



## SCHLAFLOS IM STRAHLENMEER?

Manche Leute legen Metallmatten unter das Bett, um die Auswirkungen elektromagnetischer Felder zu neutralisieren. Andere setzen auf Glaspysramiden, und wiederum andere schlafen jede Nacht an einem anderen Ort – aus Angst vor dem «Elektrosmog». Grund für die Besorgnis: In den letzten Jahren hat die Zahl und Vielfalt der Quellen elektromagnetischer Felder, die für den individuellen Bedarf und für gewerbliche und industrielle Zwecke verwendet werden, in einem noch nie da gewesenen Ausmass zugenommen.

Keine Frage, elektromagnetische Strahlen sind heutzutage allgegenwärtig: Mobilfunksender und Mobiltelefone, schnurlose Telefone, Radio- und Fernsehsender, Stromleitungen, Computer, Mikrowellenherde, Radar und Einrichtungen, die in der Industrie und in der Medizin verwendet werden. Nichtionisierende Strahlung (NIS) – im Volksmund «Elektrosmog» genannt – umfasst sämtliche Strahlungsformen, die (im Gegensatz zur ionisierenden, radioaktiven Strahlung) nicht genügend Energie aufweisen, um Atome und Moleküle zu verändern. Dieser so genannte «Elektrosmog» fällt bei elektrotechnischen Anlagen, also bei Stromleitungen und Transformatoren und bei elektrischen Haushalt- und Bürogeräten, als unerwünschtes Nebenprodukt an. Bei Sendeanlagen und Mobiltelefonen dient die Strahlung dagegen als eigent-



Quelle: BUWAL

### NIS-Verordnung: Zwei Grenzwerte, zwei Begriffe

Die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) enthält zwei Typen von Grenzwerten: Gefährdungs- und Vorsorgegrenzwerte.

#### Gefährdungsgrenzwerte (Immissionsgrenzwerte)

Gefährdungsgrenzwerte schützen vor wissenschaftlich nachgewiesenen Gesundheitsschäden. Sie berücksichtigen die gesamte Strahlung, die an einem Ort vorhanden ist. Sie müssen überall eingehalten werden, wo sich Personen – auch nur kurzfristig – aufhalten können. Gefährdungsgrenzwerte sind international abgestimmt und können in der Schweiz in der Regel problemlos eingehalten werden.

#### Vorsorgegrenzwerte (Anlagengrenzwerte)

Das Vorsorgeprinzip, wie es im Umweltschutzgesetz verankert ist, verlangt, dass die Belastung grundsätzlich niedrig sein soll, so niedrig, wie es technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Anlagengrenzwerte liegen deutlich unterhalb der Gefährdungsgrenzwerte. Sie gelten für die Strahlung einer einzelnen Anlage und müssen dort eingehalten werden, wo Menschen sich längere Zeit aufhalten (zum Beispiel Wohnungen, Schulen, Spitäler). Der Anlagengrenzwert wird entsprechend den jeweiligen technischen Möglichkeiten festgelegt.

#### Immissionsgrenzwerte im Frequenzbereich ausgewählter Anlagen:

| Anlage                 |                                   | Immissionsgrenzwert     |
|------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Eisenbahnen            | 16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> Hz | 300 $\mu$ T; 10 000 V/m |
| Hochspannungsleitungen | 50 Hz                             | 100 $\mu$ T; 5 000 V/m  |
| Rundfunksender         | 10–400 MHz                        | 28 V/m                  |
| Mobilfunksender        | 900 MHz                           | 41 V/m                  |
|                        | 1800 MHz                          | 58 V/m                  |
| UMTS-Sender            | 2100 MHz                          | 61 V/m                  |

#### Grenzwerte für ausgewählte Anlagen:

| Anlage                 |          | Anlagengrenzwert            |
|------------------------|----------|-----------------------------|
| Eisenbahnen            |          | 1 $\mu$ T (24-h-Mittelwert) |
| Hochspannungsleitungen |          | 1 $\mu$ T                   |
| Rundfunksender         |          | 3 V/m                       |
| Mobilfunksender        | 900 MHz  | 4 V/m                       |
|                        | 1800 MHz | 6 V/m                       |
| UMTS-Sender            | 2100 MHz | 6 V/m                       |

liches Transportmittel für die Informationsübertragung und ist daher technisch gesehen unvermeidlich.

