Athermische Wirkungen elektromagnetischer Felder und Strahlungen auf die menschliche Gesundheit
- eine Zusammenstellung relevanter Studien

Rainer Frentzel-Beyme

Inzwischen können biologische und epidemiologische Zusammenhänge zwischen gesundheitlichen Beeinträchtigungen nach elektromagnetischen Immissionen sowohl von den Sendemasten als auch der Mobiltelefone selber bereits weit unterhalb der Grenzwerte nicht mehr bezweifelt werden, zusätzlich zu den ebenso realen Gefahren der niedrigfrequenten Belastungen in Haushalt und Beruf. Unverständlicherweise finden diese relevanten Studien oftmals keinerlei Erwähnung oder werden mit der Begründung, es sei kein biologisches Wirkungsmodell bekannt, ad acta gelegt.
Eine vernunftgeleitete Entwicklung deutet sich dagegen in einer Branche an, die sich immer schon mit der Einschätzung von Risiken beschäftigt, wenn jetzt eine der Versicherungen in Österreich die Strategie einschlägt, die Risiken zumindest so objektiv wie möglich darzustellen und sich den Warnungen anzuschließen, die für Prävention sprechen, bevor Schädigungen eintreten (AUVA 2009).

Vorbemerkung
Enthusiastisch gefärbte Artikel in den Medien mit der Botschaft, ursächliche Zusammenhänge zwischen Mobilfunk und Krebs wären nun endgültig ausgeschlossen, die bis vor kurzem noch regelmäßig zu lesen waren und jedes Mal nach bekannt werden einer alarmierenden Studie im Anschluss daran erscheinende verharmlosende Gegenstudien sind inzwischen nicht mehr so häufig zu finden. Fehlen die Gegenstudien, die zumeist von den Mobilfunkbetreibern finanziert wurden, um die Geschäftsinteressen noch etwas länger zu wahren? Denn Studien mit dem gesicherten Nachweis eines kausalen Zusammenhangs auf epidemiologischer Ebene sind vorhanden, auch wenn dazu weder ähnlich verharmlosende Meldungen erschienen sind, wie dies vor Jahren noch üblich war, wenn das Ergebnis der Industrie gefiel. Auch wurden die Gründe für die enormen Diskrepanzen in den Ergebnissen, die in den verschiedenen europäischen teilnehmenden Ländern an der „Interphonestudie" des Internationalen Krebsforschungszentrums der WHO (IARC, Lyon) bekannt wurden, nicht adäquat diskutiert, sondern nur als Kontroverse begrüßt. Wie ist es also möglich, dass sich die Medien offenbar nicht mehr mit dem Thema befassen, obwohl inzwischen die Zusammenhänge bereits weit unterhalb der Grenzwerte, und zwar mit der Dauer der Nutzung von Mobiltelefonen, nicht mehr bezweifelt werden können?
Der Versuch, die kritische ärztliche und naturwissenschaftliche Forschung zum Thema nicht-thermische Effekte des Mobilfunks zu konterkarieren wurde spätestens mit der Zusage der deutschen Mobilfunkbetreiber deutlich, sich an dem Forschungsvolumen von 17 Millionen Euro zur Hälfte zu beteiligen. Die Vorteile dieser Beteiligung bestanden darin, dass die organisatorische Arbeit der Forschungsplanung und -finanzierung zwar vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) ausging, dass hingegen nur die Hälfte ausgegeben werden musste für jeweils kofinanzierte Projekte, jedoch zugleich Mitsprache bei der Vergabe der Forschungsmittel möglich wurde. Auch wenn ständig bestritten wird, dass die Mobilfunkindustrie irgendein Mitspracherecht bei der Verteilung der Forschungsmittel hatte, sprechen eklatante Beobachtungen in wissenschaftlichen Studien dagegen.
Noch interessanter war der Zeitgewinn, so lange Forschung geplant und durchgeführt wurde, bis die Ergebnisse vorlagen, weil in dieser Phase angeblicher Ungewissheit weiter die Verbreitung und Förderung der Nutzung des Mobilfunks unter der Bedingung absurd hoher Grenzwerte erfolgen konnten.
Nach jahrelangen Verzögerungen im Rahmen des Abstimmungsprozesses innerhalb der Autoren und mit der Industrie und einer langen Zeit, die deshalb ohne Prävention verstrichen ist, liegt jetzt das Resultat der Interphone-Studie vor. Die Ergebnisse sehen nicht ganz so wunschgemäß für die Betreiber des Mobilfunks aus. Dennoch wird unvermindert weiter produziert, vertrieben, geworben und kassiert.

Mobiltelefonnutzung und Krebsrisiko

Eine hinreichend koordinierte multizentrische epidemiologische Studie des IARC, die Interphone-Studie, hat nach langwierigen „Abstimmungsprozessen" vor kurzem die Ergebnisse der schwedischen Forschergruppe von Lennart Hardell (HARDELL et al. 2006, 2007) bestätigt mit dem wesentlichen Resultat: Bei intensiver Mobilfunknutzung über lange Zeiträume ab 10 Jahren Dauer signifikant gesichert gehäuftes Auftreten von Hirntumoren auf der Kopfseite der häufigsten Nutzung im Vergleich mit erkrankten Nutzern mit geringerer Dauer und Intensität, für die kein Risiko erkennbar wurde. Ein Vergleich mit Erwartungswerten von Nichtnutzern ist zwar der ideale Ansatz, doch besteht die Methode der Fall-Kontrollstudie darin, bereits an Tumoren erkrankte „Fälle" mit (noch) nicht an dieser Krebsart erkrankten Kontrollpersonen hinsichtlich der Parameter zu vergleichen, die mit Mobilfunk und anderen Risikofaktoren für Hirntumoren zusammenhängen.
Aus diesem Ansatz erklärt sich der lange gepflegte Argumentationsstrang, dass Hirntumorkranke sich aus reinem Kausalitätsdenken besser erinnern würden, auf welcher Seite sie häufig telefoniert haben, während noch Gesunde eher unpräzisere Angaben machen würden. Da sich die Risikoberechnung aber auch für Tumorkranke insgesamt, also ohne Bezug auf die Kopfseite, als signifikant erwies, fiel dieser bequeme und lange gehegte Kritikpunkt der Skeptiker und Leugner eines Risikos durch Mobiltelefone weg.
Nicht geklärt ist bisher, bei wie vielen der als Kontrollpersonen in die Studie aufgenommenen Personen nachträglich ebenfalls Tumoren auftreten, da die Weiterverfolgung dieser Kontrollgruppen hinsichtlich der Tumorinzidenz bisher nicht üblich ist. Zumindest ist immer die Tendenz zu einer Unterschätzung der Risiken zu bedenken bei diesem Studienansatz, da die Möglichkeit besteht, dass sich unter der Gruppe zukünftige Krebsfälle finden, die den Erwartungswert für Nutzung des Mobilfunks liefern, also die Prävalenz, die angeblich risikofrei ist, einschließlich sehr hohen Belastungswerten mit bis dahin nicht identifizierter aber latent (verborgen) bereits entwickelter Krankheit.

Die Ohrspeicheldrüse (eine Drüse, die bei Mumps durch Schwellung in Erscheinung tritt) als Tumorlokalisation, die in der internationalen Studie noch nicht durchgehend berücksichtigt worden war, wurde inzwischen durch mehrere Studien ebenfalls als vorrangig betroffenes Organ mit erhöhten Risikoraten identifiziert. Die Nähe dieser Drüse zu thermischen und nicht-thermischen Auswirkungen von dicht über der Haut am Ohr gehaltenen Mobiltelefonen ergibt eine hohe biologische Plausibilität und Wahrscheinlichkeit eines ursächlichen Zusammenhangs, auch wenn wegen bisher noch geringer Fallzahlen nicht immer statistische Signifikanz erreicht werden kann.

