

Aspekte zu einer spanischen Untersuchung –
Kommentare zum vorgelegten Artikel von G. Oberfeld et al.

„Das Mikrowellen-Syndrom“

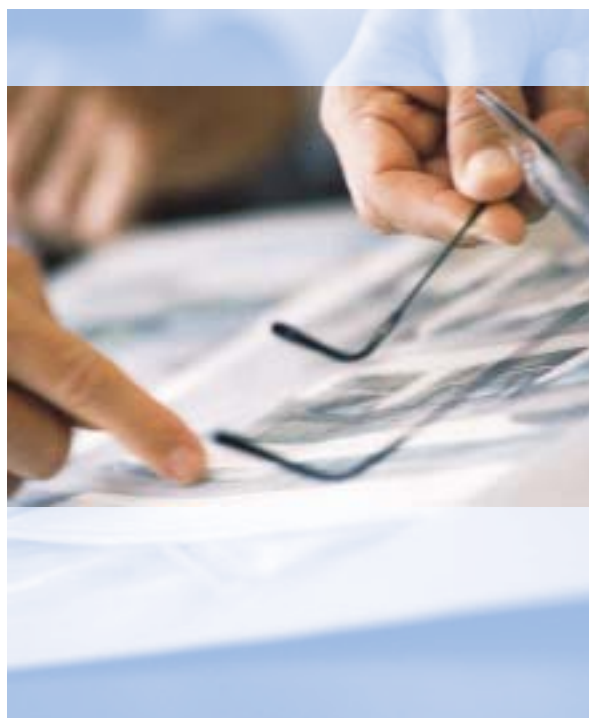
Otto Petrowicz

Bei der vorliegenden Beschreibung einer Untersuchung über das von den Autoren als „Mikrowellensyndrom“ benannte Krankheitsbild handelt es sich um eine epidemiologische Erhebung, die in die Vergangenheit gerichtet, also retrospektiver Art ist, obwohl sie bei näherem Hinsehen nicht der klassischen Form einer Fall-Kontroll-Studie entspricht. Gegenstand der Studie ist das so genannte „Mikrowellensyndrom“. Dies scheint eine neuere Wortschöpfung zu sein, denn es wurden keine Definitionen dafür in der medizinischen Literatur oder in entsprechenden Enzyklopädien und auch nicht in den medizinischen Literaturdatenbanken (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed/>) gefunden. Ein Hinweis in diesem Zusammenhang stand unter dem Begriff „Microwave Sickness“¹, der sich auf einige der genannten Einzelsymptome wie Müdigkeit, Kopfschmerzen, Sensibilitätsstörungen und andere autonome Reaktionen des Nervensystems bei beruflich exponierten Personen in RF- und Mikrowellenfeldern befasste. Dieser Begriff findet sich auch bei einem Literaturzitat² des Aufsatzes von G. Oberfeld et al. wieder.

Bei näherem Hinsehen handelt es sich um eine Wortprägung im Rahmen einer spanischen Untersuchung der Arbeitsgruppe um A.E. Navarro et al.³, deren Daten auch überwiegend die Basis der zu kommentierenden Arbeit sind. (Diese Publikation wurde jedoch nicht im PubMed gefunden. Es ist auch nicht bekannt, ob es sich bei der Zeitschrift „Electromagnetic Biology and Medicine“ um ein „Peer Reviewed Journal“ handelt, also eine Zeitschrift, bei der vor Abdruck eines Artikels ein Expertenteam des betreffenden Faches die Arbeit unter unterschiedlichsten wissenschaftlichen Kriterien überprüft. Im „Citation Report

Index“ von 2003 ist der Impact-Factor mit 0,179 angegeben und damit unbedeutend.)

Die Untersuchung wurde in einem Ort in Spanien mit 1900 Einwohnern durchgeführt. In dem Ort stehen zwei Basisstationen (BS), eine GSM 900 MHz und die andere GSM 1800 MHz. Der Beginn des Sendebetriebs beider Anlagen ist unklar und wurde zwischen 1997 und 1999 angegeben. Grundlage der Erhebungen waren Fragebögen, die im Oktober 2000 verteilt und im November 2000 eingesammelt wurden. Ergänzend wurden im Februar und März 2001 in 97 Fällen Breitbandmessungen nachträglich in den Schlafzimmern der eingeschlossenen Fälle durchgeführt.



