

dere Kindern und Jugendlichen - könne er zu diesem Zeitpunkt nicht guten Gewissens raten, diese Geräte intensiv zu verwenden. Zumindest sollten Freisprechanlagen genutzt und die Handys so weit möglich vom Kopf entfernt getragen werden. Laut Jöckel hat inzwischen auch das Bundesumweltministerium Interesse an der Studie gezeigt.

Jöckel sucht derzeit nach finanziellen Mitteln für eine Folgestudie: „Eine sehr große Studie schaffen wir aus eigener Kraft nicht.“

Quellen:

1. c't newsticker vom 17. Januar 2001 (www.heise.de/newsticker)
2. CTIA Comments on German Study. WOW-COM / CTIA Press Releases, 16. Januar 2001.
3. Presseinformation der Universität Essen vom 15. Januar 2001 (17/2001), „www.uni-essen.de/pressestelle“.
4. Strand, A., Anastassiou, G., Ahrens, W., Bromen, K., Bornfeld, N., Jöckel, K.-H.: The possible role of radio-frequency radiation in the development of uveal melanoma. *Epidemiology* 2001;12:7-12. (Hier finden sich auch die weiteren Primärliteratur-Quellen.)

Epidemiologie

Erhöhtes Kinderleukämierisiko in gepoolten Studien

Eine Exposition mit Magnetfeldern über 0,4 Mikrottesla verdoppelt das Risiko für die Entwicklung einer Kinderleukämie. Das ist das Ergebnis einer gepoolten Analyse von Daten aus neun Kinderleukämiestudien durch ein internationales Expertenteam. Die Ergebnisse stimmen mit einer etwas anders angelegten Analyse von 12 Studien, die ebenfalls kürzlich veröffentlicht wurde, überein. Dort war ein leicht erhöhtes Risiko für Magnetfeldexpositionen oberhalb von 0,3 Mikrottesla ermittelt worden.

Die Studie unter der Leitung von Anders Ahlboom vom Karolinska Institut in Stockholm, veröffentlicht in der November-Ausgabe des

Tabelle 1: In die gepoolte Analyse von Ahlbom et al (2000) eingeschlossene Studien mit Verteilung der Magnetfeldexpositionen in Mikrottesla (μT) in den Wohnungen der Kinder im Jahr vor der Diagnose.

Land	Kinder mit Leukämie (n)	< 0,1 μT	0,1-0,2 μT	0,2-0,4 μT	$\geq 0,4 \mu\text{T}$	Autor
Kanada	272	174	56	29	13	McBride 1999
Dänemark	833	830	1	0	2	Olsen 1993
Finnland	29	27	0	1	1	Verkasalo 1993
Deutschland	175	156	12	5	2	Michaelis 1998
Neuseeland	86	76	6	4	0	Dockerty 1998
Norwegen	148	140	6	2	0	Tynes 1997
Schweden	36	27	3	1	5	Feychting 1993
USA	595	418	111	49	17	Linnet 1997
Großbritannien	1073	1018	38	13	4	UKCSS 1999
Gesamt:	3247	2866	233	104	44	

In den Studien aus Kanada, Deutschland, Neuseeland, Großbritannien und den USA waren die Magnetfeldexpositionen langfristig gemessen worden, während die Expositionen in den Studien aus Dänemark, Finnland, Norwegen und Schweden berechnet worden waren. Tabelle 2 präsentiert die relativen Risiken im Vergleich zum Kollektiv mit Belastungen unter $0,1\mu\text{T}$ für die Studien, in denen die Magnetfeldstärken gemessen bzw. berechnet worden waren sowie für das Gesamtkollektiv.

British Journal of Cancer, verglich die häusliche Magnetfeldbelastung von 3.203 leukämischen Kindern mit der von 10.338 Kontrollen (Ahlboom 2000). An der Untersuchung waren Nicholas Day (Großbritannien), Maria Feychting (Schweden), E. Roman (Großbritannien), J. Skinner (Großbritannien), J. Dockerty (Großbritannien), Martha Linet (USA), Mary McBride (Kanada), Jörg Michaelis (Deutschland), Jørgen H. Olsen (Dänemark), Tore Tynes (Norwegen) und Pia Verkasalo (Finnland) beteiligt. Alle hatten in ihren Ländern Studien mit an Leukämie erkrankten Kindern durchgeführt. Eine gepoolte Analyse, bei der alle Einzeldaten aus den individuellen Studien in die Analyse eingehen, vergrößert die statistische Sicherheit.

Die zweite Analyse von Sander Greenland von der Universität von Kalifornien in Los Angeles und Kollegen schloss 2.656 leukämische Kinder aus 12 Studien ein (Greenland 2000). Die verglichenen Magnetfeldbelastungen wurden etwas anders kategorisiert als in der Ahlboom-Studie. Gegenüber der Ahlboom-Studie fehlen Daten aus einer jüngeren großen britischen Studie mit 1.073 Kindern (UKCCS 1999). Dafür waren weitere Daten aus einigen kleineren Studien aufgenommen worden.