Kontakt:

Prof. Dr. med. Rainer Frentzel-Beyme
Obernelander Landstr. 6
28355 Bremen
Tel.: 0421/25 91 62
Fax: 0421/217 33 298
E-Mail: beyme@uni-bremen.de.

Einer ersten Presseankündigung der lange erwarteten Publikation der Interphone-Studie in den Microwave News vom 11. Mai 2006 folgte nach einer langen Verzögerung zunächst ein sehr diskreter Hinweis auf der Webseite des IARC am 8.10.2008, wo die Ergebnisse mitgeteilt worden waren (IARC 2008). Dieser Vorstellung folgte dann zwar eine Zurücknahme des Zugangs zu den Daten, doch gab der Direktor des IARC am 28.5.2009 eine Presserklärung ab, in der lakonisch die bevorstehende Publikation angekündigt wurde - ohne Nennung der Zeitschrift und ohne Erwähnung der Tumorarten Neurinom des Hörnerven (Akustikusneurom) und der Ohrspeicheldrüse (IARC 2009). Dem steht gegenüber, dass einzelne Ergebnisse der multizentrischen Studie, die mit einem verbindlichen Protokoll begann, von einigen Zentren bereits veröffentlicht worden waren, eigentümlicherweise zumeist diejenigen, die ihre Ergebnisse negativ interpretiert hatten (keine Signifikanz trotz erhöhter Risiken usw.) und die nun durch die Zusammenfassung aller Daten, die ein statistisch gesichertes Risiko für Gliome ergeben hatten, ihre inkonsistenten Publikationen widerlegt sehen mussten.
Ein Hearing in der französischen Nationalversammlung ergab trotz versuchter Verschleierung der Ergebnisse durch die Koordinatorin des französischen Studienbeitrags Dr. Martine Hours (mit den stereotyp genannten Argumenten der möglichen Verzerrung durch unterschiedliche Erinnerungsfähigkeit usw.), dass „für diejenigen, die ihr Telefon weniger als 10 Jahre benutzt haben, kein nachweisbarer Effekt von Umgebungsfeldern (Mikrowellen) gefunden wurde, dass jedoch mit längerer Nutzung von Mobiltelefonen *etwas im Bereich* Nerventumoren (Neurinome), Gliome (Tumoren des Zentralnervensystems) und in geringerem Ausmaß der Ohrspeicheldrüse sein könnte". Diese Aussage wurde auch noch „präzisiert" durch die üblichen Phrasen, dass die Ergebnisse noch prämatur und ungesichert seien, weil Krebs ja bis zu 20 Jahre Entwicklungsdauer habe.
Was die Epidemiologin in Paris nicht erwähnte, war die Definition der Langzeitnutzer als solche, die in Frankreich länger als 46 Monate mit über 5 Minuten Zeitdauer pro Anruf bzw. 260 Stunden am Telefon oder 11,5 Minuten pro Tag zu der Risikogruppe gehörten, die ein nicht-signifikantes Risiko von 1.96 (VG 0.74-5.20), also ähnlich wie in Deutschland, aufwies.
Nachzulesen war in der IARC-Version (IARC 2008):

- zusammengefasste Daten der nordischen Länder und von Teilen der englischen Inseln ergaben einen signifikanten Anstieg des Gliom-Risikos bei über 10-jährigen Nutzung auf der Seite des Kopfes, wo der Tumor gehäuft auftrat (LAHKOLA et al. 2007);
- für Meningeome und Neurinome (Akustikusneurinom) ergab sich wenig Evidenz, da die Zahl der Langzeitnutzer (mit Tumor) in den einzelnen Studien noch kleiner war als in der Gruppe der Gliomkranken - was natürlich kein Argument für das Fehlen eines Effekts sein kann. Deshalb wird auch redlicherweise hinzugefügt „aber ein signifikant erhöhtes Risiko für Akustikusneurinom nach 10 Jahren Nutzung auf der gleichen Kopfseite" sei von Schoemaker et al. auf der Basis gepoolter Daten gefunden und publiziert worden (SCHOEMAKER et al. 2005);
- für Ohrspeicheldrüsentumoren lediglich in Israel eine statistische Sicherung erreicht wurde, da dort angeblich eine Tendenz zu „heftigerer Nutzung der Mobiltelefone" vorliegt, so dass die Ergebnisse den Verdacht auf eine „mögliche Beziehung zwischen starker Mobilfunknutzung und dem Risiko für Ohrspeicheldrüsentumoren" rechtfertigten (SADETZKI et al. 2008), auch

wenn eine schwedische Autorengruppe ein erhöhtes, nicht-signifikantes Risiko für gleichseitiges Auftreten von Tumoren nach über 10 Jahren Nutzung publiziert hatten (LÖNN et al. 2004).

Insgesamt spricht mehr für als gegen eine kausale Beziehung.

Die begleitenden Tabellen sprechen eine eigene Sprache und helfen den Schlussfolgerungen aufgrund schon 2007 von Hardell et al. publizierten Darstellungen der Ergebnisse von positiven Fall-Kontrollstudien nicht ab. Besonders die Risikorate 2.20 für Gliome in Deutschland wirkt alarmierend, deren Vertrauensgrenzen 0.94 bis 5.11 insofern zur Beachtung auffordern (SCHÜZ et al. 2006ab), als ein Ergebnis sogar mit einem fünffachen Risiko zu befürchten sein könnte, während die untere Grenze (0.94) durchaus keinen Anlass zur Beruhigung bedeutet, da die gepoolten Daten aller Zentren nicht mehr zur Entwarnung taugen. Offenbar sieht sich das IARC in der Verlegenheit, Begründungen für die gefundenen Zusammenhänge zu geben und vor allem, andere kausal verantwortliche Faktoren (confounder) zu präsentieren, die Mobilfunkfrequenzen eventuell entlasten könnten. Die jetzt im Nachhinein geforderten weiteren Untersuchungen zu beruflichen Expositionen und „ausgewählten Chemikalien" sind wenig glaubwürdig, da solche Untersuchungen inzwischen längst vorliegen (FLODERUS et al. 1993). Seinerzeit wurde in Schweden statistisch gesichert nachgewiesen, dass die Wirkungen niedrigfrequenter Felder im Bereich über 0,3 µT erhöhte Hirntumorraten sowohl für Astrozytome als auch für andere Hirngewebeformen ergeben, wenn gleichzeitig auf Benzol und Lösungsmittel, ionisierende Strahlen und Lebensstileinflüsse, die als confounder gelten können, adjustiert wurde. Die Frage ist berechtigt, warum solche Faktoren nicht unmittelbar in alle Auswertungen einbezogen wurden, anstatt sie zurückzuhalten für weitere Verzögerungen, weil erst im Anschluss an die unerwünschten Ergebnisse nun an die Auswertung dieser Einflussfaktoren gegangen wird, was methodisch bedenklich ist.

Allgemeine Erfahrung aller seriösen Epidemiologen ist jedoch, dass bei Risikoraten der hier gefundenen Größenordnung der Einfluss selbst starker confounding factors das Ergebnis nicht wesentlich in Richtung Wegerklärung des gefundenen Zusammenhangs beeinflussen kann. Sogar für Lungenkrebs nach beruflicher Belastung mit eindeutigen Karzinogenen ließ sich Tabakkonsum nicht zur vollständigen Erklärung eines erhöhten Risikos heranziehen, da nur bis zu 25 % der Risikoerhöhung durch Zigarettenrauch erklärt wurden (SIEMMIATYCKI et al. 1988).