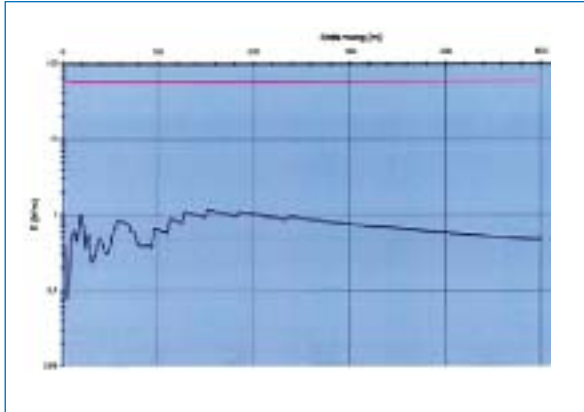


Abbildung 1: Typischer logarithmischer Verlauf der E-Feldstärke einer BS am Boden, abhängig von der Entfernung.

Die Fragebögen enthielten demographische Angaben, die Entfernung zur BS, die geschätzten Expositionszeiten durch die BS, und Fragen zu insgesamt 16 Symptomen betreffend Häufigkeit und Schweregrad (Score von 0 - 3, mit aufsteigender Empfindungsintensität). Zusätzlich zu den studienrelevanten Faktoren wurden auch andere Parameter abgefragt, wie die Nähe zu Hochspannungsleitungen, Transformatorstationen, dem Gebrauch von PCs und von Mobiltelefonen. Weitere, ebenso wichtige Faktoren (Confounder) wie sozialer Status, Bildung, Wohnlage (verkehrsabhängig), persönliche Risikofaktoren usw. wurden nicht erhoben. Gerade in Umweltfragen hat sich die Bedeutung dieser Faktoren und deren Einflussnahme auf die Ergebnisse als sehr wichtig erwiesen.

Die Fragebögen waren in öffentlich zugänglichen Orten ausgelegt (angegeben wurden z. B. Frisöre und Apotheken). Insgesamt wurden 144 Fragebögen wieder eingesammelt, von denen nur 94 auswertbar waren und in die Studie aufgenommen werden konnten.

Zu dieser Vorgehensweise stellen sich eine Reihe von Fragen:

1. 144 bzw. 94 verbliebene Fälle von 1900 Einwohnern entsprechen 7,5 bzw. 4,9 %; hier drängt sich der Eindruck auf, dass nur solche Personen die Fragebögen ausgefüllt haben, die eine kritische Beziehung zu den betreffenden BS haben und bereits durch ihre persönliche Einstellung vorbelastet sein könnten.

2. Wo sind die Anwohner, die eine neutrale Haltung einnehmen oder keine Symptome verspüren?

3. Inwieweit kann eine Einflussnahme der den Fragebogen Austeilenden beurteilt werden?

Insgesamt ist die Zugänglichkeit der Fragebögen und damit die Einbeziehung in die Studie sehr starken subjektiven Kriterien unterworfen und eine Fremdbeeinflussung durch z. B. Frisör und Apotheker, die eine besondere gesellschaftliche und meinungsbildende Rolle spielen, nicht auszuschließen.

Bei allen Fall-Kontroll-Studien besteht ein Mangel, nämlich die Unkenntnis oder schwer nachträglich zu ermittelnde tatsächliche Exposition im Beobachtungszeitraum. Die Autoren haben zur Abschätzung der Exposition bei den 94 eingeschlossenen Personen Messungen in den Schlafzimmern durchgeführt, die Rückschlüsse auf die Exposition vor der Fragebogenaktion erlauben sollen. Für die nachfolgende Ergebnispräsentation ist noch die Entfernung zur jeweils nächsten BS von Bedeutung: Hier liegt eine Einteilung nach 6 Bereichen vor: < 10 m, 10 - 50 m, 50 - 100 m, 100 - 200 m, 200 - 300m und > 300 m. 30 % der Personen leben weiter als 300 m von der BS entfernt. Für die Analyse wurde eine Expositionseinteilung in drei Kategorien vorgenommen:

- Niedrige Exposition 0,02 - 0,04 V/m
- Mittlere Exposition 0,05 - 0,22 V/m
- Hohe Exposition 0,25 bis 1,29 V/m

Als Referenz wurde die niedrigste Expositionsstufe genommen. Welche Besetzung die einzelnen Gruppen haben, ist nicht angegeben. Ebenso wird eine genauere Erklärung der angewandten Modelle vermisst. Überhaupt fehlt eine Beschreibung der statistischen Auswertungsmethoden. Anscheinend gibt es kein Studienprotokoll, wo die Vorgehensweisen bei der Projektdurchführung (Material, Methoden, Statistik usw.) im voraus festgelegt wurden. Die Hinweise auf eine Exposition anhand von 6 frequenzselektiven Messungen erst im Jahr 2004 sind wenig hilfreich und die Argumentation, dass der Anteil von FM an den Breitbandmessungen nur von geringem Einfluss ist, kann nicht nachvollzogen werden. Schon gar nicht anhand der 6 Messergebnisse in der Abbildung 1. Dies steht auch im Gegensatz zu den Angaben, dass

40 % der Befragten behaupten, in einer Entfernung von weniger als 4 km von einem FM- und TV-Sender zu leben.