Doch gerade der Bau von Mobilfunkantennen in Wohngebieten ruft in der Bevölkerung Ängste und Protest hervor. Die ablehnende Haltung hat sowohl landschaftsschützerische als auch medizinische Ursprünge: Zum einen können Antennen das Landschaftsbild empfindlich stören, zum andern wächst in der Bevölkerung die Furcht davor, die sich explosiv vermehrende Multimedia-Kommunikation könnte mit ihrer parallel wachsenden elektromagnetischen Strahlung ernsthafte gesundheitliche Schäden bewirken. Wie viele Menschen die Mobilfunkantennen für körperliche Beschwerden verantwortlich machen, ist indes unklar. Fest steht lediglich, dass mehr als die Hälfte der Schweizerinnen und Schweizer mobil telefoniert – und jeden Tag kommen Tausende neue Benutzer hinzu.

Nicht anders sieht es bei Projekten für Hochspannungsleitungen aus. Hier kommt noch dazu, dass eine Stromleitung, wenn sie einmal gebaut ist, üblicherweise für Jahrzehnte auf dem gleichen Trasse stehen bleibt. So ist denn Elektromog ein gesellschaftspolitisches Thema, das zu tiefgreifenden Kontroversen führt.

Der Umgang mit diesem Thema ist allerdings schwierig. Wohl deshalb, weil sich die rationalen Grundlagen

## VERSCHIEDENE PHILOSOPHIEN FÜR GRENZWERTE

Grundlage für die Festlegung von Schutzzgrenzwerten bilden die publizierten wissenschaftlichen Untersuchungen und die allgemeine Erfahrung über biologische Wirkungen von Elektromog. Diese Ergebnisse können allerdings nicht direkt in Grenzwerte umgesetzt werden, eine vorgängige Bewertung ist nötig. Beispielsweise ist zu entscheiden, ob eine Untersuchung nach anerkannten wissenschaftlichen Regeln durchgeführt wurde und damit verlässlich ist, und ob ein gefundener Effekt für die Gesundheit des Menschen von Bedeutung ist. Diese Bewertung wird durch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der biologischen, medizinischen und toxikologischen Fachrichtungen vorgenommen.

Je nachdem, welche Kriterien solche Bewertungsgremien anwenden und welches Schutzziel sie anstreben, werden sie zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen und zu unterschiedlichen Grenzwerten gelangen. Im Folgenden sind zwei verschiedene Bewertungsphilosophien erläutert. Eine dritte geht nicht von biologischen Wirkungen, sondern von den technischen Möglichkeiten zur Verringerung des Elektromogs aus.

**Die Gefährdungsgrenzwerte der ICNIRP.** Die Internationale Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) ist eine private Nichtregierungsorganisation. Sie stützte sich bei ihrer Bewertung auf diejenigen biologischen Wirkungen, die in experimentellen Untersuchungen wiederholt und reproduzierbar erzeugt werden konnten und die für den Menschen eindeutig ein Gesundheitsrisiko darstellen. Es sind dies nach Ansicht der ICNIRP nur folgende Wirkungen: im Niederfrequenzbereich (Stromversorgung, Eisenbahnen) die ungewollte Kontraktion von Muskeln und die fehlerhafte Auslösung von Nervenimpulsen, im Hochfrequenzbereich (Sendeanlagen) die übermässige Erwärmung des Körpers. Es handelt sich dabei um akute schädliche Wirkungen. Andere Effekte, aus denen sich nicht eindeutig ein Gesundheitsrisiko ableiten lässt, einmalige oder nicht wiederholbare Befunde sowie insbesondere auch epidemiologische Untersuchungen wurden bei der Grenzwertsetzung durch die ICNIRP nicht berücksichtigt.