Festzuhalten ist, dass in den jeweils vorliegenden Studien keinerlei Aussagen zu Grenzwerten erfolgen, wie auch personenbezogene Messwerte nicht in die Studien eingingen.

Mobilfunksender und akute Beschwerden mit Dosisbezug

Eine auffallend unbeachtet gebliebene Studie hat konsistente Hinweise auf die Zusammenhänge zwischen quantifizierten Strahlendosen und multiplen Beschwerden ergeben, die bei geringen Untersuchtenzahlen signifikante Ergebnisse lieferte. Die Studie von Abdel-Rassoul und Mitarbeitern von der Menoufiya-Universität, erfüllt alle Anforderungen an eine Querschnittstudie

	exponiert	direkt unter d. Sender	10m u. mehr entfernt	Kontrollgruppe 2km entfernt
	85	37	48	80
Dauer (Std.)		8	15	0
weibl.	43,5%			43,3 %
männl.	56,6%			56,7 %
Alter (Mw)	38,2			39,9

Tab. 1: Personen in der Querschnittstudie von Menoufiya (Quelle: ABDEL-RASSOUL et al. 2007)

Neuropsychologische Beschwerden	Exponiert (85 gesamt)	Kontrollgruppe (80)	RR*	VG* 95%
Merkstörungen	24	4	7.5	2.3-27
Tremor	8	0		-
Benommenheit	16	4	4.4	1.3-16,5
Depressivität	18	7	2.8	1.02-8,0
Schlafstörung	20	8	2.8	1.06-7.4
Kopfschmerzen	20	8	2.8	1.06-7.4
Konzentrationsstörung	14	8	1.8	0.7-5.0
Visusstörung	19	12	1.6	0.7-3.9
Reizbarkeit	23	16	1.48	0.7-3.3

* RR: Risikorate (Odds ratio), VG: Vertrauensgrenzen

Tab. 2: Häufigste berichtete Beschwerden und Störungen in den exponierten und nicht-exponierten Untersuchungsgruppen (Quelle: ABDEL-RASSOUL et al. 2007)

(ABDEL-RASSOUL et al. 2007) und wird leider weitgehend ignoriert und z.B. in den vom Informationszentrum Mobilfunk (IZMF) herausgegebenen Informationsschriften nicht erwähnt (KINDER-UMWELT 2009), obwohl sie skeptische Nutzergruppen nachdenklich stimmen müsste und für Betroffene eine eklatante Bestätigung für die von ihnen erlebten Beschwerden mit quantitativen Daten belegt.

Die Studie erfolgte in Mittelägypten nach Inbetriebnahme 1998 des Sendemasten in Shebin-el-Kom mit einer akut betroffenen Bevölkerung von Agraringenieuren und Angehörigen (Tab. 1). Häufigste berichtete Beschwerden und Störungen in den exponierten und nicht-exponierten Untersuchungsgruppen gehen aus der Tabelle 2 hervor.

Nach Unterteilung der exponierten Stichprobe (85) in zwei Untergruppen mit Wohnung unter oder direkt gegenüber dem Sendemast resultieren Symptome viel häufiger in dem Kollektiv mit direkter Exposition, in der Reihenfolge nach abnehmendem Risikoschätzer (RR) (Tab. 3):

In nezropsychologisch-psychometrischen Tests waren Aufmerksamkeit und Kurzzeitgedächtnis bei den Exponierten signifikant schlechter als in der Kontrollgruppe, und bei gegenüber dem

Beschwerden	direkt gegenüber 48 Pers.	unterhalb 37 Pers.	RR	VG 95%
Schlafstörung	15	4	3.75	1.01-15.0
Kopfschmerzen	15	5	2.9	0.85-10.5
Reizbarkeit	16	7	2.14	0.7 - 6.74
Konzentrationsstörung	9	5	1.48	0.4 - 5.71
Visusstörung	12	7	1.43	0.45- 4.65
Benommenheit	9	7	0.99	0.29- 3.38
Depressivität	9	8	0.84	0.24- 2.75
Tremor	4	4	0.75	0.14- 3.92
Merkstörungen	12	12	0.69	0.24-1.99*

Tab. 3: Beschwerden und Risiko in den Untergruppen mit Wohnung unter oder direkt gegenüber dem Sendemast

Sender wohnhaften Probanden wurde eine schlechtere Fähigkeit für Problemlösungsaufgaben (Block Design) gefunden.
Die besonders deutliche Erhöhung der Risikoschätzer für Schlafstörungen bestätigt die immer wieder geäußerten Beschwerden auch in der deutschen Bevölkerung, unabhängig ob Elektrosensibilität vorliegt oder nicht. Auch in Ägypten darf man davon ausgehen, dass nicht ausschließlich Elektrosensible in den Wohnhochhäusern lebten. Bei den kleinen Anzahlen pro Beschwerdenkategorie sind die Vertrauensgrenzen weit, doch bedeuten hohe obere Grenzen im Bereich über RR 3 natürlich, dass mit größeren Kollektiven auch gesicherte Ergebnisse erzielbar wären, wenn die Risikorate größer als 1.5 ausfällt. Ein Risiko über 1.5 weist auf eine so hohe Überinzidenz (Exzess-Risiko), dass der Einfluss des Zufalls als Erklärung schwindet.
Da in Menoufiya gleichzeitig Messwerte unter dem zulässigen Standard 0,4 mW/cm² erhoben wurden, ist die Assoziation mit den gemessenen Belastungen von besonderem Interesse (ABDEL-RASSOUL et al. 2007).

Eine in Deutschland von vier Ärzten auf der Basis eigener Erhebungen vorgelegte Untersuchung ging als Naila-Studie in eine bemerkenswerte Kontroverse ein, in der die plausiblen Ergebnisse mit viel inkompetenter Kritik als „unwissenschaftliche Demagogie" abgetan wurden (EGER et al. 2004). Obwohl für das möglicherweise zu erwartende Krebsrisiko bereits derartig starke Hinweise auf kausale Zusammenhänge geliefert wurden, dass eigentlich in diesem Land mit reichlichen Ressourcen für epidemiologische Forschung unverzüglich einschlägige Forschung hätte erfolgen müssen, um dem Verdacht nachzugehen bzw. die Zweifel an den Befunden zu bestätigen, erfolgten weder Replikationen des Ansatzes noch weitergehende Studien mit adäquaten Methoden, u.a. mit der Begründung, belastbare Forschung wäre methodisch nicht möglich.
In Ägypten wurde demonstriert, welche wissenschaftlich einwandfreien und methodisch machbaren Ansätze mit kurzfristigen Ergebnissen sich für wirksame Prävention ergeben könnten, wenn der politische Wille bestünde.

Wirkungen auf die Bluthirnschranke und Demenz

Demenzforschung wurde international merklich verstärkt, nachdem sich die präsenilen Neuerkrankungen gehäuft haben, doch wird bei allen Studienansätzen die Wirkung elektromagnetischer Felder vergessen oder bewusst ausgeblendet.

Bestätigt wurde der Verdacht eines Zusammenhangs zwischen durchlässiger Blut-Hirn-Schranke (BHS) und anschließender Einlagerungen von Albumin, also großen Proteinmolekülen, in der Glia, dem Stützgewebe des Gehirns, mit anschließender Nekrose von Neuronen, nachdem Salford und Mitarbeiter zufällig die Wirkung von Mobilfunkstrahlung auf Rattenhirne gefunden haben, wobei die Betonung auf zufällig liegt und den Befunden daher um so größere Glaubwürdigkeit verleiht (SALFORD et al. 2003). Schon bei SAR-Werten unter 1 mW/kg war Albumin durch die BHS-Öffnung gedrungen und hatte Neuronen als geschwärzte, untergegangene Komplexe im mikroskopischen Bild erkennen lassen, wo sich bei Kontrolltieren gleichen Alters kein Anzeichen eines Defekts zeigte.

