 Jahren auszusprechen, mit der Begründung, dass der Nachweis der Unbedenklichkeit nicht erbracht wäre und die Möglichkeit einer Gesundheitsschädigung bestünde.

Dies belegt, dass die subjektive Wahrnehmung eines Risikos wesentlich von zusätzlichen Faktoren abhängt. Dies ist nicht neu und bereits in zahlreichen Untersuchungen belegt. Es sind die Aspekte wie der persönliche Nutzen, das Gefühl der Beherrschbarkeit, der Vertrautheit (Sonnenstrahlung gab es schon immer, Mobilfunk ist neu) und die eigene Risikofreudigkeit (no risk, no fun), die Risiken kleiner erscheinen lassen, während die Schrecklichkeit der möglichen Auswirkungen, die mediale Aufmerksamkeit, das Gefühl der Ungerechtigkeit (wir haben den Schaden, damit andere reich werden) und die Stigmatisierung („Atomkraft, nein danke!“) die Risikowahrnehmung verstärken. Versicherungen sehen ein Risiko wiederum aus einem anderen Gesichtspunkt. Für sie ist nicht die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadensereignisses an sich entscheidend, sondern (nur) die Wahrscheinlichkeit, im Schadensfall auch haften zu müssen. Das Versicherungsrisiko wird daher als Produkt aus Schadenshöhe und Haftungsrisiko berechnet. Es beeinflusst

lediglich die Höhe der Prämienvorschreibung. Die Versicherbarkeit hängt daher nicht von der absoluten Höhe des Risikos, sondern von der Kalkulierbarkeit des Haftungsrisikos ab.

Während daher bei Krankenversicherungen mögliche Einwirkungen von Elektrosmog von der Leistung nicht ausgeschlossen werden, weil sich die Statistik der Erkrankungsfälle aus der Vergangenheit in die Zukunft unabhängig von der Diagnosestellung gut extrapolieren lässt, wird eine Haftpflichtversicherung gegen Auswirkungen von Elektrosmog abgelehnt, nicht wegen dessen Gefährlichkeit, sondern weil die künftige richterliche Spruchpraxis nicht zuverlässig genug abgeschätzt werden kann.

## 3 Elektrosmog

Unter dem umgangssprachlichen Begriff „Elektrosmog“ werden technisch erzeugte niederfrequente elektrische, magnetische und hochfrequente elektromagnetische Felder verstanden, obwohl sich diese Felder sowohl in Hinblick auf deren physikalische Eigenschaften als auch in Hinblick auf deren biologische Wechselwirkungen und potentiellen gesundheitlichen Auswirkungen erheblich unterscheiden. Sowohl die physikalischen Eigenschaften als auch die physikalischen und biologischen Wechselwirkungsmechanismen der Felder sind jedoch heute gut bekannt und erlauben es, allfällige unerwünschte Auswirkungen erkennen und beschreiben zu können<sup>7,8</sup>.

### 3.1 Elektrische Felder

In der Natur existieren grundsätzlich zwei verschiedene Arten elektrischer Ladungsträger, die willkürlich als positiv und negativ bezeichnet werden. Gemäß einem Grundgesetz der Elektrotechnik ziehen einander ungleiche Ladungen an und stoßen einander gleiche Ladungen ab. Elektrische Ladungen bauen dadurch ein elektrisches „Krafffeld“ um sich auf, das sich durch die elektrische Feldstärke beschreiben lässt.

Biologische Objekte sind elektrisch gut leitfähig, enthalten also viele bewegliche positive und negative Ladungen. In einem elektrischen Feld kommt es daher wegen der herrschenden Anziehungs- und Abstoßungskräfte zu einer Ladungsumverteilung und zur Ansammlung gleichnamiger Ladungen an Teilen der Körperoberfläche. Dies bewirkt einerseits das (spürbare) Aufrichten von Haaren (soweit vorhanden), andererseits aber auch den Schutz vor dem Eindringen äußerer elektrischer Felder in das Körperinnere (Faraday-Käfig-Effekt).

