

Anhang

A1 Mobilfunkstrahlung und Gesundheit

Die Antwort auf die Frage, ob die Strahlung der Mobilfunkantennen und Mobiltelefone gesundheitsschädlich ist, kann die Wissenschaft trotz intensiver Forschung heute nicht schlüssig geben. Die Menschen reagieren zudem verschieden. Im Sinne der Vorsorge müssen in der Schweiz zum Schutz vor der Strahlung der Antennen sehr strenge Grenzwerte eingehalten werden. Die individuelle Strahlungsbelastung beim mobilen Telefonieren kann jeder Nutzer durch sein Verhalten selber steuern.

A1-1 Zum aktuellen Wissenstand

Die Frage, ob die von Mobilfunkantennen und Mobiltelefonen ausgesandte Strahlung gesundheitsschädlich ist, beschäftigt viele Menschen. Zwar hat sich die wissenschaftliche Forschung in den letzten Jahren intensiv mit dieser Frage befasst, eine abschliessende Antwort steht jedoch noch aus.

A1-1.1 Thermische Wirkungen

Hochfrequente Strahlung, zu der auch die Mobilfunkstrahlung zählt, ist bei hoher Intensität in der Lage, das Körpergewebe zu erwärmen. Die Folge sind verschiedene negative Auswirkungen auf die Gesundheit wie Verbrennungen, eine Beeinträchtigung der Fortpflanzungsorgane oder der Gedächtnisleistung. Diese so genannten thermischen Effekte sind gut untersucht und bilden die Grundlage für die derzeit international gültigen Immissionsgrenzwerte. Diese Grenzwerte werden in der zugänglichen Umwelt durchwegs eingehalten, so dass die genannten thermischen Wirkungen ausgeschlossen werden können.

Wirkungen von Strahlung
mit hoher Intensität

A1-1.2 Nicht-thermische Wirkungen

Wesentlich schwieriger ist eine Aussage zu so genannten nicht-thermischen Wirkungen. Darunter versteht man Auswirkungen auf Zellen, Tiere oder Menschen, die bei so niedriger Strahlungsintensität auftreten, dass sie nicht auf einen Wärmeeinfluss zurückgeführt werden können. Beispiele dafür sind Veränderungen der Hirnströme beim Menschen oder Hinweise auf eine Beschädigung des genetischen Materials von gewissen Zelltypen in Zellkulturen. Dieser Bereich der Forschung ist mit verschiedenen Schwierigkeiten konfrontiert. Zum ersten haben unterschiedliche Forschungsgruppen zur selben Fragestellung oft widersprüchliche Ergebnisse erhalten. Die beobachteten biologischen Effekte sind subtil und die Reproduzierbarkeit der Experimente deshalb ausgesprochen schwierig. Als zweites stellt sich die Frage, ob eine biologische Wirkung, selbst wenn sie im Labor wiederholt nachgewiesen worden ist, für die menschliche Gesundheit von Bedeutung ist oder ob es sich nur um eine geringfügige Verschiebung des Gleichgewichts ohne physiologische Konsequenzen handelt. Diese Frage ist derzeit wissenschaftlich nicht beantwortbar, weder für kurzfristige und erst recht nicht für langfristige Expositionen.

Wirkungen von Strahlung
mit niedriger Intensität

A1-1.3 Untersuchungen exponierter Personengruppen

Die direkteste Auskunft über Gesundheitsrisiken erhält man, wenn man exponierte mit weniger exponierten Personengruppen vergleicht, und zwar nicht im Labor, sondern im Alltag. Solche so genannt epidemiologische Untersuchungen wurden bereits im Hinblick auf die Benützung von Mobiltelefonen durchgeführt, insbesondere mit der Fragestellung, ob die im Kopf der telefonierenden Person absorbierte Strahlung die Bildung von Hirntumoren begünstigen könnte. Die Ergebnisse sind derzeit noch nicht schlüssig.

Begünstigt die Strahlung von Mobiltelefonen die Bildung von Hirntumoren?