Die ICNIRP hat zwar bei der Festlegung der Grenzwerte einen Sicherheitsfaktor eingebaut. Dieser bezieht sich jedoch nur auf die von ihr berücksichtigten Wirkungen. Die ICNIRP-Grenzwerte sind somit Gefährdungsgrenzwerte und nicht Vorsorgewerte. Im Bereich des Mobilfunks sind es reine Wärmegrenzwerte.

Wenn die ICNIRP-Grenzwerte eingehalten sind, dann ist der Mensch mit Sicherheit vor den genannten akuten Wirkungen geschützt. Ob er aber auch vor anderen, insbesondere vor Langzeitwirkungen geschützt ist, ist bei der beschränkten Datenbasis, die für die Herleitung der ICNIRP-Grenzwerte verwendet wurde, und angesichts von Hinweisen auf nichtthermische Wirkungen aus der experimentellen und epidemiologischen Forschung fraglich.

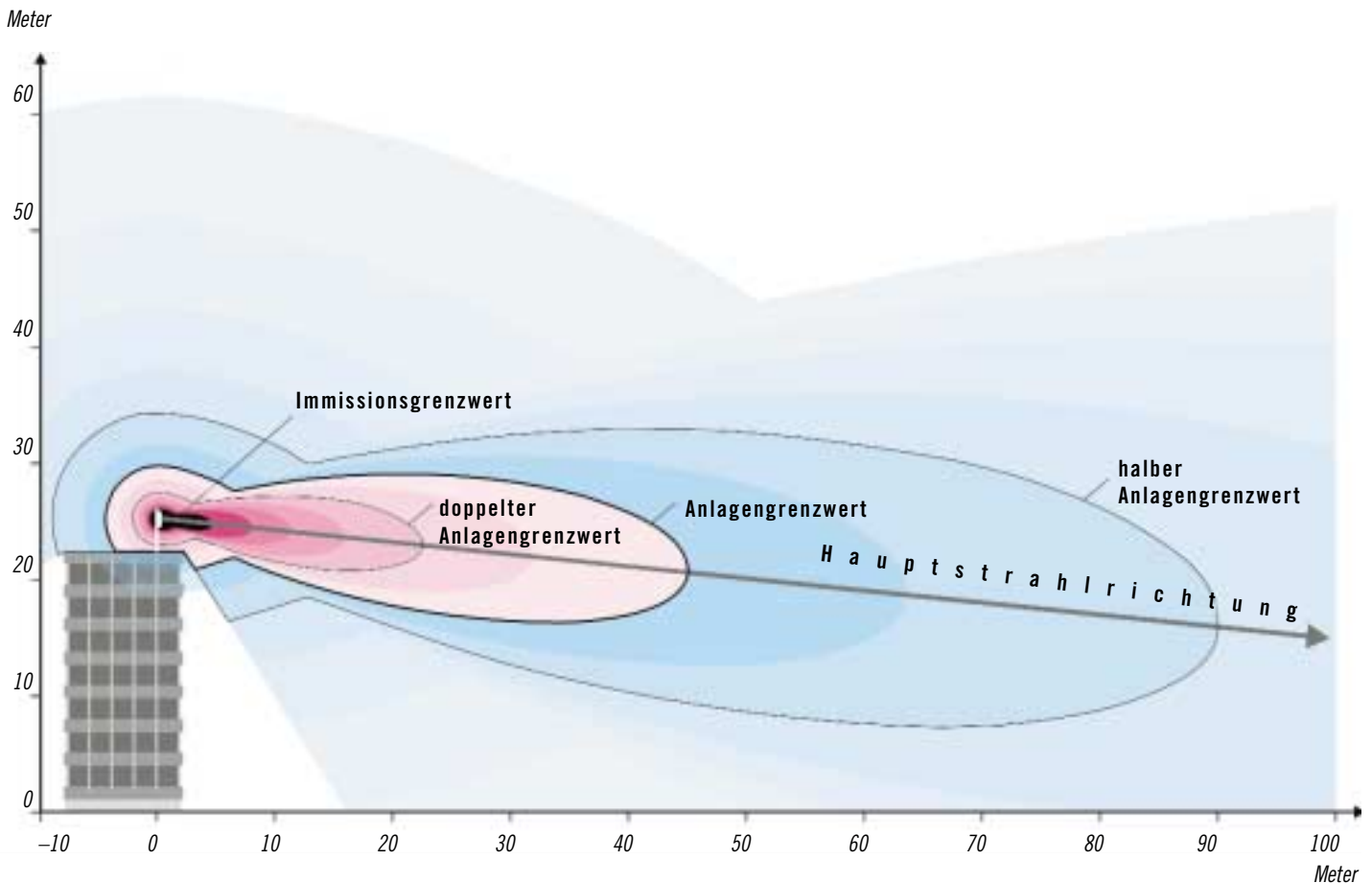
**Die «Salzburger Resolution».** Einen anderen Weg der Grenzwertfestlegung geht die so genannte «Salzburger Resolution»: An einer internationalen Konferenz im Juni 2000 kamen in Salzburg erstmals auf internationaler Ebene kritische Wissenschaftler und Vertreter des öffentlichen Gesundheitswesens zusammen. Sie diskutierten den gegenwärtigen Wissensstand zur Exposition und zu den gesundheitlichen Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder unter dem Aspekt der öffentlichen Gesundheit und des Vorsorgeprinzips. Bei der Bewertung berücksichtigten sie auch wissenschaftliche Ergebnisse, die erst Hinweise, aber noch keine endgültigen Beweise für ein Gesundheitsrisiko liefern. Epidemiologischen Studien wurde ein hoher Stellenwert eingeräumt, weil solche Untersuchungen die reale, alltägliche Belastung des Menschen zum Gegenstand haben.