Die Einlagerung von Proteinen in Großhirnarealen in Form der Amyloidplaques wurde schon seit längerem mit vorzeitig auftretender Demenz in Verbindung gebracht, was allerdings nur anschließend an das Ableben feststellbar ist. Wie lange zuvor die Bluthirnschranke versagt hat, so dass diese Proteine überhaupt in das Hirngewebe eindringen konnten, ist daher nicht feststellbar. Wesentlich ist, dass der umgekehrte Weg einer Elimination solcher „unerlaubter" Moleküle aus dem Hirngewebe zurück in die Blutbahn nicht möglich ist.

Erst durch die experimentelle Untersuchungen von Salford wurde klar, dass schon bei jugendlichen Ratten solche Vorgänge nachweisbar sind, auch wenn die Tiere nicht weiter beobachtet wurden auf das Auftreten neurodegenerativer Effekte. Das Absterben von Neuronen wird als gravierend angesehen, so dass die Autoren vorhersagen, dass unter den heutigen jugendlichen Dauernutzern von Mobiltelefonen für meist unnötige Telefonate ein Anstieg von Demenzfällen im mittleren Alter als eine der möglichen Auswirkungen intensiver Mobilfunkstrahlung auf das Gewebe zu befürchten sind. Zitat: *„Neuronale Schäden, wie wir sie beschreiben, sind nicht sofort mit aufzeigbaren Folgen verbunden, auch nicht, wenn wiederholt bestrahlt wird. Auf lange Sicht kann jedoch eine reduzierte Hirnreservekapazität resultieren, die als Folge später neuronaler Krankheit oder Altersverschleiß auftaucht. Wir können nicht ausschließen, dass nach einigen Dekaden zumeist täglichen Gebrauchs eine ganze Generation von Mobilfunkbenutzern an negativen Auswirkungen leidet, vielleicht schon in mittleren Altersschichten"* (SALFORD et al. 2003).

Bedenklich ist, dass solche Beobachtungen leichtfertig damit abgetan werden, dass augenblicklich Effekte noch nicht feststellbar sind - als ob bis zum statistisch gesicherten Auftreten gehäufter Langzeitwirkungen noch kein Handlungsbedarf bestünde.

Die Effekte bei Kindern sind mit einem Anstieg der Ritalin-Therapien bei Kindern zumindest vermutet worden, auch wenn die „anregenden" Wirkungen der Strahlung auf das sich entwickelnde

Zentralnervensystem angeblich reversibel sein sollen. Das Methylphenidat gilt als Wunderdroge und wird in nordamerikanischen Schulen direkt an auffällige Schüler abgegeben. Da es euphorisierend wirkt, ist es als Kokainersatz geeignet, bei Erwachsenen mit depressiven Verstimmungen Glücksgefühle zu wecken. Wegen der Gesundheitsgefährdung der Kinder sind seit 2005 in Großbritannien speziell auf Kinder zugeschnittene Mobiltelefone vom Markt genommen worden (www.golem.de/0501/35645.html), nachdem das National Radiological Protection Board auf „für Kinder im stärkerem Maße geltende Gesundheitsgefährdung" hingewiesen hatte (NRPB 2005). Diese Formulierung schließt solche Gefährdungen für Erwachsenen implizit ein.

Statt in den Schulen ein Verbot der Mobiltelefone und des W-LAN zu betreiben, wird in Deutschland der Wissensstand wegen angeblich fehlender wissenschaftlicher Nachweise jeweils ignoriert, weil unterhalb der Grenzwerte liegende Belastungen als unbedenklich gelten.

Hochspannungsleitungen und Krebsrisiken

Grenzwerte sind nicht nur zu hinterfragen, sondern als irreführend und überholt zu bezeichnen. Sie dienen in erster Linie der Rechtssicherheit und haben keinerlei Aussagekraft bezüglich des individuellen Gesundheitsschutzes. Sie dienen somit lediglich dem Weiterbetrieb von für Teile der Bevölkerung wichtigen und als unentbehrlich bezeichneten technischen Anlagen. Die oft nur passiv belasteten Bevölkerungsteile, die selbst kaum an der Technologie teilnehmen können, gehören aber gerade zu den empfindlichsten, empfänglichsten und daher als Risikogruppen bezeichneten Populationen, die sich weder schützen noch wehren können.

Die bisherigen jahrelangen Verlautbarungen der International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) sind massiv widerlegt worden, da sie zumindest bis vor kurzem lediglich die Meinung von Technikern zu unabweislichen thermischen Wirkungen von elektromagnetischen Feldern wiedergegeben hatten und keinerlei biologische Evidenz für die gemachten Grenzwertempfehlungen berücksichtigt hatten. Vor allem kam die fragwürdige Kompetenz dieser ICNIRP bezüglich Langzeitwirkungen niedriger Dosen auf Kinder dadurch zum Ausdruck, dass diese Vereinigung von Technikern willkürlich zusammengesetzt war und keinen offiziellen Auftrag oder staatlich geregelte Funktion hatte. Geschweige denn waren eigene Forschungsergebnisse vorhanden. Erst seit wenigen Jahren gehören der Kommission auch medizinische Epidemiologen an, so dass seit deren Beteiligung an den Verlautbarungen bereits deutliche Änderungen ergeben haben, wie Berücksichtigung epidemiologischer Ergebnisse, auch wenn diese nicht „stimmig" waren.
Zu diesen gehören auch Publikationen mit dem Ziel, die wissenschaftliche Evidenz mittels Meta-Analysen der publizierten Literatur etwas differenzierter aufzuarbeiten Die Meta-Analyse von Angelillo und Villari (1999) im Bulletin der WHO aufgrund einer Zusammenfassung von 14 Studien ergab ausreichende Evidenz in Form eines rund 50%igen Anstiegs des Risikos unabhängig von Messwerten für den Zusammenhang zwischen häuslichen Strahlenbelastungen und kindlichen Leukämien. Dass Zweifel ausgeschlossen sind, wurde von Greenland et al. (2000) gestützt, da für > 0,3 µT Exposition die noch höhere Risikorate 2.06 (1.4-3.0) errechnet wurde. Hierzu wurden 11 Studien mit insgesamt 2078 Leukämiekindern und 5516 Kontrollkindern zusammengefasst. Ahlbom et al. (2000) fanden mittels Zusammenfassung von neun Studien mit insgesamt 3203 Leukämiekindern und 10338 Kontrollkindern für die Expositionsschwelle >0,4 µT eine signifikant erhöhte Risikoschätzung in Höhe von 2.00 (1.27-3.13). Für akute lymphatische Leukämie ergab sich bei Berücksichtigung auch von Verkehrsabgasen für die Expositionskategorie 0,4 µT eine signifikant erhöhte Risikorate 3,24 (1.22-8.63).

