

3. Basiswissen: Häufig gestellte Fragen zum Thema „Gesundheit und elektromagnetische Felder“

Überblick

Mögliche Risiken von EMF

Nieder- und hochfrequente elektromagnetische Felder (EMF) werden in der Öffentlichkeit mit zahlreichen Krankheiten und Beschwerden in Zusammenhang gebracht. Das reicht von dem Verdacht auf Verursachung oder Förderung von Krebs, Allergien und Grauem Star über erhöhten Blutdruck, Herzrhythmusstörungen, Migräne und Potenz- sowie Fruchtbarkeitsstörungen bis hin zu Verspannungen und Nervosität, Schlafstörungen, Konzentrations- und Gedächtnisstörungen.

Auswahl der Forschungsarbeiten

Im folgenden soll ein Überblick zum wissenschaftlichen Erkenntnisstand über Gesundheitsgefährdungen und Beschwerden durch EMF gegeben werden. Für einen solchen Überblick ist es unvermeidlich, eine Auswahl zu treffen – nicht nur in Bezug auf die „Tiefe“, mit der die wissenschaftlichen Erkenntnisse dargestellt werden sollen, sondern vor allem in Bezug auf die Auswahl der Forschungsarbeiten, die berücksichtigt werden. Diese Auswahl ist nicht unproblematisch.

Unterschiedliche Einschätzungen zu EMF-Risiken

Denn im Zusammenhang mit Gesundheitsgefährdungen durch EMF gibt es innerhalb der Wissenschaft und insbesondere außerhalb der Wissenschaft durchaus unterschiedliche Einschätzungen.

Einschätzungen von Gesundheitsgefährdungen, die auf persönlichen Erfahrungen beruhen – etwa die Erfahrungen von elektrosensiblen Personen –, werden hier nicht berücksichtigt. Damit soll nicht geleugnet werden, dass elektrosensible Personen Beschwerden haben, und es wird auch nicht unterstellt, dass solche Beschwerden nur auf Einbildung beruhen. Allerdings müssen die angenommenen Ursachen wissenschaftlich überprüft werden.

Kontroversen in der Wissenschaft

Auch in der Wissenschaft werden unterschiedliche Schlussfolgerungen hinsichtlich möglicher gesundheitlicher Risiken von EMF gezogen. Zum einen Teil liegt das daran, dass einzelne Forschungsergebnisse besonders gewichtet werden, zum anderen Teil liegt es an der Bewertung von Effekten, deren ge-

sundheitliche Bedeutung unklar ist. Und schließlich geht es um die Auffassung, was noch als begründeter Verdacht auf eine nicht auszuschließende gesundheitliche Wirkung zählt und was bloße Spekulation ist.

In einer solchen, durch unterschiedliche Einschätzungen gekennzeichneten Situation ist es vernünftig, für die Darstellung möglicher Gesundheitsgefährdungen und Beschwerden durch elektromagnetische Felder auf die Aussagen und Beurteilungen der international anerkannten Fachgremien zurückzugreifen.

*Einschätzungen
international
anerkannter
Fachgremien*

Wir beziehen uns dabei vor allem auf die Aussagen der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK) und des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS), der Internationalen Kommission zum Schutz vor nicht-ionisierenden Strahlen (ICNIRP), der Weltgesundheitsorganisation (WHO) sowie des US-amerikanischen *National Institute of Environmental Health Sciences* (NIEHS). Darüber hinaus ziehen wir zu bestimmten Themen noch andere wissenschaftliche Quellen heran.

Können elektromagnetische Felder Krebs verursachen oder fördern?

Die Frage, ob nieder- und/oder hochfrequente elektromagnetische Felder Krebs verursachen oder fördern können, ist ein zentrales Thema in der Diskussion um die Gesundheitsrisiken von EMF. In den letzten Jahren sind zahlreiche Studien durchgeführt worden, die sich mit dieser Frage beschäftigen. Unterschieden werden muss hierbei zwischen der Wirkung nieder- und hochfrequenter Felder.

Niederfrequente Felder

In den USA hat die Veröffentlichung einer epidemiologischen Studie von Wertheimer und Leeper im Jahre 1979 auf einen möglichen Zusammenhang zwischen Krebserkrankungen und elektromagnetischen Feldern von Hochspannungsleitungen aufmerksam gemacht. Seitdem ist eine Reihe epidemiologischer Studien durchgeführt worden, bei denen entweder Krebs im allgemeinen oder bestimmte Krebsarten (z.B. Leukämie) und ein Zusammenhang solcher Erkrankungen mit der Feldexposition untersucht wurden. Dabei wurden neben Anwohnern nahe Hochspannungsleitungen oder anderen niederfrequenten Emissionsquellen vor allem auch Personen untersucht, die aufgrund ihrer beruflichen Tätigkeit in besonderem Maße niederfrequenten e-

*Frühe epidemiologische
Studien in den
USA*

lektrischen und magnetischen Feldern ausgesetzt sind (z.B. Arbeiter in Kraft- oder Umspannwerken, Elektroschweißer).