Das Ergebnis dieser Bewertung ist die «Salzburger Resolution zu Mobilfunksendeanlagen» vom Juni 2000. Die Unterzeichner der Resolution kamen zum Schluss, es gebe derzeit Hinweise, dass auch schwächste Strahlung nachteilige gesundheitliche Auswirkungen haben könnte und somit überhaupt keine Null-Effekt-Schwelle bestehe. Die Emp-

dieses Umweltphänomens so schwer erschliessen lassen: Strahlung können wir nicht hören, wir können sie nicht fühlen und nicht riechen. Allenfalls verspüren wir Wirkungen, zu deren Ursachenerforschung wir aber höchst komplizierte Physik und Medizin bemühen müssen.

Kommt hinzu, dass in der Wissenschaft noch grosse Unsicherheiten über die möglichen Auswirkungen nichtionisierender Strahlung auf die Gesundheit bestehen. Bei starker Strahlungsbelastung sind die schädlichen Auswirkungen zwar bewiesen und anerkannt. Bei schwachen Immissionen hingegen ist das Bild weniger klar. Es sind zwar biologische Wirkungen im Labor nachgewiesen, doch streiten sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler noch, ob diese schädlich sind oder nicht. Es wurden statistische Vergleiche zwischen stark und schwach exponierten Bevölkerungsgruppen angestellt. Das Resultat solcher Untersuchungen ist widersprüchlich; zum Teil wird ein erhöhtes Risiko für beispielsweise Leukämie oder Schlafstörungen gefunden, andere Untersuchungen zeigen keine solchen Auffälligkeiten. Das Wissen gleicht einem Mosaik, von dem erst einzelne Steine vorliegen und für das eine kohärente Erklärungstheorie fehlt.

Ist sich schon die Wissenschaft über die Bedeutung ihrer Befunde nicht einig, so finden erst recht heftige Aus-