Mit Hilfe von Meta-Analysen ist inzwischen ausreichend Evidenz gefunden worden, so dass von der staatlicherseits ernannten Strahlenschutzkommission der Bundesrepublik Deutschland (SSK) im Kontext mit kindlichen Leukämien folgende Aussage gemacht wird:
„Dennoch bilden die sich gegenseitig stützenden (sic!) epidemiologischen Befunde aber aus der Sicht der SSK die Basis für einen wissenschaftlich begründeten Verdacht einer gesundheitlichen Beeinträchtigung bei Intensitäten weit unterhalb der derzeitigen Grenzwerte..." (SSK 2001). Diese Aussage dürfte auch den Fachexperten bekannt sein, obwohl sie nicht zu deren Sicht passt und daher ignoriert wird.
Danach sind auch Beschlüsse der Schweizer Behörde Bundesamt für Umwelt (BAFU) nicht mehr zeitgemäß, die mit dem Wert 1 µT tolerabler Leistungsflussdichte nur versuchen kann, den realen Bedingungen gerecht zu werden, ohne jedoch die Effektivität eines Schutzes für Kinder nachgewiesen zu haben (BAFU 2007).
Dieser Mangel an Evidenz steht einer Vielzahl einschlägiger Risikoabschätzungen gegenüber.
Aus der Behandlung von für die Fragestellung ausgezeichnet geeigneten Daten der englischen Epidemiologengruppe um Gerald Draper et al. geht hervor, wie schief die bisherigen Einschätzungen der Behörden liegen dürften, da sich die von diesen vertretenen Werte als nicht mehr ausreichend für eine Unbedenklichkeitserklärung erweisen, die trotz eindringlicher Hinweise auf gegenteilige Evidenz dennoch aufrecht erhalten wird (DRAPER et al. 2005).

Im British Medical Journal fasst Draper zusammen:
- Stromfrequenz-bedingte magnetische Felder im Stromnetz sind „möglicherweise karzinogen".
- Eine zusammengeführte (pooled) Analyse von Fall-Kontrollstudien fand für Kinder in Wohnungen mit hohen magnetischen Feldern (> 0,4 µT) ein verdoppeltes (zweifach erhöhtes) Risiko für Kinderleukämie.
- Hochspannungsleitungen sind eine Quelle solcher Felder.
- Eine Studie im Vereinigten Königsreich mit 9700 Leukämiekranken Kindern fand ein erhöhtes Leukämierisiko in Höhe einer Risikorate 1,7 für Kinder, die bei Geburt innerhalb 200 m Abstand von Hochspannungsleitungen lebten, im Vergleich mit den Kindern, die über 600 m entfernt lebten.
- Es fand sich auch ein leicht erhöhtes Risiko (Risikorate 1,2, statistisch signifikant) für diejenigen, die bei Geburt 200-600 m von Überlandleitungen lebten - da dieser Abstand zu weit ist, um leicht durch magnetische Felder erklärt zu werden, könnte es Folge anderer ursächlicher Faktoren sein, die mit Stromleitungen assoziiert sind (DRAPER et al. 2005).

Entfernung vom Masten *in m*	Anz. Leuk. im Bereich	Kontroll-kinder	RISIKORATE rohe	bereinigte
0-49	5	3	1.67	1.65
50-99	19	11	1.79	n.b.
100-199	40	25	1.64	1.64
0-199	64	39	1.69	1.68
200-599	258	214	1.23	1.22
≥ 600	9378	9447	1.0	1.0
Eine Risikoerhöhung über 1,5-fach gilt als Interventionsschwelle für Prävention.				

Tab. 4: Leukämie-Risiko und Entfernung zu Hochspannungsmasten (Quelle: DRAPER et al. 2005)

Anmerkung: Für Merkstörungen fand sich kein Erwartungswert in der Kontrollgruppe, so dass eine Berechnung der Ratenratio (RR) entfällt, was jedoch dennoch eine sehr hohe Differenz zum allgemein erwartbaren Durchschnitt (etwa 0,4-0,7 in dieser kleinen Gruppe) bedeutet (R. F.-B.)

Diese für jedes medizinische Gutachten wegweisende Analyse aus England ist für die Risikoabschätzung geeignet und muss berücksichtigt werden bzw. diese Evidenz aus einem international renommierten medizinischen Fachblatt darf nicht als unerheblich abgetan werden.
Zur Verdeutlichung der Gründe, warum die Herausgeber des British Medical Journal zu weitreichenden Schlussfolgerungen bereit waren:
Die britische Studie hat sich eingehend mit dem Trend der Leukämierisiken in der Beziehung zu Hochleitungen befasst.
Die Autoren präsentieren die Leukämie"fälle" im Verhältnis zu den nicht betroffenen Kindern in Tabelle 4.

Der Arbeit wurden Schwächen nachgesagt, da sich auch andere Gründe für die Verteilung der Fälle und gesunden Kontrollen finden könnten, wie z. B. soziökonomische (Sozialklassen-) Faktoren.
Da gerade diese Faktoren von den Autoren eingehend berücksichtigt wurden – in England wird der Einfluss der sozioökonomischen Schichtung seit jeher besonders gut erforscht – bleibt die Kritisierung der „unerwünschten" Ergebnisse besonders schwer nachvollziehbar.
Eine Adjustierung (Bereinigung) auf diese Klasseneinflüsse ergab nämlich keine Veränderungen in den Risikoschätzern, was aus der oben gezeigten Tabelle eindeutig hervorgeht. Somit entfällt der Grund für die Ablehnung dieser Daten.
Die britische Studie berücksichtigte ausdrücklich andere Kinderkrebserkrankungen wie Hirntumoren und fand nur für Leukämien die extremen Risikoraten, da die Leukämieraten statistisch gesichert (signifikant) erhöht sind bis zur Entfernung 600 m.
Hierfür gibt es zwar keine plausible Erklärung, doch darf dies kein Grund sein, die gesamte Evidenz der Studie zu ignorieren. Ganz im Gegenteil muss ein verantwortungsbewusster Umgang mit den offensichtlichen Problemen in der Nähe von Hochleitungen diese alarmierenden Daten als Grundlage für den Schutz der Bevölkerung bis zu dem Zeitpunkt einer Aufklärung der Gründe für diese starken und mit allen Studien konsistenten Risikoerhöhungen im weiten Umkreis von solchen Leitungsmasten nutzen.

Diejenigen Risikoschätzungen, die nicht statistisch gesichert waren, werden auffallend bevorzugt als angeblich weiter bestehende Unsicherheit und Grund für Skepsis an den Ergebnissen hingestellt.
Ein Wort zu dem Problem der kleinen Zahlen. Die Anzahl von im Umkreis von unterhalb 100 m Abstand von Masten lebenden Kindern ist aus verständlichen Gründen gering, so dass oft nicht die für eine statistische Sicherung erforderliche Mindestanzahlen erreicht werden. Bedeutsamer sind jedoch die Höhe der Risikoraten als Maß für die Intensität der Beziehung zwischen Mastennähe und Leukämierisiko.
Im Abstand bis 50 m waren 5 Leukämiekinder und 3 Kontrollkinder gefunden worden, von 50-100 m 19 Leukämien gegenüber nur 11 Kontrollen, auch über 100 m 40 gegenüber nur 25 (bis 199 m) und insgesamt 64 gegenüber 39 (0-199 m), womit sich die bis zu zweifach erhöhten Risikoraten erklären lassen. Diese Befunde zu vernachlässigen, ist kritikwürdig und problematisch.

Risiko neurodegenerativer Krankheiten durch EMF

Die Studie von Poole et al. hat einen anderen Ansatzpunkt und weist nach, dass Depressivität und Suizidgefahr als Konsequenz von Einwirkungen der magnetischen Felder von Hochleitungen existieren (POOLE et al. 1993). Nachdem Reichmanis et al. schon Ende der 1970er-Jahre die Suizide unter EMF-Einwirkungen thematisiert hatten (REICHMANIS et al. 1979), wurde von Poole et al. mittels einer besonders gut recherchierten Studie erstmals die Prävalenz von depressiven Symptomen mit niedrigfrequenten Dauerexpositionen durch Hochleitungen in Verbindung gebracht und danach diese Evidenz durch mehrere Untersuchungen ergänzt.
Diesen Symptomenkomplex mit dem Verweis auf beruflich-stressbedingte Burn-out-Reaktionen abzutun, ist dagegen Wissensstand von vor 20 Jahren und nach neuen Erfahrungen (auch mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern) nicht mehr gerechtfertigt.
Die Forschung zu Suiziden wurde nachweislich von der Elektroindustrie der USA systematisch behindert, ist aber deshalb nicht weniger existent, wenn auch nicht abgeschlossen. Bestätigt wurden diese Befunde in Finnland, wo Depressionen infolge magnetischer Feldeinwirkungen von Hochleitungen (1970-1989) nachgewiesen wurden (VERKASALO et al. 1997). Von voreingenommenen Kritikern wird diese Evidenz ignoriert, obwohl sich eine Risikoerhöhung für schwere Depression auf 4,7-fach (statistisch gesichert) schon innerhalb von 100 m bzw. 15,3-fach für Felder > 0,10 µT (!) ergeben hat, was für eine bedrohliche Gesundheitsschädigung spricht, für deren Verhütung alle verfügbaren Maßnahmen erfolgen müssen.

