

Ich habe in meinem letzten Beitrag zum Thema darauf hingewiesen, dass eine neuere Tierstudie gezeigt hat, dass sich nach 2-stündiger Bestrahlung von Ratten mit einem echten Mobilfunksignal Veränderungen im Hippocampus einstellen, jener Gehirnstruktur, die für alle Gedächtnisleistungen zentral ist. Diese Veränderungen reichen von Membranumbau bis zu genetischen Veränderungen. [1]

Es gibt seit Kurzem eine neue, öffentlich zugängliche Datenbank der Oceania Radiofrequency Scientific Advisory Association (ORSAA). Das ist ein Zusammenschluß von Wissenschaftlern im australisch-pazifischen Raum, die nicht von der Industrie finanziert sind und eine große Datenbank zusammengestellt haben, die derzeit 3537 Einträge enthält. Die Einträge enthalten wissenschaftliche Studien zum Thema elektromagnetische Strahlung – nicht nur Mobilfunk, aber auch – und alle möglichen Studienmodelle, von in-vitro-Studien an Zellen, über Tierstudien bis zu Studien am Menschen und Zusammenfassungen und bewertende Berichte [2]. Sie ist für alle frei zugänglich und lässt sich nach ein bisschen Eingewöhnung nach allen möglichen Kriterien durchsuchen.

Der wissenschaftliche Artikel, der sie vorstellt [2], bringt eine kurze Zusammenfassung der Befunde (*man erhält den Artikel vom Autor, wenn man ihm eine nette E-Mail schickt: [victor.leach\[at\]orsaa.org](mailto:victor.leach@orsaa.org)*).

Man kann z.B. die Datenbank einfach mal dadurch sortieren, dass man sie nach Studien, durchsucht, die einen Effekt von Strahlung belegen und findet dann z.B., dass in all den Studien, in denen richtige Mobiltelefone verwendet wurden (im Gegensatz zu simulierter Strahlung) 120 Studien an Tieren oder Menschen einen Effekt gefunden haben, wohingegen 20 keinen gefunden haben und bei 11 ist es unklar. Bei Zellstudien sind es 28 Studien, die einen Effekt gefunden haben, 8 haben keinen gefunden und bei einer Studie ist es unklar. Es sind also etwa vier mal so viele Studien, die einen Effekt von Mobilfunkstrahlung belegen, bei Tier-, Menschen- und Zellstudien, als solche, die keinen Effekt oder einen unklaren gefunden haben.

Bei simulierter Strahlung ist das Verhältnis 69 Studien mit Effekt gegenüber 49 ohne Effekt und 8 mit unklarem Effekt. Schon diese grobe Übersicht zeigt: Es ist zentral bei der Bewertung von Forschung, dass man nur realistische Signale betrachtet [3].

Das Besondere an dieser Datenbank: sie wird sorgfältig gepflegt. Eingegeben werden nur Studien aus wissenschaftlichen, peer-reviewten Quellen, die vorher von Wissenschaftlern gesichtet wurden. Die Datenbank enthält nicht nur die bibliographische Referenz, Abstracts und Links, sondern qualifiziert die Studien auch weiter: ob sie experimentell, Pflanzen-, in-vitro, Tier- oder Menschenstudien waren. Das Design und die Statistik und die Art der Ergebnisparameter, die gemessen wurden, wird beschrieben. Damit kann man dann sehr differenzierte Recherchen gestalten.

Weil ich zu ungeduldig bin, habe ich Victor Leach, den Autor und Organisator der Datenbank, gebeten, für mich eine Recherche zu Mobilfunk und Demenz zu machen. Er hat mir daraufhin in aller Kürze eine Exceldatei geschickt, die 55 Studien enthält. Immerhin, so viele hatte ich gar nicht erwartet. 20 von diesen Studien sind Positionspapiere, Politik-Diskurse oder Zusammenfassungen. Also bleiben noch 35 Originalstudien übrig, die empirische-experimentelle Studien berichten.