Was für den Körper gilt, gilt analog auch für Bauwerke. Da jegliches Baumaterial, ob Holz, Ziegel oder Beton, im Vergleich zu Luft elektrisch sehr gut leitet, werden natürliche (und technisch erzeugte) äußere elektrische Felder sehr gut abgeschirmt. Die Bevorzugung eines Baumaterials ist daher aus diesem Grunde nicht gerechtfertigt. Da eine gute Abschirmung auch bereits durch Blätterdächer oder Höhlen erreicht werden kann, haben sich auch bereits unsere Vorfahren in elektrisch geschirmten Bereichen aufgehalten, wenn sie Unterstand oder Schutz gesucht haben. Der Vorwurf, Betonbauten würden ein „unnatürliches und daher negatives Raumklima schaffen“, geht daher ins Leere.

In einem elektrischen Wechselfeld, in dem sich ja die Richtung des Feldes ständig ändert, wiederholen sich auch die Umordnungen der Ladungsträger und daher an der Haut Ansammlungen gleichnamiger Ladungsträger im Takt des Wechselfeldes. Dies verursacht in starken Feldern Vibrationen der Haare und ein mit zunehmender Feldstärke als immer unangenehmer empfundenes Kribbeln und Stechen durch Mikroentladungen.

# Elektrosmog – Risiken und Risikowahrnehmung

Die andauernden Ladungswechsel an der Oberfläche bewirken, dass auch die Ladungsträger im Körperinneren um ihre Ruhelage hin und her pendeln. Dies wird als Verschiebungsstrom bezeichnet.

## 3.2 Magnetische Felder

Magnetische Felder werden von bewegten elektrischen Ladungen, also elektrischen Strömen, erzeugt und schwanken daher mit dem Stromverbrauch.

Magnetische Wechselfelder verursachen in leitfähigen Körpern elektrische (Wirbel) Ströme. Im Gegensatz zu elektrischen Feldern werden magnetische Felder durch den Körper nicht abgeschirmt.

Sowohl elektrische als auch magnetische Felder erzeugen also im Körperinneren primär elektrische Ströme, bzw Stromdichten.

Wie das EKG oder das EEG zeigen, sind jedoch elektrische Vorgänge im Körper allgegenwärtig und keineswegs fremd. Darüber hinaus wissen wir über die Auswirkungen auch hoher elektrischer Ströme gut Bescheid, werden sie doch seit mehr als hundert Jahren in der medizinischen Reizstromtherapie erfolgreich eingesetzt.

Der Körper schützt sich vor unerwünschten (eigenen und äußeren) Beeinflussungen durch eine Reizschwelle. Sie ist die Ursache, dass diese Beeinflussungen so lange ignoriert werden, bis sie einen Mindestwert, die Reizschwelle, überschreiten (Alles-oder-Nichts-Gesetz). Erst dann kommt es zum Auslösen von Nervenimpulsen oder zur Kontraktion von Muskelfasern<sup>8</sup>.

## 3.3 Hochfrequente elektromagnetische Wellen

Im Hochfrequenzbereich zeigen sich elektrische und magnetische Felder von einer neuen Seite: Sie sind nun miteinander untrennbar verbunden und können sich vom Entstehungsort in Form von elektromagnetischen Wellen ablösen und in den Raum ausbreiten. Die Energie der Wellen ist jedoch um viele Größenordnungen zu klein, um chemische Veränderungen verursachen zu können.

Wenn die Wellen auf einen Körper treffen, so versetzen sie dessen Moleküle in mechanische Schwingung und bewirken damit eine Erwärmung. Die Wechselwirkung konzentriert sich dabei umso mehr auf die Körperoberfläche, je höher die Frequenz der Wellen ist. Im Bereich des Mobilfunks (0,9 GHz und 1,8 GHz bzw 2 GHz) beträgt die Eindringtiefe der Wellen nur noch wenige Zentimeter.

## 4 Grenzwerte

Sowohl elektrische und magnetische Felder als auch elektromagnetische Wellen können gefährlich werden, wenn sie zu stark sind.

Die im Körper verursachten niederfrequenten elektrischen Stromdichten könnten dann Nervenerregungen und sogar Herzkammerflimmern auslösen.

Elektromagnetische Wellen könnten durch lokale oder Ganzkörper-Übererwärmungen Gewebsschäden und sogar den Hitzetod bewirken.

Es ist daher unbestritten, dass Grenzwerte zum Schutz der Bevölkerung erforderlich sind<sup>8, 12</sup>.