Zusammenfassende Bewertung des BfS

In einer kritischen Übersicht zu epidemiologischen Untersuchungen der Gesundheitsauswirkungen niederfrequenter Felder haben Schulz, Brix, Vogel und Bernhardt (1998) für das Bundesamt für Strahlenschutz über 80 veröffentlichte Arbeiten zu Krebs und der Feldexposition am Arbeitsplatz und rund 40 Untersuchungen zu Krebs bei Erwachsenen und Kindern zusammengefasst und bewertet. Die Autoren kommen zu folgender abschließender Bewertung:

Eine Gesamtbewertung der Ergebnisse wird durch die geringe Anzahl vergleichbarer Untersuchungen und die methodisch bedingt beschränkte Aussagekraft vieler Studien erschwert. Dennoch ist festzustellen, dass die Übersicht der bisherigen Arbeiten insgesamt keinen Einfluss niederfrequenter Felder auf das allgemeine Krebsrisiko zeigt. Das gleiche gilt für die Zusammenfassung der Untersuchungen bestimmter Krebserkrankungen. Eine Verbindung zur Feldexposition ist bei den meisten Krebsarten sehr unwahrscheinlich.

Einschätzung der WHO

Diesen Einschätzungen entspricht auch die Bewertung der Weltgesundheitsorganisation (WHO):

Die in den letzten Jahren durchgeführten epidemiologischen Studien ergeben kaum Hinweise darauf, dass Stromleitungen mit einer Zunahme von Krebs zusammenhängen, experimentelle Untersuchungen geben kaum Hinweise für einen Zusammenhang zwischen niederfrequenten Feldern und Krebs, und eine Verbindung zwischen Feldern von Hochspannungsleitungen und Krebs bleibt biophysikalisch unplausibel.¹

Bewertung des NIEHS

Zu einer ähnlichen Bewertung der Krebsrisiken durch niederfrequente elektromagnetische Felder von Hochspannungsleitungen kommt in den USA auch das *National Institute of Environmental Health Sciences* (NIEHS) in einem Bericht an den US-Kongress, der im Mai 1999 vorgelegt wurde (NIEHS 1999). Nach Würdigung der Daten kommt das NIEHS zu der Einschätzung, dass die Hinweise auf ein Krebsrisiko (wie auch für andere Erkrankungen) durch elektrische und magnetische Felder von Hochspannungsleitungen gering sind.

Schwache Hinweise auf Leukämierisiko bei Kindern

Hinweise auf potentielle Gesundheitsrisiken durch EMF von Hochspannungsleitungen ergeben sich aus Sicht des NIEHS vor allem aus epidemiologischen Studien an Kindern, die in der Nähe von Hochspannungsleitungen wohnen, und an Personen, die aus beruflichen Gründen EMF ausgesetzt sind. Bei solchen epidemiologischen Studien ergibt sich allerdings eine Reihe von Problemen (vgl. Kapitel 2). Darüber hinaus schwächen nach Ansicht des

NIEHS insbesondere die wenig einheitlichen Ergebnisse von Tierversuchen und Laborstudien die epidemiologischen Befunde. Aufgrund der – wenn auch begrenzten – epidemiologischen Hinweise auf ein Krebsrisiko durch EMF von Stromleitungen kommt das NIEHS zu der Einschätzung, dass niederfrequente EMF von Stromleitungen „möglicherweise krebserregend bei Menschen“² sind. Diese Einschätzung erfordert aus Sicht des NIEHS allerdings keine umfassenden Regulierungsmaßnahmen (wie etwa eine einheitliche Grenzwertsetzung für niederfrequente EMF, die es in den USA bislang nicht gibt). Vielmehr sollte die bisherige Praxis von Stromversorgungsunternehmen fortgeführt werden, die Möglichkeiten zur Reduzierung von EMF-Expositionen bei der Streckenführung und durch andere Maßnahmen auszuschöpfen (NIEHS 1999, S. 39).

In einigen Studien ist auch die Frage untersucht worden, ob solche Felder krebserregend sein können. Erste Vermutungen aus Tierversuchen, dass die Exposition durch Magnetfelder die Entwicklung von Brustkrebs fördern kann, sind in neueren Studien nicht bestätigt worden (NIEHS 1999, S. 21). Es gibt bislang auch keine Hinweise, dass niederfrequente EMF auch andere Arten von Krebs fördern könnten (ICNIRP 1998, S.10; dt. in: Strahlenschutzkommission 1999, S. 67).