Vorgebliche Gründe für langwierige „Kontroversen" und Verzögerungen im Bereich Niederfrequenzrisiken

Immer wieder beobachtete Negation sowie Auslassungen wie z. B. die fehlende Erwähnung der Arbeiten von Feychting et al. und Floderus et al. erregen den Verdacht extremer Selektivität in

der Bewertung der vorliegenden Evidenz und entsprechendem Bias in den Bewertungen zugunsten einer „unbedenklichen" Situation bezüglich der seit jeher als Hochleitungen konzipierten Energieübertragung (FEYCHTING et al. 1997, FLODERUS et al. 1993).
Für Kinder besteht ein erhöhtes Risiko für Leukämien bereits ab 0,2 µT unabhängig von der Größe der in die Studie einbezogenen Anzahlen, und für jeweils höhere Einwirkungen erhöht sich das Risiko, unabhängig davon, ob die Angaben statistisch gesichert werden konnten oder nicht. Die Metaanalysen dienen dazu, die zuweilen kleinen Zahlen einzelner Studien zusammenzufassen (LAHKOLA et al. 2006).

Die Studie von Draper et al. ergab zu diesen Meta-Analysen inzwischen nochmals die unersetzliche Evidenz, dass frühere Studien das Risiko weitgehend unterschätzt haben dürften, weil die Entfernung unter 100 m Abstand von Hochspannungsleitungen mit „Kontrollregionen" über 100 m und darin auftretende Leukämiefälle verglichen wurden, unter der Annahme, das Risiko wäre dort nicht erhöht. Hieraus resultierten Unterschätzungen aller vorangehenden Studien über das wahre Ausmaß der Risikoerhöhungen auch noch über den Abstand 100 m hinaus (DRAPER et al. 2005)
Die Konsequenz muss sein, dass entsprechend den Empfehlungen der schwedischen Regierungsbehörden von 1995 Höchstspannungsleitungen unterirdisch zu verlegen sind.
Als Schlussfolgerung ergibt sich bereits an dieser Stelle, dass die Erfordernisse der Prävention sofort erfüllt sind, wenn der in England gefundene Risikoschätzer 2.9-faches Leukämierisiko mit der oberen Vertrauensgrenze = 7.3 (die untere bei 1.0) gefunden wird, was nichts anderes bedeutet, als dass die in der Studie verwendeten Untersuchtenzahlen auch ein derartig extremes Ergebnis (über 7mal höherer Leukämiezahlen zu finden) hätten erzielen können, wenn sich die Verteilung in bestimmte Richtungen verschieben würde (Fallzahlen zu Kontrollanzahlen etc.). Das ist nicht höhere Mathematik, sondern Prinzip der Statistik, denn sonst würden sich die Angaben von Vertrauensintervallen zur Abschätzung des Zufallsseinflusses erübrigen! Hierbei wird die Rolle der zufälligen Erfassung eines Ereignisses in der Fall- oder Kontrollgruppe berücksichtigt.
Wenn der Einwand kommen sollte, „tatsächlich ist die Risikoerhöhung nach diesem (unteren) Vertrauensintervall nur knapp signifikant", so lässt das in bezeichnender Weise erkennen, dass nicht nur völliges Unverständnis epidemiologischer Risikoraten, sondern eine voreingenommene Einstellung deutlich wird.

Statt die Risikoschätzung von 2.9-fach als Grundlage für eine fachgerechte Beurteilung zu verwenden und als alarmierend hoch zu interpretieren, wird nach Schwachpunkten dieser für eine Beurteilung äußerst wichtigen Information gesucht und dabei die Tatsache verharmlost, dass eine untere Vertrauensgrenze mit dem Wert 1.0 definitionsgemäß ein statistisch gesichertes erhöhtes Risiko nicht mehr wegdiskutieren lässt.
Die schwedischen Arbeiten mit guter epidemiologischer Praxis von Floderus et al. haben das Leukämierisiko für Erwachsene durch elektromagnetische Felder im beruflichen Gefährdungsbereich belegt. Die Autoren haben sowohl ionisierende Strahlung als auch Benzoleinwirkungen und Lösungsmitteleinwirkungen am Arbeitsplatz korrigierend in ihre Auswertungen einbezogen und dennoch unverändert regelmäßig mit Feldintensitäten ab 0,29 µT ansteigende Leukämierisiken gefunden (FLODERUS et al. 1993). Diese Arbeiten unberücksichtigt gelassen zu haben, lässt auf fehlendes fundamentales Verständnis bzw. selektive Wahrnehmung schließen.

Ausweitung der Evidenz auf andere Krankheitsgruppen

In jüngster Zeit untersuchten Huss et al. die Todesursachen in der Schweiz von 2000 bis 2005 mittels einer Kohortenstudie. Von dem größeren Bevölkerungsanteil (4,65 Millionen von insgesamt 7,29 Millionen Einwohner) mit Wohnsitz in der Nähe von 380-/220-kV-Leitungen wurden alle Todesfälle an Morbus Alzheimer, Demenz, Morbus Parkinson, Multiple Sklerose und Amyotrophe Lateralsklerose mit den Erwartungswerten verglichen. Bei Vergleich der Abstände unter 50 m, 50-200 m, 200-600 m und über 600 m von den Hochspannungsleitungen ergab sich für M. Alzheimer eine erhöhte Risikorate (RR):
Nach 5 Jahren Dauer RR 1.52,
nach 10 Jahren RR 1.78 und
nach 15 Jahren RR 2.0, d.h. ein graduell ansteigendes Risiko mit der Dauer des Wohnsitzes in diesem Abstandsbereich (Abb. 1).

Diese Verteilungen waren bei Männern und Frauen fast identisch (Risikoraten 1.96 bzw. 2.04) und erweisen sich damit nicht nur als stabil, sondern auch konsistent, und nicht zufällig vom Erwartungswert abweichend, der von den außerhalb einer Zone von 600 m Abstand lebenden Bevölkerungsteilen ermittelt wurde. Auch die anderen neurodegenerativen Krankheiten ergaben jeweils erhöhte Raten im Bereich 1.34 und 1.41, wobei das Risiko jeweils mit der Entfernung von den Leitungen abnahm.