Von diesen sind insgesamt 3 Studien Meta-Analysen, die sich mit verschiedenen Aspekten elektromagnetischer Felder und Alzheimer beschäftigen: Eine ältere Untersuchung von Huss und Kollegen aus der Schweiz hat schon vor Zeiten gezeigt, dass Menschen, die länger als 10 Jahre in der Nähe von Hochspannungsleitungen leben, ein doppelt so hohes Risiko haben an Demenz zu erkranken als andere [4]. Das gleiche zeigt eine Meta-Analyse von Studien, die sich vor allem mit dem Berufsrisiko von Menschen beschäftigt, die starken elektromagnetischen Feldern ausgesetzt sind: ebenfalls ein etwa doppelt so hohes Risiko an Demenz zu erkranken [5]. Das gleiche gilt auch für niedrig-frequente magnetische Felder, wobei hier das Risiko etwas niedriger ist: 1.63 fach erhöht [6].

Dann bleiben noch 22 Studien, die alle experimentell sind und über Effekte berichten. Keine dieser Studien hat mit Menschen zu tun. Alle untersuchen entweder Zell-Linien von Glioblastom- oder anderen Krebszellen unter Strahlung oder Tiere, Mäuse und Ratten, die unterschiedlich lange und intensiv mit unterschiedlichen Formen hochfrequenter Strahlung im Giga-Hertz-Bereich bestrahlt wurden, die meisten für einige Tage. Bei 12 dieser Studien zeigen sich interessanter Weise *positive* Effekte, also solche, bei denen entweder eine genetisch programmierte Alzheimer-Erkrankung bei Mäusen oder Ratten später ausbricht oder weniger drastisch verläuft, bei denen irgendwelche Lern- oder Gedächtnisprozesse besser funktionieren oder wo andere positive Effekte zu vermelden sind – etwa weniger Aggregation von Amyloid-Beta. 10 Studien zeigen negative Effekte: Depression immunologischer Funktionen, Verlust der Pyramidenzellen im Hippocampus nach einem Monat Bestrahlung, erhöhte Toxizität von Glutamat, mehr Beta-Amyloid Ablagerung, derlei Befunde.

Bei den 6 Studien, die keinen Effekt zeigen, sind drei Tierstudien an Mäusen, die keinen Einfluss nachweisen und eine aus meiner Sicht ziemlich schlecht durchgeführte und berichtete Meta-Analyse über den Einfluss von Mobiltelefonen auf Gedächtnisleistung bei jungen Leuten: die Studien waren alle sehr kurzfristig und eine echte Kontrolle, also mit Leuten, die keine Mobiltelefone benutzen, gibt es ja fast gar nicht mehr. Ausserdem wurden die tatsächlich sehr kleinen Effekte nicht zusammengeführt [7]. Weiterhin eine englische Studie, die keinen Zusammenhang zwischen magnetischen Feldern und Neurodegeneration fand [8], sowie eine dänische, die keinen zwischen Hochspannungsleitungen und Demenz bzw. anderen degenerativen Erkrankungen fand [9].

Eine Erklärung für diese etwas paradoxe Situation könnte eine dänische Studie geben, die wiederum anhand des dänischen Registers die Hospitalisierungen aufgrund zentralnervöser Erkrankungen im Zusammenhang mit Mobilfunknutzung untersucht hat [10]: sie fand nämlich erhöhtes Risiko für Migräne und Übelkeit, das mit kürzerer Nutzungsdauer höher war und mit längerer abnahm, und bei Alzheimer und Parkinson genau umgekehrt: anfangs niedrigere Hospitalisation, später erhöhte.

Möglicherweise haben wir es mit einer zweiphasigen Wirkung zu tun, in der zuerst lokale Effekte auftauchen, die anscheinend positiv sind – was in den Rattenversuchen beobachtet wurde – und später dann umschlagen. Jedenfalls zeigt eine holländische Kohortenstudie eine leichte, nicht-signifikante Erhöhung des Risikos der Demenz unter dem Einfluss sehr niedrig-frequenter Felder [11]. Zwei weitere Kohortenstudien, die von der Datenbank als „unklar“ eingeordnet wurden, fanden leicht erhöhtes Risiko im beruflichen Umfeld für Arbeiter, die beruflich mit Strom zu tun hatten und dadurch höheren magnetischen oder elektromagnetischen Feldern ausgesetzt waren [12, 13].

Das Bild ist also durchaus gemischt. Anders, als das ein handfester 5G-Gegner oder Mobilfunkbefürworter erwarten würde, gibt es keine einfachen und klaren Antworten. Tierstudien zeigen offenbar sowohl hilfreiche Effekte, zumindest kurzfristig, als auch bedenkliche. Niederfrequente Felder zeigen bei Langzeitexposition offenbar schädigende Effekte.