In der österreichischen (Vor-)Norm ÖVE/ÖNORM E8850:2006 sind Expositions-Grenzwerte festgelegt, die die Summe der einwirkenden Felder begrenzen<sup>11</sup>. Sie entsprechen der Empfehlung 1999/519/EG des Europäischen Rates<sup>5</sup> und den Richtlinien, die die Internationale Kommission zum Schutz vor Nicht-ionisierender Strahlung (ICNIRP) mit dem Mandat der WHO erarbeitet hat<sup>6</sup>.

Eine gesetzliche Regelung zum Schutz vor Elektrosmog analog zum Strahlenschutzgesetz und der Strahlenschutzverordnung zum Schutz vor Röntgen- und radioaktiver Strahlung gibt es in

Österreich jedoch nicht. In der Europäischen Richtlinie 2004/40/EC wurden jedoch für Arbeitnehmer Expositionsgrenzwerte festgelegt, die aufgrund der Übernahmeverpflichtung auch in das österreichische Gesetzeswerk zu übernehmen sein werden<sup>4</sup>. Darin werden die Arbeitgeber verpflichtet, Arbeitsplätze nach den auftretenden elektromagnetischen Immissionen zu bewerten und ggf technische und/oder organisatorische Minimierungsmaßnahmen zu ergreifen.

Bei der Grenzwertfestlegung konnte der Umstand ausgenützt werden, dass sowohl für die Erregung von Nerven- und Muskelzellen als auch für die Folgen der Erwärmung Werte für biologische Wirkungsschwellen existieren, unterhalb denen eine Einwirkung irrelevant bleibt.

Bei ionisierender Strahlung können Grenzwerte sogar ein Todesrisiko nicht ausschließen, sondern nur so niedrig halten, wie es vernünftiger Weise möglich ist. Die Grenzwerte für nicht-ionisierende elektromagnetische Felder konnten hingegen an den Wirkungsschwellen orientiert werden. Sie wurden so festgelegt, dass sie für beruflich Exponierte um das 10fache und für die Allgemeinbevölkerung um das 50fache unter den Wirkungsschwellen bleiben. Somit können bei Einhaltung der Grenzwerte die erwiesenen gesundheitsrelevanten Wirkungen ausgeschlossen werden. So wurde zB die maximal erlaubte zusätzliche Wärmezufuhr durch Elektrosmog auf biologisch unbedeutende 8% jener Wärmemenge begrenzt, die der Körper in Ruhe selbst erzeugt.

## 5 Langzeitwirkungen

Die physikalischen Kenntnisse über die Natur und Wechselwirkungsmechanismen von Elektrosmog sind bereits sehr umfangreich. Darüber hinaus wurden zahlreiche Untersuchungen über potentielle gesundheitliche Auswirkungen an verschiedensten Untersuchungsobjekten, von chemischen Reaktionen, isolierten Zellen und Gewebeproben bis hin zu lebenden Objekten wie Fliegen, Mäusen und Ratten durchgeführt. Auch Untersuchungen am Menschen wurden vorgenommen, um die Grenzwerte abzusichern. Dennoch muss der Wunsch nach dem Beweis der Unschädlichkeit und absoluter Gewissheit unerfüllt bleiben. Dies nicht deshalb, weil die Anstrengungen nicht ausreichend gewesen wären, sondern weil er aus wissenschaftstheoretischen Gründen grundsätzlich nicht erfüllbar ist, weder jetzt noch in Zukunft. Es bleibt daher die hypothetische Möglichkeit, dass eine chronische Einwirkung aufgrund eines möglicher Weise noch nicht bekannten Umstandes gesundheitliche Auswirkungen auf den Menschen oder dessen Nachkommen haben könnte, auch wenn „Zeitraffer“-Untersuchungen an vielen Generationen von Eintagsfliegen und lebenslange Expositionen von Säugetieren bisher keine belastbaren Hinweise darauf geliefert haben.

Am Menschen lassen sich derartige Untersuchungen naturgemäß nur durch epidemiologische Studien durchführen. Dabei wird der Gesundheitszustand (Langzeit-)Exponierter mit jenem von Personen verglichen, die im Untersuchungszeitraum nicht oder kaum exponiert waren. Eine wichtige Voraussetzung dabei ist, dass sich die beiden Gruppen durch keine anderen möglicherweise relevanten Umstände und Risikofaktoren unterscheiden dürfen. Wie das hinlänglich bekannte Beispiel von Störchen und Geburtenzahlen belegt, ist das Ergebnis derartiger Studien eine „Assoziation“, die Feststellung einer Gleichzeitigkeit, die jedoch für sich genommen noch keinen kausalen Zusammenhang beweisen kann. Aufgrund der methodischen Bedingungen verfälschenden Einflüsse, zB bei der (retrospektiven) Bestimmung der Exposition oder der Lebensumstände, ist das Ergebnis epidemiologischer Studien umso unsicherer, je geringer die potenzielle gesundheitliche Auswirkung des untersuchten Einflussfaktors ist (Signal-Rausch-Problem).