Bislang keine Hinweise, dass niederfrequente EMF generell krebserregend sind

Hochfrequente Felder

Es gibt nur wenige epidemiologische Untersuchungen zum Krebsrisiko durch hochfrequente elektromagnetische Felder. Nach einer Übersicht der ICNIRP (1998, S. 11ff; dt. in: Strahlenschutzkommission 1999, S. 69ff) finden die Meisten dieser Studien kein erhöhtes Krebsrisiko für Personen, die solchen Feldern (z.B. im Rahmen ihrer Berufstätigkeit oder als Anwohner naher hochfrequenter EMF-Anlagen) ausgesetzt sind. Auch für Benutzer von Mobilfunktelefonen konnte kein Anstieg in der Sterbehäufigkeit gefunden werden.

Epidemiologische Studien zeigen kein erhöhtes Krebsrisiko

Insgesamt kommt die ICNIRP zu der Einschätzung,

dass die Ergebnisse der kleinen Zahl veröffentlichter epidemiologischer Studien nur eine begrenzte Information über das Krebsrisiko geben. (ICNIRP 1998, S. 12, dt. in: Strahlenschutzkommission 1999, S. 69).

In der Diskussion um eine mögliche Krebswirkung hochfrequenter EMF spielen insbesondere die nichtthermischen Effekte eine Rolle, d.h. Effekte, die nicht auf die Wärmewirkung von EMF zurückzuführen sind. Allerdings haben sich z.B. in Tierversuchen, die in den letzten Jahren durchgeführt wor-

Nicht-thermische Effekte: bislang keine Hinweise auf Krebsrisiko

den sind, keine Einflüsse auf die Entwicklung von Melanomen (Hautkrebs) bei Mäusen oder Hirntumoren bei Ratten ergeben (ICNIRP 1998, S. 13; dt. in: Strahlenschutzkommission 1999, S. 72f). Insgesamt gibt es nach dem bisherigen Stand der Forschung keine wissenschaftlich begründeten Hinweise darauf, dass hochfrequente EMF mit so geringer Energie Krebs verursachen.

*Einschätzung
des wissen-
schaftlichen
Kenntnisstan-
des durch die
SSK*

In einer Würdigung der bislang vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Thema hochfrequente EMF und Krebs kommt die Strahlenschutzkommission zu der Einschätzung, dass

die Ergebnisse der bisher vorliegenden Studien nicht eindeutig sind. Insbesondere wegen der raschen Verbreitung des Mobilfunks sind mögliche Gesundheitsrisiken durch Hochfrequenzstrahlung im Frequenzbereich des Mobilfunks von besonderem öffentlichem Interesse. Internationale Expertenkommissionen der Europäischen Gemeinschaft, der WHO und der ICNIRP empfehlen die Durchführung von epidemiologischen Studien zur weiteren Abklärung dieser Fragestellung. (Strahlenschutzkommission 1998, S. 2)

Können EMF zu einer Beeinträchtigung von physiologischen Funktionen oder zu Organschädigungen führen?

Grundsätzlich können EMF, wenn sie stark genug sind, physiologische Funktionen beeinträchtigen oder sogar zu Organschädigungen führen. Wiederum sind dabei die unterschiedlichen Wirkungsweisen nieder- und hochfrequenter EMF zu beachten.

Niederfrequente Felder

*Reizwirkungen
und Beeinflus-
sung von Zell-
prozessen*

Bei niederfrequenten Feldern im Frequenzbereich unter 100 Hz können Körperstromdichten von 0,1 bis 1 A/m² zu Reizwirkungen (Nerven- und Muskel-erregungen) führen. Diese Reizungen werden durch Ströme, die von elektrischen und magnetischen Feldern im Gewebe hervorgerufen werden, verursacht. Zwar können Einwirkungen auf Regelprozesse in der Zelle bereits bei Feldstärken unterhalb der Reizschwelle von Nerven- und Muskelzellen auftreten. Dazu zählen beispielsweise Veränderungen der Zellmembran, der Zellfunktionen und des Zellwachstums. Allerdings lassen sich aus diesen Befunden keine unmittelbaren Schlussfolgerungen auf Gesundheitsgefährdungen oder gar die Krebsentstehung ableiten.

Deutliche gesundheitsschädigende Wirkungen sind erst bei Körperstromdichten von mehr als 1 A/m² zu befürchten. Solche Stromdichten können zum Beispiel Herzrhythmusstörungen oder Herzkammerflimmern hervorrufen (ICNIRP 1998, S. 8; dt. in: Strahlenschutzkommission 1999, S. 62).

Gesundheitsschädigende Wirkungen starker EMF

Als ein anderer, möglicher Wirkungspfad niederfrequenter elektromagnetischer Felder auf die menschliche Gesundheit wird deren Einfluss auf die Melatoninproduktion des Körpers gesehen. Melatonin ist ein Hormon, das in der Zirbeldrüse produziert wird und das eine krebshemmende Wirkung hat. Eine Absenkung der Melatoninproduktion könnte also ein Grund für die Entstehung oder Förderung von Krebs sein. Melatonin hat außerdem Einfluss auf die Schlafqualität und kann Depressionen günstig beeinflussen.