Und Mobilfunkstrahlung im eigentlichen Sinne? Ist am Menschen nicht untersucht. Die ganz wenigen Daten, die es gibt, lassen einen zweiphasigen Verlauf erkennen. Das könnte die Forschung in Zukunft sehr verkomplizieren. Auch die deutsche Feldstudie von Buchner weist in diese Richtung [14]: dort wurden Freiwillige eines Ortes kurz vor und nach Aufstellung eines Mobilfunkmastes untersucht. Erst steigen die Stresshormone, dann fallen sie unter gegenregulatorischem Einfluss, aber langfristig leidet die gesamte Katecholaminbalance.

Wir können davon ausgehen, dass die Datenlage bei Mobilfunk und Demenz um einiges komplexer sein wird. Aber eines ist aus meiner Sicht klar: die große Datenbank der ORSAA-Wissenschaftler gibt uns insgesamt zu denken und im konkreten Fall vor allem ein großes Rätsel auf. Wie lässt sich die paradoxe Datenlage erklären? Was passiert langfristig im Gehirn?

Dass die Ansammlung von Amyloid-beta und hyperphosphoryliertem Tau-Protein und der Zusammenbruch der Cytoskelettstrukturen der Neuronen gute Marker für Alzheimer Demenz sind, ist allgemeiner Konsens. Aber sind sie auch die Ursachen? [15] Amyloid-Beta-Ansammlungen werden in vielen Rattenstudien mit Mobilfunk zerlegt, nicht aber die Hyperphosphorylierung von Tau und damit der Zusammenbruch des Zytoskeletts der

Neuronen. Und wenn die Annahme von Nehls stimmt, dass das Amyloid-Beta eigentlich ein Schutzmechanismus gegenüber der Toxizität des aktivierenden Neurotransmitters Glutamat ist [16], dann wäre die Botschaft der Behinderung von Amyloid-Beta im Rattengehirn gar nicht eine solch gute Nachricht. Aber auch hier scheint mir noch nicht das letzte Wort gesprochen zu sein.

Wahrscheinlich brauchen wir ein noch viel tieferes Verständnis der ursächlichen Prozesse, die zu Demenz führen. Dummerweise, oder glücklicherweise, dauert beim Menschen das Auftreten einer Demenz von den ersten physiologischen Zeichen, die oft schon bei Menschen im frühen Erwachsenenalter zu finden sind, etwa bei Menschen, die nach einem Unfall sterben und autopsiert werden, bis zu den ersten klinischen Zeichen 30, 40 Jahre [17]. Wir werden also nicht auf klinische und epidemiologische Daten warten können, zumal diese dann alle nur Menschen betreffen werden, die als Erwachsene angefangen haben, Mobilfunk zu nutzen, nachdem Ihr Gehirn schon einigermaßen ausgereift war. Was ist mit unseren Kindern und Enkeln? Die Datenbank lehrt eines: wir haben keinerlei Daten, um Entscheidungen rational zu treffen.

Das tun wir im Moment sowieso nicht. Die flächendeckende Einführung von 5G ist politisch beschlossene Sache. Man könnte meinen, die Politik weiß, was sie tut. Weiß sie nicht. Denn jetzt, nach dem Beschluss, schreibt das Bundesamt für Strahlenschutz plötzlich urdringend ein in 21 Monaten abzuarbeitendes Forschungsprojekt aus, das eine Landkarte der voraussichtlichen Belastung der Bevölkerung mit Strahlung nach Einführung der neuen Mobilfunkgeneration 5G erstellen soll. Strahlenphysiker, ran an die Landkarte! Wenn das nicht eine klassische Umsetzung des staatlichen Vorsorgeprinzips ist?

Als ich im September bei meiner Cousine in den USA zu Besuch war, tobte gerade ein Hurrikan über die Karibik. Es war unklar, ob er die USA auch verwüsten würde. Die Medien diskutierten, warum man dessen Kurs so jämmerlich schlecht vorhersagte. Ein paar Meteorologen schalteten sich ein. Ein Franzose wies darauf hin, dass die Meteosatelliten zur Aufnahme der Wetterdaten eine Frequenz verwendeten, die ganz in der Nähe der Frequenz der Mobilfunksatelliten läge, weswegen sich diese manchmal stören würden. Und er schloß mit der Beobachtung, dass wir in Zukunft öfter die Entscheidung treffen müssten, was uns wichtiger ist: Wirtschaft und Profit, oder menschliche Gesundheit und Unversehrtheit. Wer weiss, vielleicht geht ja irgendwann beides zusammen. Im Moment scheint mir das nicht immer der Fall zu sein.