### Strahlung in der Umgebung einer Mobilfunkantenne

Das Beispiel illustriert die Strahlung in der Umgebung einer Mobilfunkantenne mit hoher Sendeleistung auf einem Gebäude mit Flachdach. Ähnlich wie ein Autoscheinwerfer bündelt die Antenne die Strahlung und lenkt sie in die gewünschten Richtungen. Im schwarzen Bereich ist der Immissionsgrenzwert überschritten. Dort dürfen sich keine Personen – auch nicht vorübergehend – aufhalten. Innerhalb des rötlichen Bereichs ist der Anlagengrenzwert überschritten. Dort dürfen sich keine Orte mit empfindlicher Nutzung (Wohnräume, Schulen, Spitäler, Büros, Kinderspielplätze u.a.) befinden. Im blauen und weissen Bereich ist der Anlagengrenzwert eingehalten; ebenfalls im Innern des abgebildeten Gebäudes, weil das Betondach die Strahlung abschwächt. Anhand der Hilfslinien für den doppelten und den halben Anlagengrenzwert lässt sich erkennen, wie die Strahlung mit zunehmender Distanz und Abweichung von der Hauptstrahlrichtung schwächer wird. Im weissen Bereich beträgt die Intensität weniger als ein Achtel des Anlagengrenzwertes.

fehlung von konkreten Grenzwerten sei daher mit entsprechenden Unsicherheiten verbunden und als vorläufig anzusehen. Trotz dieser Schwierigkeit wird in der Resolution ein Vorsorgegrenzwert für Mobilfunkstrahlung empfohlen. Dieser ist ungefähr 100-mal strenger als der Wärmegrenzwert der ICNIRP. Der Salzburger Grenzwert ist ein biologisch begründeter Vorsorgegrenzwert, entsprechend der Argumentation: «Biologische Wirkungen bei schwacher Strahlung existieren. Wir sind zwar nicht sicher, ob diese tatsächlich schädlich sind, aber sie könnten es durchaus sein. Die Strahlungsbelastung sollte deshalb aus Vorsorgegründen unterhalb dieser Verdachtsschwellen bleiben.»

**Vermeidbare Belastungen vermeiden.** Der dritte Weg geht nicht von biologischen Wirkungsschwellen aus, sondern von den technischen Möglichkeiten, die sich bieten, um die Strahlung zu verringern. Das schweizerische Umweltschutzgesetz verlangt beispielsweise, dass die Strahlung im Sinne der Vorsorge so weit zu begrenzen ist, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Erfahrungsgemäss lässt sich die Elektromog-Belastung in den meisten Fällen mit vertretbarem Aufwand

weit unter den Gefährdungsgrenzwerten der ICNIRP halten, insbesondere dort, wo sich die Menschen längere Zeit aufhalten. Auch diese Erfahrung lässt sich in Grenzwerte fassen; in diesem Fall sind es dann technisch/wirtschaftlich begründete Vorsorgegrenzwerte.

Welcher Philosophie man bei der Grenzwertfestlegung folgt, ist keine wissenschaftliche Entscheidung, sondern eine politische. Sie hängt wesentlich davon ab, welches Schutzziel angestrebt wird. Die Politik wird vor allem die Frage zu beantworten haben, wie sie mit den als «unsicher» oder «fraglich» eingestuften Risiken umgehen will. Diese Frage ist dann von besonderer Bedeutung, wenn – wie beim Mobilfunk – praktisch die gesamte Bevölkerung dieser Strahlung ausgesetzt ist.

Der Bundesrat hat sich in der NIS-Verordnung für den folgenden Weg entschieden:

- Zum Schutz vor erwiesenen Schädigungen hat er die Gefährdungsgrenzwerte der ICNIRP übernommen.
- Zum vorsorglichen Schutz vor möglichen schädlichen Auswirkungen hat er technisch/wirtschaftlich begründete Vorsorgegrenzwerte (Anlagengrenzwerte) festgelegt.

einandersetzungen zwischen Anlagenbetreibern und kritisch eingestellten Personengruppen statt. Die Industrie verlangt zuerst den Beweis der Schädlichkeit, bevor sie Immissionen begrenzen will. Umweltorganisationen, besorgte Ärzte, Bürger und Bürgerinnen hingegen wehren sich dagegen, dass mit der Bevölkerung ein Grossversuch durchgeführt wird; sie verlangen vor der Einführung einer neuen Technologie den Beweis, dass diese unschädlich ist.