Die Autoren berichten von Berechnungen zum Einfluss der Co-Faktoren wie Nähe zu Hochspannungsleitungen (< 100 m), zu einem Umspanntransformator (< 10 m), FM/TV-Sender (< 4 km), Computernutzung (> 2 h pro Tag) und Mobiltelefongebrauch (> 20 Minuten pro Tag). Daten wurden aber nicht präsentiert, sondern darauf verwiesen, dass die Gesamtaussage dadurch nicht beeinflusst wird. Weiterhin wird nicht erklärt, wie sich die einzelnen Modelle tatsächlich zusammensetzen: welches Modell wurde bei der Logistischen Regression angewandt, ein lineares oder nichtlineares Modell usw.

Ein Mangel der Ergebnisdarstellung ist die Information über die erhobenen Daten der Fragebögen im Verhältnis zu den Feldmessungen und den Entfernungen, insbesondere die Präsentation einer Korrelation zwischen den Entfernungen, den gemessenen E-Feldern in den Schlafzimmern und dem Summenscore aus den 16 Symptomen, oder gegebenenfalls auch einzelner Parameter, z. B. ob eine Zusammenhang zwischen Entfernung und Summenscore besteht, oder zwischen Summenscore und E-Feldstärke. Vorstellbar ist, dass kein Zusammenhang zwischen gemessener

E-Feldstärke und der Entfernung besteht. So kann in 10 m Entfernung von der BS der Messwert unterhalb der Antenne oder außerhalb der Hauptstrahlungsrichtung geringer sein als in 100 bis 150 m, wo die Keule den Boden erreicht. Eine typische Entfernungsabhängigkeit der E-Feldstärke am Boden zeigt die Abbildung 1.

Im Ergebnisteil wird eine Vielzahl von allgemeinen Informationen vermittelt, wie viele Prozent der 94 Personen den Mobilfunkfeldern länger als ein Jahr ausgesetzt waren, deren zeitlicher Aufenthalt in den Häusern mehr als 8 Stunden war, die Wohnungen bewohnten mit < 10 m von Transformator-Stationen, die innerhalb von 100 m zu Hochspannungsleitungen lebten, dem Mobiltelefongebrauch, Arbeitszeiten am PC und die Nähe zu Rundfunk und Fernsehsendern. Für den einen oder anderen Einflussfaktor wurden auch die logistischen Regressionsmodelle berechnet. Als Ergebnisse wurde nur mitgeteilt, dass für einige der oben genannten Variablen ein signifikanter Beitrag für die Erklärung des Modells gefunden wurde, dies jedoch nur für einige Symptomen-Parameter. *Der Gesamtzusammenhang des Modells muss deshalb jedoch nicht in Frage gestellt werden. Mehr Daten dazu wurden nicht geboten.*

Als Hauptergebnis dieser Studie wurde hervorgehoben, dass bei 13 der 16 Symptome signifikante und

Symptoms	Raw Model		Age and Sex (adj. Model)		Age, Sex and Distance (adj. Model)	
	50-220 mV/m	250-1290 mV/m	50-220 mV/m	250-1290 mV/m	50-220 mV/m	250-1290 mV/m
Irritability	n.s.	0,0000	n.s.	0,0001	n.s.	0,0002
Sleeping Disorders	n.s.	n.s.	0,0002	0,0001	n.s.	n.s.
Depressive Tendency	n.s.	n.s.	n.s.	0,0002	n.s.	n.s.
Feeling of Discomfort	n.s.	0,0000	n.s.	0,0001	n.s.	0,0002
Difficulty in Concentration	n.s.	0,0000	n.s.	0,0000	n.s.	0,0000