Quellen und Literatur:

1. Fragopoulou AF, Polyzos A, Papadopoulou M-D, Sansone A, Manta AK, Balafas E, Kostomitsopoulos N, Skouroliaou A, Chatgililoglu C, Georgakilas A, Stravopodis DJ, Ferreri C, Thanos D, Margaritis LH: Hippocampal lipidome and transcriptome profile

alterations triggered by acute exposure of mice to GSM 1800 MHz mobile phone radiation: An exploratory study. *Brain and Behavior* 2018;8:e01001.

2. Leach V, Weller S, Redmayne M: A novel database of bio-effects from non-ionizing radiation. *Reviews on Environmental Health* 2018;33:273-280.
3. Panagopoulos DJ: Comparing DNA damage induced by mobile telephony and other types of man-made electromagnetic fields. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research* 2019;781:53-62.
4. Huss A, Spoerri A, Egger M, Rösli M, for the Swiss National Cohort S: Residence near power lines and mortality from neurodegenerative diseases: Longitudinal study of the Swiss population. *American Journal of Epidemiology* 2009;169:167-175.
5. García AM, Sisternas A, Hoyos SP: Occupational exposure to extremely low frequency electric and magnetic fields and Alzheimer disease: a meta-analysis. *International Journal of Epidemiology* 2008;37:329-340.
6. Jalilian H, Teshnizi SH, Rösli M, Neghab M: Occupational exposure to extremely low frequency magnetic fields and risk of Alzheimer disease: A systematic review and meta-analysis. *NeuroToxicology* 2018;69:242-252.
7. Zubko O, Gould RL, Gay HC, Cox HJ, Coulson MC, Howard RJ: Effects of electromagnetic fields emitted by GSM phones on working memory: a meta-analysis. *International Journal of Geriatric Psychiatry* 2017;32:125-135.
8. Sorahan T, Mohammed N: Neurodegenerative disease and magnetic field exposure in UK electricity supply workers. *Occupational Medicine* 2014;64:454-460.
9. Frei P, Poulsen AH, Mezei G, Pedersen C, Cronberg Salem L, Johansen C, Rösli M, Schüz J: Residential Distance to High-voltage Power Lines and Risk of Neurodegenerative Diseases: a Danish Population-based Case-Control Study. *Am J Epidemiol* 2013;177:970-978.
10. Schüz J, Waldemar G, Olsen J, Johansen C: Risks for central nervous system diseases among mobile phone subscribers: a Danish retrospective cohort study. *PLoS One* 2007;2:e4389.
11. Koeman T, Schouten LJ, van den Brandt PA, Slottje P, Huss A, Peters S, Kromhout H, Vermeulen R: Occupational exposures and risk of dementia-related mortality in the prospective Netherlands Cohort Study. *American Journal of Industrial Medicine* 2015;58:625-635.
12. Vergara X, Kheifets L, Greenland S, Oksuzyan S, Cho YS, Mezei G: Occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields and neurodegenerative disease: a meta-analysis. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 2013;55:135-146.
13. Pedersen C, Poulsen AH, Rod NH, Frei P, Hansen J, Grell K, Raaschou-Nielsen O, Schüz J, Johansen C: Occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields and risk for central nervous system disease: an update of a Danish cohort study

among utility workers. International Archives of Occupational and Environmental Health 2017;90:619-628.

14. Buchner K, Eger H: Neurotransmitter unter dem Einfluss modulierter hochfrequenter Felder – Eine Langzeiterhebung unter lebensnahen Bedingungen. Umwelt – Medizin – Gesellschaft 2011;24:44-57.
15. Pantel J: Alzheimer Demenz von Auguste Deter bis Heute. Fortschritte, Enttäuschungen und offene Fragen. Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie 2017;50:576-587.
16. Nehls M: Die Alzheimer Lüge: Die Wahrheit über eine vermeidbare Krankheit. München, Heyne, 2014.
17. Braak H, Braak E, Yilmazer D, Bohl J: Age-related changes of the human cerebral cortex.; in Cruz-Sanchez FF, Ravid R, Cuzner ML (eds): Neuropathological diagnostic criteria for brain banking. Amsterdam, IOS Press, 1995, pp 14-19.