Seit im Jahr 1979 in einer epidemiologischen Studie über eine Assoziation zwischen dem Auftreten von Kinderleukämie und der Nähe zu Hochspannungsleitungen berichtet wurde, sind eine Vielzahl weiterer Studien an Kindern und Erwachsenen zu

# Elektrosmog – Risiken und Risikowahrnehmung

verschiedenen Krebsarten und gesundheitlichen Endpunkten einschließlich Alzheimer oder Depression durchgeführt worden. Die Ergebnisse sind widersprüchlich und reichen von einer Erhöhung des Erkrankungsrisikos bis zu einer signifikanten Verringerung, also einer Schutzwirkung.

Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) erarbeitete im Auftrag der Weltgesundheitsorganisation (WHO) eine zusammenfassende Bewertung der Untersuchungen der Exposition gegenüber niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern in Hinblick auf verschiedenste Krebsarten. Sie kam zum Schluss, dass keine ausreichenden Hinweise auf eine kanzerogene Wirkung von statischen und niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern vorliegen, jedoch mit einer Ausnahme, nämlich der Kinder-Leukämie. In diesem Fall wurde die Tendenz zu höheren Risikofaktoren, die sich auch in zusammengefassten (Meta-)Studien zeigte, als begrenzter Hinweis („limited evidence“) auf einen möglichen Zusammenhang gewertet und niederfrequente Magnetfelder daher bis zu einer Stärke von ca 3 Promille des Grenzwertes als mögliches Karzinogen der niedrigsten Klasse (2B) eingestuft<sup>13</sup>.

Der Umstand, dass die statistische Assoziation weder durch entsprechende Tierversuche noch durch andere Laborexperimente bestätigt werden konnte, lässt die epidemiologischen Ergebnisse als singuläre Befunde zurück. Dies wird von Internationalen Gremien wie der WHO, ICNIRP oder nationalen Strahlenschutzkommissionen wie zB die SSK (Deutschland), HPA (England) und ARPANSA (Australien), als nicht ausreichend angesehen, um andere Ursachen für diese Ergebnisse ausschließen zu können. Sie werden daher als nicht ausreichend angesehen, um als Grundlage für die Grenzwertfestlegung herangezogen werden zu können.

Im Hochfrequenzbereich haben epidemiologische Studien ebenfalls zu unterschiedlichen Ergebnissen geführt, insgesamt ergaben sich jedoch noch schwächere Hinweise auf einen möglichen Zusammenhang mit gesundheitsrelevanten Auswirkungen.

Gegenwärtig wird eine multinationale epidemiologische Studie (INTERPHON) an über 17.000 Mobilfunknutzern abgeschlossen, an der sich 13 Staaten beteiligten. Erste nationale Teilergebnisse zeigen keinen Zusammenhang von Krebserkrankungen mit der Handynutzung.

## 6 Vorsorge

Die Frage, wie man mit unsicherem Wissen umgehen soll, wird in Europa spätestens seit 1995 diskutiert, als in Schweden statt der Erlassung von Grenzwerten das Prinzip der vorbeugenden Vermeidung (prudent avoidance) als Richtschnur für die Errichtung und Genehmigung von elektrotechnischen Anlagen beschlossen wurde<sup>9</sup>. In einer Mitteilung der Europäischen Kommission COM 2000(1) zur Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips<sup>5</sup> wurde festgehalten, dass auch bereits vor Vorliegen eines wissenschaftlichen Nachweises, also bereits aufgrund eines wissenschaftlich begründeten Verdachtes Maßnahmen zur Gefahrenabwehr gerechtfertigt sind, wenn diese verhältnismäßig, nicht diskriminierend, kohärent und effizient sind. Die WHO hat in diesem Zusammenhang auf die Bedeutung der Nutzen/Aufwands-Analyse hingewiesen<sup>14</sup>.