Ob sich die wesentlich schwächere Strahlung von Mobilfunkbasisstationen negativ auf die Gesundheit oder das Wohlbefinden von Anwohnern auswirkt, wurde demgegenüber bisher kaum untersucht. Anfängliche Studien waren methodisch mehrheitlich mangelhaft, so dass zu den von den jeweiligen Autoren gezogenen Schlussfolgerungen grosse Vorbehalte anzubringen sind. Zu diesen Untersuchungen gehören vor allem diejenigen in Naila und Netanya sowie jene von Santini, welche oft zitiert werden. Die Forschung hat sich dieses Bereichs seit kurzem angenommen, steht aber noch am Anfang und sieht sich mit beträchtlichen Schwierigkeiten konfrontiert, wie zum Beispiel die Exposition von erkrankten Menschen rückwirkend verlässlich zu bestimmen. Insgesamt muss die Frage nach einem allfälligen Gesundheitsrisiko durch die Strahlung von Mobilfunkbasisstationen bei den heute üblichen Intensitäten aus wissenschaftlicher Sicht offen bleiben. Weder sind solche Auswirkungen wissenschaftlich nachgewiesen, noch lassen sie sich mit ausreichender Sicherheit ausschliessen.

Forschung zur Strahlung der Mobilfunkantennen steht am Anfang

A1-1.4 Elektrosensibilität

Wenn die Wissenschaft derzeit keine abschliessende Antwort geben kann, könnten unter Umständen persönliche Erfahrungen im Zusammenhang mit Mobilfunkstrahlung einen Hinweis geben. Es gibt Menschen, die angeben, besonders empfindlich auf Mobilfunkstrahlung oder elektromagnetische Strahlung anderer Herkunft zu reagieren. Solche Menschen bezeichnen sich als elektrosensibel und klagen beispielsweise über Schlafstörungen, Kopfschmerzen, Nervosität, allgemeine Müdigkeit, Konzentrationsschwäche, Tinnitus (Ohrgeräusche), Schwindel, Glieder- und Halsschmerzen. Einzelne der Symptome sind auch von anderen Syndromen bekannt, wie MCS (Multiple Chemikalienunverträglichkeit), SBS (Sick Building Syndrome), chronisches Müdigkeitssyndrom, restless legs (unruhige Beine; Gefühlsstörungen der unteren Extremitäten) und Allergien sowie von Unverträglichkeiten gegenüber Metallen.

Beeinträchtigung des Wohlbefindens

Es ist unbestritten, dass Menschen, die von solchen Symptomen betroffen sind, leiden, und in ihrer Lebensgestaltung stark beeinträchtigt sein können. Auf der anderen Seite ist es nicht zulässig, solche Reaktionen des Körpers ohne unvoreingenommene Abklärung dem Elektromog anzulasten. Medizinisch existiert bisher keine Diagnose für Elektrosensibilität. In einigen Fällen, die in der Vergangenheit näher untersucht wurden, konnte ein Einfluss der elektromagnetischen Felder nicht ausgeschlossen werden. In der Mehrheit der untersuchten Fälle hat sich hingegen gezeigt, dass andere Faktoren für die Beeinträchtigungen weit eher verantwortlich waren als der verdächtige Elektromog. Um die Leiden elektrosensibler Personen zu verstehen und zu mildern, ist deshalb eine ganzheitliche Betrachtungsweise nötig, die sowohl die Wohn- und Arbeitssituation, die körperliche Konstitution als auch die Psyche einbezieht. Eine solche ganzheitliche Untersuchung und Beratung bieten seit kurzem die Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU) an. Patienten mit

Keine medizinische Diagnose möglich

Verdacht auf umweltbedingte Erkrankungen können sich an das umweltmedizinische Beratungsnetz der AefU wenden (Adresse siehe Anhang A3).

A1-1.5 Vorsorge

Angesichts des lückenhaften Wissensstandes über allfällige Gesundheitsauswirkungen durch die in der Umwelt übliche Mobilfunkstrahlung – insbesondere auch bei Langzeitbelastung durch schwache Strahlung – ist es sinnvoll, die Belastung im Sinne der Vorsorge zu minimieren. Für die Strahlung, die von Mobilfunkbasisstationen ausgeht, hat der Bundesrat dies getan, indem er für Orte, an denen sich Menschen lange aufhalten (wie Wohnungen, Büroarbeitsplätze, Schulen, Spitäler etc.), strenge Grenzwerte festgelegt hat. Mobilfunkanlagen müssen an diesen Orten den so genannten Anlagengrenzwert einhalten, der rund 10-mal strenger ist als der Immissionsgrenzwert (vgl. Ziffer 3.2.2). Das Bundesgericht⁴⁶ hat wiederholt bestätigt, dass damit dem Vorsorgeprinzip des Umweltschutzgesetzes Genüge getan ist. Die verbleibenden Unsicherheiten über allfällige negative Auswirkungen seien kein Grund, den weiteren Ausbau der Mobilfunknetze zu verbieten.