Einfluss auf Melatoninproduktion

In einigen Tierexperimenten wurde tatsächlich eine Verringerung der Melatoninproduktion unter dem Einfluss niederfrequenter elektromagnetischer Felder festgestellt. Andere Studien konnten eine solche Absenkung nicht beobachten. Auch in den bislang nur wenigen Untersuchungen an Menschen sind die Ergebnisse uneinheitlich und in ihrer Bedeutung für die menschliche Gesundheit unklar (NIEHS 1999, S. 19).

Uneinheitliche Ergebnisse bei Untersuchungen an Menschen

In Studien, die den Einfluss niederfrequenter EMF auf die Produktion anderer Körperhormone, wie Testosteron und verschiedene Stresshormone, untersucht haben, konnte ebenfalls kein Einfluss niederfrequenter EMF festgestellt werden (NIEHS 1999, S. 19).

EMF und andere Körperhormone

Darüber hinaus wurden auch mögliche Auswirkungen niederfrequenter EMF auf andere physiologische Funktionen untersucht. Dazu gehören Einflüsse auf das Herz und Herzgefäße sowie auf das Immunsystem. Auch hier konnten negative Einflüsse nicht schlüssig nachgewiesen werden (NIEHS 1999, S. 18).

EMF und Herz bzw. Immunsystem

In einigen wenigen Studien ist ein möglicher Zusammenhang zwischen niederfrequenten EMF und der Alzheimer-Krankheit betrachtet worden. Obwohl sich dabei Hinweise auf einen solchen Zusammenhang ergaben, haben diese Studien nach Einschätzung des NIEHS so schwerwiegende methodische Mängel, dass ein Zusammenhang auf dieser Datenbasis nicht gefolgert werden kann (NIEHS 1999, S. 17).

EMF und Alzheimer-Krankheit

Hochfrequente Felder

Anders als bei niederfrequenten Feldern besteht die biologische Wirkung hochfrequenter Felder vor allem in ihrem thermischen Effekt, also der Zuführung von Wärme. Starke hochfrequente EMF können Erwärmungen des Kör-

Thermische Effekte hochfrequenter EMF

pers bis hin zu Verbrennungen verursachen. Solche schädigenden thermischen Effekte sind bei Einhaltung der in der 26. BImSchV festgelegten Grenzwerte ausgeschlossen. Durch diese Grenzwerte wird die Erwärmung von Körpergewebe durch EMF auf ein Maß beschränkt, das durch die Wärmeregulation des Körpers ausgeglichen werden kann. Dies gilt auch für den Fall, dass man über einen langen Zeitraum einem hochfrequenten elektromagnetischen Feld ausgesetzt ist.

Nicht-thermische Effekte: Wirkungsmechanismus wissenschaftlich noch nicht geklärt

Ob darüber hinaus bei niedrigeren Leistungsflussdichten "nicht-thermische" Effekte auftreten, die einen Einfluss auf die Gesundheit haben, konnte die Wissenschaft bislang nicht eindeutig klären. "Nicht-thermisch" heißt, dass die benutzten Energiemengen unter denen liegen, die zu einer messbaren Erwärmung des Gewebes führen. Untersucht wurden beispielsweise die Beeinflussungen des Zentralnervensystems und der Sinneswahrnehmung, Wirkungen auf blutbildende Organe und Veränderungen von Reflexen bei Tieren. Dabei gilt den Wirkungen gepulster oder amplitudenmodulierter Felder, wie sie für die Mobilfunknetze benutzt werden, derzeit ein besonderes Interesse. Eine große Zahl an Versuchen hat sowohl positive als auch negative Ergebnisse erbracht. Bislang sind die Wirkmechanismen solcher nicht-thermischen Effekte wissenschaftlich noch nicht geklärt. Ihre Bedeutung für die Gesundheit konnte nicht nachgewiesen werden. Die ICNIRP stellt zu den nicht-thermischen Effekten zusammenfassend fest:

Wirkungen gepulster Felder

Zusammenfassende Einschätzung der ICNIRP

Generell gilt, dass die Literatur über nichtthermische Auswirkungen von elektromagnetischen AM-Feldern so komplex ist, die aufgezeigten Wirkungen so wenig gesichert sind und die Relevanz für die Gesundheit des Menschen so unsicher ist, dass es unmöglich ist, diese Gesamtheit an Daten als Grundlage für die Festsetzung von Grenzwerten für die Exposition des Menschen heranzuziehen. (ICNIRP 1998, S. 14; dt. in: Strahlenschutzkommission 1999, S. 75)

Gibt es einen Einfluss elektromagnetischer Felder auf das Gedächtnis, die Aufmerksamkeit oder Denkfähigkeit von Menschen?