n.s. = nicht signifikant bzw. keine Ablehnung der Nullhypothese

hochsignifikante OR für die beiden E-Feldbereiche, verglichen mit dem Bereich der niedrigsten E-Feldexposition, bestimmt wurden. Dies kann jedoch anhand der präsentierten Ergebnisse nicht nachvollzogen werden, weil augenscheinlich keine Korrektur des Fehlers (vorgenommen wurde. Dies ist bei „Multiple Testing“ zwingend erforderlich und kontrolliert zufallsbedingte Signifikanzen. In den Tabellen 3, 4 und 5 sind die Ergebnisse von insgesamt 144 Tests angegeben. Von den ermittelten p-Werten erweisen sich 107 als $< 0,05$. Nach Anwendung der Bonferroni-Prozedur⁴ zur Adjustierung des Fehlers α sollte jedoch jeder Test auf Signifikanz zum Niveau α/n erfolgen, oder noch konsequenter nach der sequentiellen Bonferroni-Holm-Prozedur⁵. Darin sind die p-Werte nach Größe entsprechend $p_1 \leq p_2 \leq p_3 \leq \dots \leq p_n$ zu ordnen und nacheinander mit $\alpha_1 = \alpha/n$, $\alpha_2 = \alpha/(n-1)$, $\alpha_3 = \alpha_2/(n-2)$ auf Annahme oder Ablehnung der Hypothese zu prüfen. Nach der Bonferroni-Prozedur bleiben nur noch 13 Annahmen der Hypothesen übrig. Bei der Bonferroni-Holm-Prozedur sind es noch weniger. Auch sind die 13 „signifikanten“ Ergebnisse in den einzelnen Modellen nicht konsistent.

Dies wird in der nachfolgenden Tabelle bei den Symptomen „Sleeping Disorders“ und „Depressive Tendency“ besonders deutlich, wo das um die Entfernung erweiterte Modell nicht die erwarteten Tendenzen zeigte. Auch die propagierte „Dose Dependency“ ist anhand der Daten nicht haltbar und stützt sich nur auf wenige wirklich signifikante Trends. Diese sind aber in den einzelnen Modellen ebenfalls nicht konsistent.

Resümee

Diese Untersuchung stellt keine Kausalität für spezielle Symptome beim Menschen, ausgelöst durch Felder der mobilen Kommunikation, dar. Hier fehlen klare Kontrollbedingungen, wie das Empfinden dieser Personen bei ausgeschaltetem Sendebetrieb ist ohne das Wissen, ob die BS in Betrieb ist oder nicht. Aber da sind auch noch der Rundfunk- und Fernsehsender, die Hochspannungsleitung, die Umspanntransformatoren, der PC und das Mobiltelefon und einige wichtige Einflüsse durch andere Lebensgewohnheiten und Risiken.

Das einzige, worauf diese Studie hinweist, ist, dass etwa 5 % der Bevölkerung des Ortes La Nora in Spanien sich für sensitiv gegenüber der Nähe von BS halten. Worauf diese Sensitivität zurückzuführen ist und ob sie im direkten Zusammenhang mit den Mobilfunkfeldern der BS steht, ist anhand dieser Studie nicht zu klären. Die Auswahl der einbezogenen Personen ist äußerst fragwürdig und das Design der Untersuchung weist Unzulänglichkeiten auf. Die Methoden wurden nicht hinreichend definiert, insbesondere das Logistische Regressionsmodell. Es fehlen deskriptive Angaben zu den einzelnen Parametern, die einen Eindruck über erhobene Daten, Fallzahlen und Zusammenhänge zwischen Einflussfaktoren ermitteln. Im Ergebnisteil wird zwar von keinen Einflüssen anderer Faktoren gesprochen ohne überzeugende Dokumentation des Modells selbst und der erzielten Ergebnisse der Modellbetrachtungen. Unzureichend ist auch die Diskussion der Einzelsymptome ohne Berücksichtigung der Bedingungen für multiples Testen. *Insgesamt entspricht die Studie nicht dem Standard epidemiologischer Studien, wie sie in den internationalen Vereinbarungen über „Good Epidemiological Practice“ gefordert werden. Die Leitung des Magistrats der Stadt Salzburg, als bekannter Universitätsstandort, sollte sich solcher Informationen, die aus ihrem Gesundheitsressort kommen, bewusst sein, und das Bestreben haben, die Maßstäbe für Veröffentlichungen dieser Behörden dem internationalen wissenschaftlichen Standard anzupassen.*

Fußnoten

- 1 Hocking B.: Microwave sickness: a reappraisal. *Occup Med (Lond)*. 2001 Feb;51(1):66-9.
- 2 Johnson-Liakouris A.G.: Radiofrequency (RF) sickness in the Lilienfeld Study: an effect of modulated microwaves? *Arch Environ Health*. 1998 May-Jun;53(3):236-8.
- 3 A.E. Navarro et al.: The Microwave Syndrome: a Preliminary Study in Spain. (2003) *Electromagnetic Biology and Medicine*, 20/2: 161-169.
- 4 Hommel (IMSD Univ. Mainz), G. Multiples Testen. Manuskript zum Tutorial anl. 37 Jahrestagung der GMDS, Sept. 1994 Mainz.
- 5 Holm, S. (1979). A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Skand. J. Statistik*. 6, 65-70.

Prof. Dr. Dr. Otto Petrowicz ist wissenschaftlicher Koordinator an der Technischen Universität München.