Grundsatz: Minimierung der Belastung

Was die persönliche Belastung eines jeden Einzelnen angeht, hat sich in Messungen gezeigt, dass Quellen in der eigenen Wohnung wie Schnurlos-Telefone (DECT) oder Drahtlosnetzwerke für Computer (WLAN) häufig mehr zur Elektromogbelastung beitragen als die Mobilfunkbasisstationen in der Umgebung. Diese selbst verursachten Belastungen lassen sich jedoch mit einfachen Massnahmen reduzieren:

Möglichkeiten zur Reduktion der eigenen Belastung

- Die Basisstationen von Schnurlostelefonen nach DECT-Standard sollten nicht unmittelbar in der Nähe eines Ortes aufgestellt werden, an dem man sich längere Zeit aufhält. Der Kauf eines Schnurlostelefon mit reduzierter Strahlung im Bereitschaftsmodus ist empfehlenswert.
- Eine Verwendung von Mobiltelefonen mit niedrigen SAR-Werten (vgl. Ziffer 3.2.2) und der Gebrauch von Headsets sind ebenfalls empfohlen.
- In Räumen mit schlechtem Empfang (Keller, Tiefgarage) sollte man wegen der höheren notwendigen Sendeleistung aufs Mobiltelefonieren wenn möglich verzichten.
- Im Auto empfiehlt sich eine Freisprechanlage mit Aussenantenne oder – auch aus Sicherheitsgründen (Unfälle wegen Unaufmerksamkeit) – am Besten Verzicht auf Gespräche während der Fahrt.

A1-2 Vom Labor zum Grenzwert – einige Missverständnisse

A1-2.1 Die Unschädlichkeit lässt sich nicht beweisen

Technologiekritische Kreise verlangen, eine neue Technologie dürfe erst eingeführt werden, wenn ihre Unschädlichkeit bewiesen sei. Diese Forderung ist grundsätzlich verständlich, in letzter Konsequenz jedoch nicht erfüllbar. Sicher ist es nötig, vor der Einführung einer neuen Technologie entsprechende Untersuchungen durchzuführen, damit allfällige Risiken erkannt und verhindert werden können. Damit man dies tun kann, muss jedoch eine Hypothese vorliegen, wonach man suchen will. Für die Mobilfunktechnologie lautete die Hypothese, dass die emittierte Strahlung zu einer Erwärmung des Körpergewebes führt, wie dies für die Strahlung von Rund-

Umkehr der Beweislast?

⁴⁶ Letztmals im Urteil BGr. 1C_92/2008 vom 16.12.2008

funksendern oder Mikrowellenöfen bereits bekannt war. Diese thermische Wirkung wurde dann auch für Mobilfunkstrahlung eingehend untersucht und die Ergebnisse in Immissionsgrenzwerte (vgl. Ziffer 3.2.2) umgesetzt. Wenn diese eingehalten sind, dann tritt keine unzulässige Erwärmung auf.

Wie sich nach der Einführung der Mobilfunktechnologie gezeigt hat, gibt es jedoch auch nicht-thermische Effekte. Solche sind im Rahmen der bisher akzeptierten Wirkungsmodelle nicht erklärbar, wurden eher zufällig entdeckt und waren nicht vorhersehbar. Ohne ein plausibles Wirkungsmodell gleicht die Forschung hier der Suche nach der Nadel im Heuhaufen. Die Forderung nach dem Unschädlichkeitsbeweis würde letztlich bedeuten, dass alle denkbaren biologischen Prozesse und Körperfunktionen auf allfällige Beeinflussungen durch die Strahlung hin untersucht werden müssten, bei verschiedenen Intensitäten, Expositionsdauern und in Kombination mit anderen Agenzien. Bei der Vielzahl und Vielfalt der biologischen Vorgänge ein nicht zu bewältigendes Unterfangen. Ebenso unrealistisch wäre es, allfällige Langzeitwirkungen, welche unter Umständen erst nach 10 oder mehr Jahren auftreten, im Voraus untersuchen zu wollen.