Die Frage, ob elektromagnetische Felder die kognitive Leistungsfähigkeit, d.h. Gedächtnis, Aufmerksamkeit oder Denken, beeinflussen können, ist vor allem für niederfrequente Felder in einer Reihe von wissenschaftlichen Arbeiten untersucht worden. Für hochfrequente Felder liegen dagegen weniger Forschungsergebnisse vor.

Niederfrequente Felder

Schon sehr früh wurde untersucht, ob elektromagnetische Felder überhaupt einen Einfluss auf Hirnstromaktivitäten haben können. Studien zur Veränderung von Hirnwellenmustern mit Hilfe von EEG-Messungen während der Tageszeit zeigten nur einen geringen oder gar keinen Einfluss. Während der Ruhephasen in der Nacht konnten allerdings Veränderungen beobachtet werden, die sich auch in Schlafstörungen manifestierten. Allerdings sind auch diese Studien mit methodischen Problemen befrachtet, die eine eindeutige Interpretation ihrer Ergebnisse nicht zulassen (NIEHS 1999, S. 18; ebenso: Heinrichs & Heinze 1998, S. 76). Insbesondere ist auch nicht klar, ob etwaige Veränderungen der EEG-Aktivität durch EMF irgendeine Bedeutung für die kognitive Leistungsfähigkeit, das Wohlbefinden oder gar die Gesundheit haben.

*Einfluss auf
Hirnstromakti-
vitäten*

Untersuchungen zum Einfluss niederfrequenter EMF auf kognitive Leistungen, wie Aufmerksamkeit, Gedächtnis oder Denken, haben sehr unterschiedliche Ergebnisse erbracht. Beispielsweise zeigten sich in einigen Studien, in denen die Reaktionszeit als Maß für die kognitive Leistungsfähigkeit genutzt wurde, verbesserte Reaktionen unter dem Einfluss niederfrequenter elektromagnetischer Felder, in anderen Studien Verschlechterungen, und in wieder anderen gar keine Veränderungen. Ähnlich uneinheitliche Resultate ergaben Studien, in denen andere Aufgaben zur Messung der kognitiven Leistungsfähigkeit benutzt wurden (NIEHS 1998, S. 308).

*Uneinheitliche
Resultate zum
Einfluss auf
kognitive Lei-
stungsfähigkeit*

Auch epidemiologische Untersuchungen, in denen ein möglicher Zusammenhang zwischen Konzentrationsstörungen und EMF-Exposition betrachtet wurde, konnten einen solchen Zusammenhang nicht finden (Bergqvist & Vogel 1997, Appendix 3:5).

*Konzentrations-
störungen und
EMF*

Hochfrequente Felder

Wie schon für den niederfrequenten Bereich sind auch die Ergebnisse der Studien zum Einfluss von hochfrequenten EMF auf Hirnstromaktivitäten widersprüchlich. In einigen experimentellen Untersuchungen wurden Unterschiede zwischen Personen, die EMF, wie sie für den Mobilfunk genutzt werden, ausgesetzt waren und nicht exponierten Personen gefunden. In anderen Studien dagegen konnten statistisch signifikante Unterschiede nicht nachgewiesen werden (Kushida 1998, S. 54f.).

*Einfluss auf
Hirnstromakti-
vitäten*

Bislang kein Zusammenhang zwischen EMF und kognitiver Leistungsfähigkeit nachgewiesen

Speziell die Frage, ob hochfrequente EMF von Mobilfunktelefonen die kognitive Leistungsfähigkeit von Personen beeinflussen, haben Freude, Ullsperger, Eggert & Ruppe (1998) in einer experimentellen Studie untersucht. Sie fanden keine statistisch signifikanten Unterschiede in der kognitiven Leistungsfähigkeit in Situationen mit und ohne EMF-Exposition. Allerdings zeigten sich bei kognitiv anspruchsvollen Aufgaben Unterschiede für sogenannte ereignisvorgelagerte langsame Hirnpotentiale, die ein Indikator für die Güte der Informationsverarbeitung sind. Was dies für die Verarbeitung von Informationen im Zentralnervensystem bedeutet, ist bislang unklar.

Ebenfalls untersucht wurde der Einfluss hochfrequenter EMF, wie sie beim Mobilfunk auftreten, auf kognitive Leistungen in einer Studie von Gehlen, Spittler & Calabrese (1996). Mit einer Reihe von Messvariablen wurden Aufmerksamkeits- und Gedächtnisleistungen untersucht. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen EMF-Expositions- und Nichtexpositionsbedingungen konnten nicht nachgewiesen werden. Dagegen fanden Preece und Mitarbeiter (1999) unter EMF-Befeldung eine leichte Verbesserung der Reaktionsgeschwindigkeit.

Gibt es einen Einfluss elektromagnetischer Felder auf das Wohlbefinden von Menschen?