Die Ergebnisse ihrer großangelegten Analyse mit Einbeziehung riesiger Datenmengen kommentieren die Autoren mit dem stereotypen Hinweis, es gäbe noch kein biologisches Modell, so dass die Zusammenhänge nicht plausibel sein müssten (HUSS et al. 2009).
Bezüglich der Wirkungen von EMF auf Regulationen des Organismus, auf das Zentralnervensystem und zelluläre Strukturen trifft

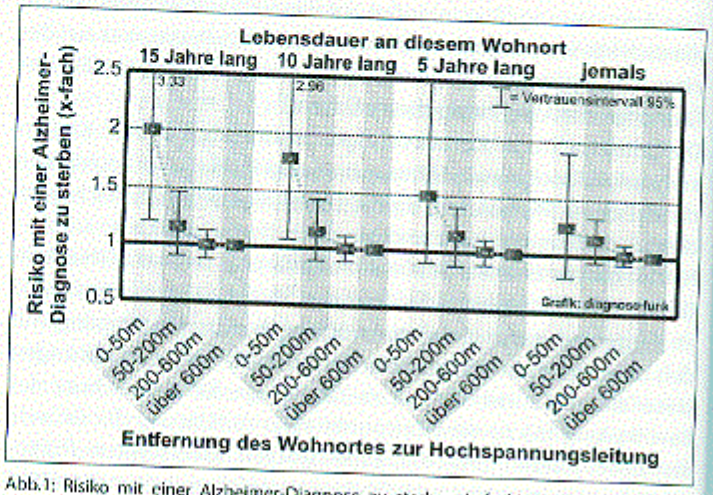

Abb.1: Risiko mit einer Alzheimer-Diagnose zu sterben (x-fach) und Entfernung des Wohnortes zur Hochspannungsleitung (Quelle: HUSS et al. 2009)

diese Behauptung ebenso wenig zu wie die viel beschworene Reversibilität.
Eine Verbesserung der Qualität von Diagnosen lässt sich nur für bösartige Neubildungen mit Hilfe von Krebsregistern erreichen, wobei die Pathomechanismen teilweise auch besser aufgeklärt sind. Am Beispiel des malignen Melanoms haben Hallberg und Johansson bereits Zusammenhänge zwischen den Trends der Zunahme von UKW-Sendern und anschließend daran ansteigenden Melanominzidenzen in fünf Ländern mit langjähriger Krebsregistrierung anschaulich dargestellt (HALLBERG & JOHANSSON 2002). Der viel zu wenig beachteten Publikation folgte die Klarstellung, dass UV-Einwirkungen etwa durch vermehrte Urlaubsreisen der skandinavischen Krebsopfer nicht als Erklärung ausreichen, so dass die modulierten Frequenzen als wahrscheinliche Ursache für ansteigende Melanomrisiken in Betracht kommen (HALLBERG & JOHANSSON 2004), wozu gleichzeitig die Störung der Reparatureffizienz als Modell vorgeschlagen wird (HALLBERG 2008). Obwohl mit dem gleiche Ansatz Hirntumortrends und Prostatakrebsraten untersucht werden sollten, wurde die Forschung vom Stockholmer Karolinska Institutet nicht adäquat gefördert (persönliche Mitteilung von Ö. Hallberg).

Wenn es sich bei der Schweizer Studie auch um Todesursachen der amtlichen Statistik handelt, also nicht um klinische Diagnosen, sind diese Ergebnisse von besonderem Interesse, da es sich eher um Unterschätzungen handeln dürfte, als um Überschätzungen der Risiken, wenn man die Qualität der Todesbescheinigungen berücksichtigt. M. Alzheimer wird bei manchen Sterbefällen nicht als Todesursache erkannt, was mit der exklusiven Diagnostik durch Obduktion zusammenhängt, die in vielen Ländern nicht obligatorisch ist.

Glaubwürdigkeit von abhängiger Forschung

Von der Universität Bern wurde vor kurzem auch eine aufschlussreiche Analyse angefertigt, die eine überzufällig starke Assoziation zwischen Ergebnissen einschlägiger Studien und Sponsorenschaft wie auch sogar Ort der Veröffentlichung ergeben hat (HUSS et al. 2007).
Die Schweizer Autoren haben den Zusammenhang zwischen Sponsoren von adäquat durchgeführten Studien und den veröffentlichten Resultaten zum Ergebnis analysiert und fanden eine wenig überraschende Übereinstimmung zwischen Finanzier und Ergebnis in der Zusammenfassung und im vollen Text der Arbeiten mit industrie-abhängigen Untersuchern.

Als Fazit wird festgestellt:

- In 68 % der insgesamt 59 analysierten Publikationen wurden ein oder mehrere signifikante Ergebnisse zu Expositionsfolgen berichtet.
- Studien, die ausschließlich von der Industrie finanziert waren, berichteten zwar die größte Zahl von Befunden, aber diese ergaben kaum statistisch signifikante Ergebnisse.

Von den ausschließlich durch die Industrie geförderten Forschungsresultaten waren nur 33 % Effekte als statistisch signifikant, also gesichert berichtet worden.

Von öffentlich/gemeinnützig geförderten Studien erbrachten 82 % ein eindeutig positives Ergebnis im Sinne einer kausalen Beziehung.
Bei den gemischt finanzierten Studien ergab sich in 77 % ein statistisch signifikanter positiver Befund
Die systematische Übersicht über experimentelle Studien kommt zu dem Schluss, dass die Interpretation der Resultate von Studien über Gesundheitseffekte nach Einwirkung von Radiofrequenzen immer die Sponsoren berücksichtigen sollte (HUSS et al. 2007)

Zu einem ähnlichen Ergebnis kam Henry Lai, University of Washington/Seattle. Er fand 2006 unter 85 Arbeiten, die seit 1990 in Radiation Research publiziert worden sind,

- 43 *mit* und 42 *ohne* biologische Wirkungen, jedoch
- 32 von der US-Airforce finanzierte Studien (von 35) fanden *keine* Effekte.

Von den Publikationen in „Radiation Research" seit 1990 waren

- 21 mit negativen Befunden, von der US-Airforce finanziert,
- nur eine zeigte eine schädliche Wirkung (LAI 2006).

In Deutschland vermisst man international zur Publikation kommende kritische Analysen dieses Typs aus Sicht von NaturwissenschaftlerInnen, wogegen StatistikerInnen das Handeln bestimmen, wodurch so manche Beobachtungsstudie mit epidemiologischen Methoden sofort an statistischen Vorgaben und aufgebauschten Bedenken scheitert.
So wird wohl auch weiterhin der Fortschritt auf internationaler Ebene zu erwarten sein, wobei eine Reihe weiterer ständig kontrovers untersuchter Risiken wie Unfruchtbarkeit, zytogenetische Schädigungen und vermehrte Bildung von Heat-shock-Proteinen nach weit unter den Grenzwerten liegenden elektromagnetischen Feldeinwirkungen noch Themen der Forschung sein sollten, nachdem jeweils erste Hinweise auf diese als irreversibel verdächtigten Schädigungen existieren (NEITZKE 2000). Diese Forschung dient nicht zuletzt der Annäherung an biologische Pathomechanismen, die von Epidemiologen selbst und mit Hinblick auf die Interpretation der epidemiologischen Studien auch von Kritikern immer wieder als Voraussetzung für eine glaubhafte Kausalität gefordert werden.

Schlussbemerkung

Auf einer Tagung im Frühjahr 2009 beantwortete Henry Lai die Frage, ob die Berücksichtigung thermischer und/oder athermischer Effekte eine erforderliche Vorbedingung für die Standardfindung der Grenzwerte für EMF-Exposition sei, mit „nein". Standards sollten allein darauf basieren, ab welchen Expositionsstärken biologische bzw. gesundheitliche Effekte beobachtet werden. (LAI 2009). Die deutsche Strahlenschutzkommission ist allerdings weiterhin der Ansicht, dass die gültigen Grenzwerte nicht gesenkt werden müssten, weil die wissenschaftliche Basis für die Änderung nicht ausreiche (SSK 2008).

Nachweise

ABDEL RASSOUL G, EL-FATEH AO, ABOU SALEM M et al. (2007): Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. Neurotoxicology 28: 434-440.

AHLBOM A et al.(2000): A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. Brit J Cancer 83: 692-698.

ANGELILLO IF, VILLARI P. (1999): Residential exposure to electromagnetic fields and childhood leukaemia: a meta-analysis Bull WHO 77: 906-915.