Unschädlichkeitsbeweis
ist nicht möglich

Die Forschung ist darauf angelegt, Effekte zu finden und zu verstehen. Sie kann jedoch nicht beweisen, dass kein Effekt auftritt. Der thermische Effekt von Mobilfunkstrahlung wurde nachgewiesen, er ist verstanden und die Schädlichkeitsschwelle ist bekannt. Die Aussage ist daher (vereinfacht): Wenn die Intensität der Strahlung die Schädlichkeitsschwelle überschreitet, ist die Gesundheit gefährdet. Der Umkehrschluss gilt hingegen nicht. Wenn diese Schädlichkeitsschwelle unterschritten wird, ist nicht garantiert, dass keine biologischen oder gesundheitlichen Auswirkungen auftreten. Wie gesagt müssten dazu sämtliche denkbaren biologischen Reaktionen untersucht worden sein. Das Einzige, was sich sagen lässt, ist: Je mehr verschiedenartige biologische Systeme untersucht wurden, ohne dass sich eine Auswirkung der Strahlung zeigte, desto sicherer darf man sein, dass tatsächlich keine Beeinträchtigung zu erwarten ist. Aber 100-prozentige Sicherheit gibt es nicht. Das Nichts ist nicht beweisbar. Dies gilt nicht nur für den Mobilfunk, sondern für viele Technologien, auch für neue Medikamente, von denen trotz eingehender Untersuchungen vor der Markteinführung ab und zu eines wegen unerwarteter, gravierender Nebenwirkungen vom Markt zurückgezogen werden muss.

Beweis einer Schädigung
ist möglich

A1-2.2 Was beweist eine einzelne Studie?

Von mobilfunkkritischen Kreisen werden gern einzelne Untersuchungen als Beweis für die Schädlichkeit der Mobilfunkstrahlung angeführt. Eine isolierte Betrachtung einzelner Studien ist jedoch fragwürdig und kann zu falschen Schlüssen führen.

Isolierte Betrachtung
ist unausgewogen

Vorerst muss festgestellt werden, dass nicht jede publizierte wissenschaftliche Studie von gleicher Qualität ist, trotz der von den Herausgebern wissenschaftlicher Zeitschriften angestrebten Qualitätssicherung durch die externe Begutachtung (peer review) von eingereichten Arbeiten. Die Qualität und der Stellenwert eines Ergebnisses müssen deshalb grundsätzlich kritisch hinterfragt werden. Dies gilt insbesondere für Forschungsberichte, die nur im Internet publiziert sind. Nur Untersuchungen, die methodisch einwandfrei durchgeführt wurden, sollten für die Risikobeurteilung verwendet werden.

Untersuchung
muss methodisch
einwandfrei sein

Eine Untersuchung, die diesem Anspruch genügt und ein unerwartetes, im Rahmen des bisherigen Verständnisses unerklärliches Resultat ergibt, muss von einer anderen Forschergruppe unabhängig wiederholt werden. Je auffälliger die Ergebnisse

Resultate müssen
wiederholbar sein

sind, desto wichtiger ist diese Forderung nach Reproduzierbarkeit. Der wissenschaftliche Fortschritt lebt zwar davon, dass Unerwartetes gefunden wird, aber bevor ein etablierter Erklärungsansatz erweitert oder über Bord geworfen wird, müssen die experimentellen Fakten sehr gut abgesichert sein.

Auch wenn wiederholt ein unerklärlicher biologischer Effekt gefunden wurde, bedeutet dies noch keineswegs, dass damit auch eine Beeinträchtigung des Wohlbefindens oder der Gesundheit verbunden ist. Eine Veränderung der Hirnströme unter dem Einfluss der Strahlung eines Mobiltelefons beispielsweise lässt nicht den Schluss zu, dass die Gehirnleistungen beeinträchtigt werden. Etablierte biologische Effekte müssen somit auch im Hinblick auf ihre gesundheitliche Relevanz bewertet werden.

Ein biologischer Effekt ist nicht zwingend mit einer Beeinträchtigung der Gesundheit verbunden

Bei der Interpretation epidemiologischer Ergebnisse zeigt sich eine weitere Schwierigkeit: Es lassen sich bei diesem Untersuchungsansatz selten kausal schlüssige Zusammenhänge eruieren. Die Methode kann zwar einen statistischen Zusammenhang zwischen einer Erkrankung und einem Umweltfaktor belegen. Ob aber tatsächlich dieser Faktor ursächlich verantwortlich ist, ist damit noch nicht nachgewiesen, insbesondere nicht, wenn die statistische Risikoerhöhung nur gering ist.