Neben der Frage, ob elektromagnetische Felder zu Gesundheitsschäden führen können, wird auch diskutiert, ob sie vielleicht das Befinden von Menschen beeinträchtigen können. In diesem Zusammenhang werden dann zum Beispiel Kopfschmerzen, Depressionen oder allgemeine Befindlichkeitsstörungen genannt.

Bislang gibt es aber nur wenige Studien, die einen möglichen Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber nieder- und hochfrequenten elektromagnetischen Feldern und dem Auftreten der genannten Symptome untersucht haben.

Niederfrequente Felder

Einfluss auf Befinden

Bekannt ist, dass elektrische Felder mit einer Feldstärke ab 10 Kilovolt pro Meter (kV/m), bei empfindlichen Personen sogar schon ab 1 kV/m, Empfindungen (z.B. Hautkribbeln oder Vibration von Körperhaaren) hervorrufen können, die oft als unangenehm oder belästigend empfunden werden. Darüber hinaus können solche Felder indirekte Effekte haben, wie etwa Elektrisierungen bei Berührung von Metallgegenständen innerhalb solcher Felder.

Es gibt aber keine Hinweise darauf, dass dies selbst bei längerfristigem Einwirken zu ernsthaften Gesundheitsschäden führen könnte.³

Ob dagegen Befindlichkeitsstörungen, Kopfschmerzen oder Depressionen durch niederfrequente EMF verursacht werden, ist umstritten. Insgesamt sind die in den epidemiologischen Studien aufgewiesenen Zusammenhänge schwach oder inkonsistent und stützen nach Einschätzung von Berquist und Vogel (1997, Appendix 3:9) die Annahme eines Zusammenhangs nicht. Darüber hinaus haben viele der Studien methodische Schwächen, die eine Interpretation der Daten erschweren. So können als Erklärung für Kopfschmerzen, Depressionen usw. auch andere Ursachen in Frage kommen, was in epidemiologischen Untersuchungen nur schwer kontrolliert werden kann. Hier sind auch psychosomatische Ursachen zu nennen. Danach wäre die Ursache für die Beschwerden nicht die elektromagnetischen Felder an sich, sondern das Wissen oder auch nur die Vermutung der Betroffenen, dass sie solchen Feldern ausgesetzt sind.

Ergebnisse zum Einfluss auf Befindlichkeitsstörungen bislang inkonsistent

Aus experimentellen Studien ergeben sich Hinweise, dass niederfrequente EMF die Schlafqualität beeinträchtigen können. Allerdings haben nach Einschätzung des US-amerikanischen *National Institute of Environmental Health Sciences* die bisherigen Studien methodische Mängel, so dass hier noch weitere Untersuchungen notwendig sind (NIEHS 1999, S. 18).

Hinweise für Einfluss auf Schlafqualität

Hochfrequente Felder

Für einiges Aufsehen in der Öffentlichkeit hat vor einiger Zeit der Fall des (inzwischen abgeschalteten) Kurzwellensenders Schwarzenberg in der Nähe von Bern in der Schweiz gesorgt. Dort hatten Anwohner über Schlafstörungen, Müdigkeit oder Nervosität geklagt und diese auf die vom Sender ausgehende elektromagnetische Strahlung zurückgeführt. In einer Studie der Technischen Universität Graz, die im Auftrag des Schweizer Bundesamtes für Energiewirtschaft durchgeführt wurde, konnte in der Tat ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Schlaflosigkeit und der gemessenen elektromagnetischen Feldexposition festgestellt werden. Die anderen berichteten Symptome (Müdigkeit, Nervosität) waren offenbar eine Folge der Schlafschwierigkeiten (Abelin *et al.* 1995).

Studie zum Kurzwellensender Schwarzenberg: Einfluss auf Schlafqualität

Andere Studien, in denen der Einfluss von EMF-Exposition durch Mobilfunktelefone auf die Schlafqualität untersucht wurde, brachten uneinheitliche Ergebnisse, die zumindest teilweise auf methodische Probleme zurückzuführen sind (Kushida 1998).

Handys und Schlafqualität

*Handys und un-
spezifische Ge-
sundheitsbe-
schwerden*

Es gibt einige Untersuchungen, in denen versucht wurde, einen möglichen Zusammenhang zwischen der Nutzung von Mobilfunktelefonen und unspezifischen Gesundheitsbeschwerden, die auch Störungen des Wohlbefindens einschließen, zu überprüfen. Aber auch hier gibt es methodische Probleme, so dass auf der Basis der derzeit verfügbaren Erkenntnisse keine klare Einschätzung möglich ist (Mild 1998). Insgesamt ist festzustellen, dass wissenschaftlich gesicherte Aussagen über Befindlichkeitsstörungen nicht vorhanden sind.