ALLGEMEINE UNFALLVERSICHERUNGSANSTALT - AUVA (Hrsg.) (2009): Untersuchung athermischer Wirkungen elektromagnetischer Felder im Mobilfunkbereich (ATHEM). Forschungsbericht. AUVA-Report No. 47, Wien. http://www.auva.at/mediaDB/555261_R47.pdf [letzter Zugriff: 10.9.2009].

BUNDESAMT FÜR UMWELT - BAFU (Hrsg.) (2007): Hochfrequente Strahlung und Gesundheit, 2. akt. Aufl., Bern.

DRAPER, G, et al.(2006): Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control study. Brit Med J 330, 1290-1295.

EGER H, HAGEN KU, LUCAS B et al. (2004): Einfluss der räumlichen Nähe von Mobilfunksendeanlagen auf die Krebsindizidenz. Umwelt Medizin Gesellschaft 17: 326-332.

FEYCHTING M, FORSSEN U, FLODERUS B. (1997): Occupational and residential magnetic field exposure and leukemia and central nervous system tumors. Epidemiology 8: 384-389.

FLODERUS B, PERSSON T, STENLUND C, WENNBERG A, OST A, KNAVE B. (1993): Occupational exposure to electromagnetic fields in relation to leukemia and brain tumors: a case-control study in Sweden. Cancer Causes Control 4: 465-76.

GREENLAND S et al (2000): A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukaemia. Childhood Leukemia-EMF Study Group. Epidemiology 11: 624-634.

HALLBERG Ö, JOHANSSON O (2002): Melanoma incidence and frequency modulation (FM) broadcasting. Arch Environ Health 57: 32-40.

HALLBERG Ö, JOHANSSON O. (2004): Malignant melanoma of skin - not a sunshine story. Med Sci Monit 10(7): CR336-340.

HALLBERG, Ö (2008): A reduced repair efficiency can explain increasing melanoma rates. Eur J Cancer Prev 17: 147-152.

HARDELL L, CARLBERG M, HANSSON MILD K. (2006): Pooled analysis of two case-control studies on use of cellular and cordless telephones and the risk for malignant brain tumours diagnosed in 1997-2003. Int Arch Occup Environ Health 79(8): 630-639.

HARDELL LO, CARLBERG M, SÖDERKVIST F et al. (2007): Long-term use of cellular phones and brain tumours - increased risk associated wit use for > 10 years. Occupational Environmental Medicine, 4 April 2007, doi: 10. 1136/oem.2006. 029751.

HUSS A, EGGER M, HUG K, HUWILER-MÜNTENER K, RÖÖSLI M. (2007): Source of funding and results of studies of health effects of mobile phone use: systematic review of experimental studies. Environ Health Persp 115: 1-4.

HUSS, A, SPOERRI, A, EGGER, M, RÖÖSLI, M. (2009): Residence near power lines and mortality from neurodegenerative disease: Longitudinal study of the Swiss population. Amer J Epidemiol 169: 167-175; 5. Nov. 2008; doi: 10.1093/aje/kwn297.

INTERNATIONAL AGENCY FOR CANCER RESEARCH - IARC (2008/2009): zit. In: The Interphone story - it's gone on long enough! Next-up Organisation 24.06.2009.

KABUTO M et al.(2006): Childhood leukemia and magnetic fields in Japan: A case-control study of childhood leukemia and residential power-frequency magnetic fields in Japan. International J Cancer 119: 643-650.

KINDERUMWELT (Hrsg.) (2009): Mobilfunk und Gesundheit. Eine Information für Ärzte, 2. vollst. überarb. Aufl., Kinderumwelt gmbH in Zusammenarbeit mit dem Informationszentrum Mobilfunk e. V., Osnabrück.

LAHKOLA A, TOKOLA K, AUVINEN A. (2006): Meta-analysis of mobile phone use and intracranial tumors. Scand J Work Environ Health 32: 71-77.

LAHKOLA A, AUVINEN A, RAITANEN J et al. (2007): Mobile phone use and risk of glioma in 5 North European countries. Int J Cancer. 120: 1769-1775.

LAI H (2006): zit. in: „Radiation Research" and the cult of negative results. Microwave News XXVI, 4. Juli 2006.

LAI H (2009): Thermal and Non-thermal Effects of Non-Ionizing EMF. International Non-Ionizing Radiation and Health Workshop, 18./19.5.2009, Porto Allegro, Brasilien, http://www.icems.eu/materials_brazil.htm [letzter Zugriff: 10.9.2009].

LÖNN S, AHLBOM A, HALL P, FEYCHTING M. (2004): Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma. Epidemiology 15: 653-659.

NATIONAL RADIOLOGICAL PROTECTION BOARD - NRPB (2005): Mobile Phones and Health, News 11.1.2005, http://www.hpa.org.uk/webw/HPAweb&HPAwebStandard/HPAweb_C/1195733730486?p=1158945066117 [letzter Zugriff: 10.9.2009]

NEITZKE HP. (2000): Zusammenfassung der ECOLOG-Studie für T-Mobile Hannover.

POOLE C, KAVET R, FUNCH DP et al (1993): Depressive symptoms and headaches in relation to proximity of residence to an alternating-current transmission line right-of-way. Am J Epidemiol. 137: 318-330.

REICHMANIS M, PERRY FS, MARINO AA, et al. (1979): Relation between suicide and the electro-magnetic field of overhead power lines. Physiology Chemistry Physics 11: 267-403.

SADETZKI S, ZACH L, CHETRIT A et al. (2008): Epidemiology of gliomas in Israel: a nationwide study. Neuroepidemiology 31: 264-269; Epub 2008 Oct 20.

SALFORD L, BRUN AE, MALMGREN JL et al. (2003): Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. Environ Health Persp 111: 881-883.

SCHOEMAKER MJ, SWERDLOW AJ, AHLBOM A et al. (2005): Mobile phone use and risk of acoustic neuroma: results of the Interphone case-control study in five North European countries. Brit J Cancer 93(7): 842-848.

SCHÜZ, J, BÖHLER, E, BERG G et al. (2006a): Cellular phones, cordless phones, and the risks of glioma and meningioma (Interphone Study Group, Germany). Am J Epidemiol. 163: 512-520; Epub 2006 Jan 27.

SCHÜZ, J, BÖHLER, E, SCHLEHOFER, B et al. (2006b): Radiofrequency electromagnetic fields emitted from base stations of DECT cordless phones and the risk of glioma and meningioma (Interphone Study Group, Germany). Radiat Res. 166: 116-119.

SIEMMIATYCKI J, WACHOLDER S, DEWAR R et al. (1988): Degree of confounding bias related to smoking, ethnic group, and socioeconomic status in estimates of the association between occupation and cancer. J Occup Med 30(8): 617-625.

STRAHLENSCHUTZKOMMISSION - SSK (2001): Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern. Empfehlung der Strahlenschutzkommission und wissenschaftliche Begründung. Heft 29, SSK, Bonn.

STRAHLENSCHUTZKOMMISSION - SSK (2008): Deutsches Mobilfunk-Forschungsprogramm, Stellungnahme der Strahlenschutzkommission, 13.5.2008, http://www.ssk.de/werke/volltext/2008/ssk0804.pdf [letzter Zugriff: 10.9.2009].

VERKASALO P, POOLE C, KABVET R, FUNCH DP et al (1993): Depressive symptoms and headaches in relation to proximity of residence to an alternating-current transmission line right-of-way. Amer J Epidemiol 137: 318-330.

VERKASALO P, KAPRIO J, VARIONEN J, et al. (1997): Magnetic fields of transmission lines and depression. Am J Epidemiol 146: 1037-1045.