Schwierige Frage der Kausalität bei epidemiologischen Untersuchungen

Aus dem oben Gesagten ergibt sich, dass eine wissenschaftliche Studie nicht isoliert betrachtet werden darf, sondern stets in den gesamten Kontext des verfügbaren Wissens zu stellen ist. Wissenschaftliche Ergebnisse müssen deshalb bewertet werden, wozu ein hohes Mass an Fachwissen und Interdisziplinarität erforderlich ist. Derartige Bewertungen werden beispielsweise durch das Institut für Sozial- und Präventivmedizin Basel im Auftrag des BAFU durchgeführt und im Internet öffentlich zugänglich gemacht (Projekt ELMAR, vgl. Anhang A3).

Studien müssen bewertet werden

Eine gesamtheitliche Betrachtung bedeutet auf der anderen Seite nicht, einfach die Anzahl von Studien mit negativem Ergebnis (kein Effekt gefunden) gegen solche mit positivem Ergebnis aufzurechnen. Nicht selten ist es nämlich so, dass in einer Untersuchung mit negativem Ergebnis aufgrund der Studiendurchführung oder Stichprobengrösse nur sehr ausgeprägte Effekte hätten bemerkt werden können, während schwächere nicht nachweisbar geblieben wären.

A1-2.3 Cluster

Als Cluster wird eine örtliche Häufung von Krankheitsfällen bezeichnet. In der Öffentlichkeit werden Cluster, beispielsweise um eine Mobilfunkbasisstation, oft als Beweis für die Schädlichkeit der Mobilfunkstrahlung angesehen. Hier ist jedoch Vorsicht geboten. Bei geringen Fallzahlen kann bereits durch Zufall eine lokale Häufung auftreten. Um den Zufall auszuschliessen oder zumindest einzugrenzen, müssten deshalb ähnliche Untersuchungen auch an andern Standorten und mit grösseren Bevölkerungsgruppen durchgeführt werden. Oder anders ausgedrückt: Würde tatsächlich ein ursächlicher Zusammenhang zwischen den Krebserkrankungen und der Strahlung einer Mobilfunkbasisstation bestehen, so müsste sich dieser Zusammenhang auch an andern Standorten zeigen. Bislang gibt es jedoch keine Hinweise darauf, dass dem so ist.

Der Zufall kann mitspielen

A1-2.4 Wie unabhängig ist die Forschung im Bereich der Mobilfunkrisiken?

Aus der Erfahrung mit der jahrelangen Beeinflussung der Forschung über die gesundheitlichen Auswirkungen des Rauchens durch die Tabakindustrie ist auch die

Forschung über biologische und gesundheitliche Auswirkungen von Mobilfunkstrahlung ins Zwielficht geraten, da ein ansehnlicher Teil der Forschungsprojekte durch die Mobilfunkindustrie finanziert oder zumindest mitfinanziert wird. Eine Untersuchung der Universität Bern hat gezeigt, dass Forschungsarbeiten, die durch die Industrie allein finanziert wurden, deutlich weniger häufig über biologische Effekte durch hochfrequente Strahlung berichteten als Studien, die nur durch die öffentliche Hand oder gemischt (Industrie und öffentliche Hand) finanziert wurden. Aus welchem Grund die Finanzierung einen Einfluss auf die Resultate hatte, ob infolge selektiver Publikation «genehmer» Ergebnisse oder ob infolge unterschiedlicher Fragestellungen, kann aus der Studie der Universität Bern nicht abgeleitet werden. Auch lässt sie nicht den Schluss zu, dass auf Finanzierungen von Seiten der Industrie zu verzichten sei. Denn ein weiteres Ergebnis dieser Untersuchung war, dass Studien, die von der Industrie und der öffentlichen Hand gemeinsam finanziert wurden, die höchste wissenschaftliche Qualität aufwiesen und ebenso oft Effekte fanden wie Studien, die nur durch den Staat bezahlt waren.

Eine klare Antwort über die Unabhängigkeit der bisherigen Forschung lässt sich deshalb nicht geben. Es ist sicher ratsam, bei der Bewertung einzelner Studienergebnisse auch ein wachsames Auge auf die Finanzierungsquelle zu werfen. In der oben genannten Datenbank des Instituts für Sozial- und Präventivmedizin Basel wird die Finanzierung einer Studie deshalb stets vermerkt.

Ein wachsames Auge
ist ratsam