### Unsicherheit heisst nicht Untätigkeit.

Aber: Trotz aller Unsicherheiten müssen schon heute Grenzen gesetzt werden. Denn eines steht fest: Die Strahlungsbelastung wird weiter zunehmen! Es geht nun darum festzulegen, welche Belastungen zumutbar sind und welche nicht. Der Bundesrat hat bereits reagiert, indem er Grenzwerte gegen die erwiesenen Schädigungen und Vorsorgewerte gegen mögliche schädliche Auswirkungen erlassen hat. Damit konkretisierte er den im Umweltschutzgesetz enthaltenen Auftrag, wonach Elektromog im Sinn der Vorsorge so weit begrenzt werden muss, als es die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten erlauben, mindestens aber so weit, dass er für Menschen weder schädlich noch lästig ist.

Die «Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV)» ist am 1. Februar 2000 in Kraft getreten und zählt in Europa zu den strengsten Regelungen. Die NISV enthält zwei Arten von Grenzwerten: einmal die so genannten «Anlagen-grenzwerte», die eine vorsorgliche Emissionsbegrenzung für die Strahlung, die von einer Anlage allein erzeugt wird, bezwecken, zweitens die Gefährdungsgrenzwerte (Immissionsgrenzwerte), die auf international anerkannten, wissenschaftlich gesicherten Empfehlungen beruhen.

Die Verordnung enthält aber nicht nur Vorschriften für Anlagen, die Elektromog erzeugen, sondern auch für die Raumplanung. Künftig dürfen neue Bauzonen nur noch dort aus-

geschieden werden, wo der Anlagen-grenzwert eingehalten ist.

### Bund unterstützt Produktedeklaration.

Vom Umweltschutzgesetz und daher auch von der NISV nicht erfasst sind Handys. Für die Begrenzung der Strahlung von Handys und anderen elektrischen Geräten sind internationale technische Vorschriften nötig, welche die Schweiz nicht im Alleingang erlassen kann. Ein wirksames Mittel, um die Produzenten zur Entwicklung strahlungsarmer Geräte zu motivieren und die Konsumenten über die Belastung ihres Handys zu informieren, ist die Deklaration der Strahlung. Der Bund unterstützt die Bemühungen der Konsumentinnen- und Konsumentenorganisationen zur Einführung einer solchen Produktedeklaration.

### PERSPEKTIVEN

Die Belastung durch nichtionisierende Strahlung wird weiter zunehmen und vielfältiger werden. Diese Entwicklung hat ihre Ursache in den zahlreichen neuen Technologien, die sich in den nächsten Jahren durchsetzen werden.

Bei der Entwicklung der neuen Technologien muss deshalb der Grundsatz gelten: so wenig Strahlung wie möglich. Anzustreben wäre, dass Gesundheitsrisiken künftig vor Einführung neuer Anwendungen erkannt werden. Dazu ist ein vertieftes Verständnis über die grundlegenden Wirkungsmöglichkeiten von NIS auf den menschlichen Körper erforderlich. Der Aufbau dieses Wissens braucht allerdings Zeit.

Auch wenn die Kenntnisse besser werden: Ein Nullrisiko gibt es nicht, und hat es in der ganzen Geschichte der Industrialisierung nie gegeben. Da also ein «Restrisiko» immer verbleibt, müssen neue Technologien nach der Einführung durch entsprechende Forschungsprogramme begleitet werden. ■

### Das Mobiltelefon bestrahlt den Kopf



*Mobiltelefone senden elektromagnetische Wellen mit einer Frequenz von 900 oder 1800 Megahertz aus. Die Strahlung liegt somit im Bereich der Mikrowellen, die das Körpergewebe erwärmen können.*

*Die international empfohlenen Grenzwerte für Handys richten sich nach dieser thermischen Wirkung der Strahlung. Auch wenn die thermischen Grenzwerte eingehalten sind, können im Kopf der telefonierenden Person so genannte «nichtthermische Wirkungen» auftreten. Ob diese gesundheitliche Folgen haben, wird derzeit intensiv untersucht. Im Vordergrund steht dabei die Frage, ob Handy-Strahlung die Entstehung von Hirntumoren fördert.*