Gibt es Elektrosensibilität und sind bestimmte Personengruppen besonders durch elektromagnetische Felder gefährdet?

*Elektrosensibi-
lität wissen-
schaftlich
nachgewiesen*

Ein im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern in der Öffentlichkeit immer wieder angesprochenes Phänomen ist die sogenannte Elektrosensibilität. Damit ist eine besondere Empfindsamkeit oder Anfälligkeit gegenüber elektromagnetischen Feldern gemeint. Wissenschaftlich gut bestätigt ist, dass es bei Menschen eine große Spannbreite in der Empfindlichkeit für elektromagnetische Felder gibt, und dass bestimmte Menschen besonders sensibel auf elektromagnetische Felder reagieren, d.h. sie können solche Felder schon bei Feldstärken wahrnehmen, die für die meisten Menschen noch nicht wahrnehmbar sind. Die Fähigkeit, elektromagnetische Felder wahrzunehmen, sagt jedoch noch nichts über etwaige Auswirkungen auf die Gesundheit aus.

Nach Schätzungen der Weltgesundheitsorganisation können etwa 5% der Bevölkerung elektrische Felder wahrnehmen, die nur ein Drittel der Feldstärke haben, bei der die „normale“ Bevölkerung diese Felder wahrnehmen kann (WHO 1993). Experimentelle Untersuchungen haben außerdem gezeigt, dass Frauen im Vergleich zu Männern offenbar eine um etwa 30% geringere Wahrnehmungsschwelle für elektromagnetische Felder haben (Leitgeb 1995).

*Elektrosensibi-
lität als Ursa-
che für Ge-
sundheits-
beschwerden*

Elektrosensibilität wird von Betroffenen auch als eine Ursache für ihre Gesundheitsbeschwerden angeführt. Dabei geht es vor allem um Beschwerden wie Kopfschmerz, Magen- und Atembeschwerden, Herzbeschwerden, Schwindelgefühle, Kreuz- und Rückenschmerzen, Müdigkeit oder sexuelle Funktionsstörungen.

In verschiedenen Untersuchungen wurde deutlich, dass Personen, die sich selbst als elektrosensibel einschätzen, elektromagnetische Felder nicht besser wahrnehmen können als nicht-elektrosensible Personen. Das heißt, die eigene Einschätzung, man sei elektrosensibel, hat nur wenig mit einer tatsächlichen Elektrosensibilität zu tun. (Leitgeb 1998, S 11f).

Obwohl es also nachgewiesen ist, dass bestimmte Personen tatsächlich empfindlicher auf elektromagnetische Felder reagieren als andere, und obwohl die – zum Teil schwerwiegenden – Gesundheitsbeschwerden, die von den Betroffenen auch auf EMF zurückgeführt werden, unbestritten sind, lässt sich auf der Grundlage der wenigen, bislang verfügbaren Untersuchungen ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Elektrosensibilität und diesen Gesundheitsbeschwerden wissenschaftlich nicht nachweisen (Leitgeb 1998, S. 14; NIEHS 1998, S. 19).

Zusammenhang zwischen Elektrosensibilität und Gesundheitsbeschwerden bislang nicht nachgewiesen

Gibt es einen Einfluss elektromagnetischer Felder auf elektronische Implantate?

Elektromagnetische Felder können elektrische Geräte unter bestimmten Umständen schon bei sehr geringen Feldstärken beeinflussen – bei Leistungen, die weit unterhalb der geltenden Grenzwerte zum Gesundheitsschutz liegen. Solche Geräte reagieren hier oft empfindlicher als der menschliche Körper. Die meisten Menschen haben schon einmal erlebt, dass der Empfang im Autoradio durch eine nahe Hochspannungsleitung oder einen Radio- bzw. Fernsehsender gestört wird.

EMF können elektrische Geräte beeinflussen

Wenn elektronische Körperhilfen, wie Herzschrittmacher, Hörgeräte oder Insulinpumpen, betroffen sind, können sich durchaus Gesundheitsgefährdungen ergeben. Hier ist es wichtig, einen ausreichenden Sicherheitsabstand zwischen dem elektronischen Gerät und der EMF-Emissionsquelle einzuhalten. Dabei hängt die Empfindlichkeit von der Art der elektronischen Körperhilfe ab, von deren Programmierung sowie vom Gerätetyp. Das Bundesamt für Strahlenschutz empfiehlt deshalb zum Beispiel einen Mindestabstand von 20 cm zwischen der Antenne eines Handys und einem Herzschrittmacher einzuhalten.⁴

Sicherheitsabstand wichtig

Anders als bei Handys dürfte eine Störung von Herzschrittmachern in der Nähe der Sendeanlagen (Basisstationen) der D- und E-Mobilfunknetze ausgeschlossen werden. Denn die für eine Störung erforderlichen Leistungsdichten werden in den Bereichen von Mobilfunkbasisstationen, die für die Bevölkerung normalerweise zugänglich sind, bei weitem nicht erreicht (Silny 1994).