Die Deutsche Strahlenschutzkommission (SSK) hat die Sicherheit des Wissens in die Kategorien wissenschaftlicher Nachweis, wissenschaftlicher Verdacht und wissenschaftlicher Hinweis eingeteilt, nach denen in ihrer Verbindlichkeit abgestufte Maßnahmen empfohlen werden sollten<sup>12</sup>.

In Hinblick auf das Vorsorgeprinzip wird diskutiert, in welchem Ausmaß ein einziger Verursacher die bestehenden Expositionsgrenzwerte ausschöpfen darf. Während es jedoch europäische Gerätenormen (noch) zulassen, dass ein einziges Gerät den Spielraum zur Gänze ausnützen darf<sup>2</sup>, hat die Schweiz mit dem

Argument der Vorsorge die Emissionsbegrenzung bei ortsfesten Anlagen auf 1% des Expositionsgrenzwertes festgelegt<sup>10</sup>.

Italien hat ebenfalls zusätzlich zum Expositionsgrenzwert für Hochspannungsleitungen eine Emissionsgrenze von 10% des Expositionsgrenzwertes mit zusätzlich reduzierten Zielwerten für sensible Bereiche wie Kindergärten, Schulen und Krankenhäuser in der Höhe von 3% des Expositionsgrenzwertes verordnet<sup>1</sup>.

## 7 Zusammenfassung

Elektrosmog in ausreichender Stärke könnte gesundheitsrelevante Auswirkungen verursachen. Es herrscht daher Übereinstimmung, dass zum Schutz der Bevölkerung Grenzwerte erforderlich sind. Im Gegensatz zu der ionisierenden Strahlung (zB Röntgenstrahlung), wo bereits kleinste Strahlungsmengen potentiell schädlich sind und bleibende Veränderungen hinterlassen können, die sich zeitlich aufsummieren können, bestehen für die Wirkungsmechanismen von Elektrosmog biologische Wirkungsschwellen, unterhalb derer diese biologischen Auswirkungen nicht auftreten (können). Im Gegensatz zur ionisierenden Strahlung ist darüber hinaus kein Summationseffekt bekannt, der zusätzliche Regelungen für dauernde Expositionen rechtfertigen würde.

Die bestehenden Grenzwerte sind niedrig genug, um vor den erwiesenen gesundheitsrelevanten Wirkungen zu schützen. Ob die verbleibenden hypothetischen Risiken noch weitere Maßnahmen rechtfertigen, hängt von der subjektiven Risikowahrnehmung ab.

## Literatur

- <sup>1</sup> Decreto (2003): Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza rete (50Hz) generati dagli elettrodotti. Gazzetta Ufficiale 200
- <sup>2</sup> EN 50366 (2004): Elektrische Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Elektromagnetische Felder – Verfahren zur Bewertung und Messung
- <sup>3</sup> EU Kommission COM 2000(1): Die Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips
- <sup>4</sup> EU Kommission 2004/40/EG: Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder)
- <sup>5</sup> EU Rat 1999/519/EG (1999): Empfehlung zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz)
- <sup>6</sup> ICNIRP (1998): Guideline for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields (up to 300GHz), Health Physics, 74, 494–522
- <sup>7</sup> Leitgeb, N. (2000): Machen elektromagnetische Felder krank? Springer-Verlag, Wien
- <sup>8</sup> Leitgeb, N. (2006): Neue Technologien und Strahlenschutz. Strahlenschutzpraxis 12, 19–21
- <sup>9</sup> NBOSH, NBHBP, NESB, NBHW, RPI: Low-frequency electrical and magnetic fields: The precautionary principle for national authorities. Guidance for decision makers. Stockholm 1996
- <sup>10</sup> NISV (1999): Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung. Bern
- <sup>11</sup> ÖVE/ONORM (Vornorm) E 8850:2006: Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 0 Hz bis 300 GHz – Beschränkung der Exposition von Personen
- <sup>12</sup> SSK (2001): Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern. Urban & Fischer, München
- <sup>13</sup> WHO (2001): Evaluation of Carcinogenic Risks. Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields. IARC Monographs vol 80
- <sup>14</sup> WHO: Framework guiding public health policy options in areas of scientific uncertainty. WHO, Geneva 2006

## Korrespondenz:

UnivProf Dipl-Ing Dr Norbert Leitgeb  
Institut für Krankenhaustechnik und  
Europapapierprüfstelle für Medizinprodukte  
Technische Universität Graz  
8010 Graz, Inffeldgasse 18