Keine Störung von Herzschrittmachern durch Basisstationen

Anders ist die Situation für niederfrequente elektrische und magnetische Felder von Hochspannungsleitungen (Silny 1990). Von ihnen können unter Umständen Gefährdungen für einige Herzschrittmacherpatienten ausgehen. Meist handelt es sich um Desynchronisierungen des Herzschrittmachers, sogenannte Stolperrhythmen. Da es viele verschiedene Herzschrittmachertypen gibt,

Vorsicht bei Hochspannungsleitungen

sind im Allgemeinen die Einschätzungen der Gefährdung nicht übertragbar und im Einzelfall mit dem behandelnden Arzt abzuklären. Für alle Fälle sollte man den Nahbereich von Hochspannungsleitungen zügig durchqueren. Dies gilt auch für andere elektronische Körperhilfen.⁵

Welche Auswirkungen haben elektromagnetische Felder auf die Tiergesundheit?

Neben den Wirkungen hoch- und niederfrequenter elektromagnetischer Felder auf Menschen werden auch deren Auswirkungen auf Tiere (und auch Pflanzen) untersucht.

Bislang nur wenige Untersuchungen zum Einfluss von EMF auf Tiere

Sieht man von der großen Zahl von Studien ab, in denen die Wirkung von EMF auf Versuchstiere untersucht wurde, mit dem Ziel, die Wirkungsweise elektromagnetischer Felder zu verstehen oder zu einer Risikoabschätzung für den Menschen beizutragen, so gibt es bisher nur wenige Untersuchungen über die Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf Tiere, die außerhalb von Versuchslaboren leben.

Es ist wenig darüber bekannt, ob und bei welcher Strahlungsintensität Tiere gesundheitlichen Schaden erleiden können. Bislang gibt es aber keinen wissenschaftlichen Beweis dafür, dass elektromagnetische Felder, wie sie im Alltag vorkommen, bei Tieren Krebs verursachen können. Zudem ist nichts über nachteilige Effekte der EMF-Exposition bei Tieren auf deren Wachstums- und Reproduktionsfähigkeit bekannt.

Erkrankungen von Rindern durch EMF nicht nachgewiesen

Für einiges Aufsehen in der Öffentlichkeit sorgte vor einiger Zeit der Fall eines Bauernhofes in Schnaitsee/Bayern. Dort waren Rinder erkrankt, ohne dass zunächst eine Ursache zu finden war. Nachdem es zu Aborten und Gewichtsabnahme sowie außergewöhnlichem Bewegungsverhalten der Tiere gekommen war, führte der Landwirt dies auf die hochfrequenten elektromagnetischen Strahlungen eines nahegelegenen Funkmastes zurück. Eine vom Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) in Auftrag gegebene Studie, an der auch das Bundesamt für Strahlenschutz beteiligt war, konnte diesen Zusammenhang aber nicht bestätigen (StMLU 1998).

Offene Fragen

Insgesamt bestehen aber noch viele offene Fragen in Bezug auf die gesundheitlichen Auswirkungen von EMF auf Rinder (und Tiere generell). Das Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen hat deshalb eine Studie an die Justus-Liebig-Universität Gießen und die Ludwig-Maximilians-Universität München vergeben, in der Rinder in 38 mobilfunk-

nahen bzw. mobilfunkfernen Tierhaltungen auf Gesundheit, Leistung und Verhalten untersucht werden sollen.⁶

Anmerkungen

¹ Übersetzung durch die Autoren dieses Textes. Im Original: „However, epidemiological studies done in recent years show little evidence that power lines are associated with an increase in cancer, laboratory studies have shown little evidence of a link between power-frequency fields and cancer, and a connection between power line fields and cancer remains biophysically implausible.“ (Im WWW unter: http://www.who.int/peh-emf/faq/q&a_main.htm)

² Übersetzung durch die Autoren dieses Textes. Im Original: „power-line frequency ELF-EMF is a ‘possible’ human carcinogen“ (National Institute of Environmental Health Sciences 1999, S. 35)

³ Bundesamt für Strahlenschutz. Im WWW unter: <http://www.bfs.de/publika/themen/st9410/st9410.htm>

⁴ Bundesamt für Strahlenschutz. Im WWW unter: <http://www.bfs.de/service/faq/index.htm>

⁵ Bundesamt für Strahlenschutz. Im WWW unter: http://www.bfs.de/service/faq/a_sf.htm; siehe auch: <http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de/lfu/abt3/e-smog/kap-04.htm>

⁶ Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (1998): Staatsminister Dr. Thomas Goppel: Weltweit größte Studie zum möglichen Einfluss des Mobilfunks auf die Gesundheit und das Verhalten von Rindern eingeleitet. PM-Nr. 723/98. München, den 8. September 1998.