Die Ahlboom-Studie

Die Zahl der in die gepoolte Analyse eingehenden Fälle und Kontrollen unterscheidet sich zum Teil deutlich von den ursprünglichen Studien, da die Autoren die Daten möglichst vereinheitlichen wollten. So wurden beispielsweise 34 Fälle und 90 Kontrollen aus der US-Studie nicht in die gepoolte Untersuchung aufgenommen, da die 24- und 48-Stunden-Messungen fehlten.

Tabelle 1 präsentiert einige Daten. Es fallen deutliche regionale Unterschiede der Magnetfeldexpositionen auf. Vor allem einige Wohnungen aus der kanadischen, der US-amerikanischen und der schwedischen Studie wiesen vergleichsweise hohe Magnetfeldexpositionen (über $0,4 \mu\text{T}$) auf, während in der dänischen Studie über 99 % aller häuslichen Belastungen unter $0,1 \mu\text{T}$ lagen. In der schwedischen Studie waren allerdings nur Kinder eingeschlossen worden, die im Umkreis von 300 Metern einer Hochspannungseitung lagen. Insgesamt waren nur 4,4 % der Krebskinder Expositionen über $0,2 \mu\text{T}$ ausgesetzt, in 1,4 % der Fälle lag die Belastung über $0,4 \mu\text{T}$.

Tabelle 2: Relative Risiken und 95%-Konfidenzintervalle für die gepoolten Studien, in denen die Magnetfeldstärken gemessen bzw. berechnet worden waren sowie für das Gesamtkollektiv (Ahlboom 2000).

Expositionserfassung	0,1-0,2 μT	0,2-0,4 μT	$\geq 0,4 \mu\text{T}$
Gemessen	1,05 (0,86-1,28)	1,15 (0,85-1,54)	1,87 (1,10-3,18)
Berechnet	1,58 (0,77-3,25)	0,79 (0,27-2,28)	2,13 (0,93-4,88)
Gesamt	1,08 (0,89-1,31)	1,11 (0,84-1,47)	2,00 (1,27-3,13)

Insgesamt findet sich kein erhöhtes Risiko bei Magnetfeldexpositionen unter 0,4 μT . Oberhalb von 0,4 μT verdoppelt sich jedoch das Risiko für die Entwicklung einer Kinderleukämie. Zusätzliche Unterstützung erhält diese Beobachtung durch die Konsistenz zwischen den verschiedenen Arten der Expositionsklassifizierung (Langzeitmessung versus Berechnung des Magnetfeldes). Allerdings war nur ein kleiner Teil der Kinder solchen Belastungen ausgesetzt. In der Studie aus Deutschland waren es nur zwei von 156 Erkrankten.

Die Greenland-Studie

Sander Greenland und Kollegen unterteilten bei ihrer Analyse die Magnetfeldexpositionen in 0,1 Mikrottesla-Schritte, so dass sich im Vergleich zur Ahlboom-Analyse andere Expositionsgruppen ergaben (siehe Tabelle 3). Trotz der etwas anderen Zusammensetzung des Kollektivs wird eine bemerkenswerte Übereinstimmung der Ergebnisse sichtbar. Das geschätzte relative Risiko ist für Kinder mit häuslicher Magnetfeldexposition oberhalb 0,3 μT um den Faktor 1,68 gegenüber der niedrigst exponierten Gruppe erhöht. Auch die Trendanalyse, die grafisch in Abbildung 1 wiedergegeben ist, zeigt eine positive Korrelation von Leukämierisiko und Magnetfeldbelastung.

Tabelle 3: Verteilung der an Leukämie erkrankten Fälle und der gesunden Kontrollen sowie die Odds Ratios (geschätzte relative Risiken) (Greenland 2000)

	$\leq 0,1 \mu\text{T}$	0,1-2 μT	0,2-3 μT	$> 0,3 \mu\text{T}$
Fälle	2145	318	94	99
Kontrollen	6275	529	141	130
Odds Ratio*)		1,01 (0,84-1,21)	1,06 (0,78-1,44)	1,68 (1,23-2,31)

*) Odds Ratio nach Anpassung hinsichtlich Studie, Alter und Geschlecht

Schlussfolgerung

Ahlboom et al. (2000) fassen zusammen: „Das Signifikanzniveau, das wir für das erhöhte Risiko bei hoher Exposition sehen, macht es unwahrscheinlich, dass es durch Zufall erklärt werden kann. Zukünftige Studien werden nur von Nutzen sein, wenn (...) es eine ausreichende Anzahl mit Expositionen über 0,4 μT gibt.“ Allerdings gibt es weiterhin Skeptiker. Martha Linet, die die US-Studie leitete, meinte gegenüber Microwave News, dass die Risikozunahme auf einer systematischen Verzerrung beruhen könne. Jörg Michaelis von der Universität Mainz sieht das größte Problem darin, dass es „bisher keine plausible Erklärung für den beobachteten Zusammenhang“ gibt.

Greenland et al. (2000) folgern aus ihren Beobachtungen, dass ihre Analysen „anzeigen, dass es einen Zusammenhang gibt, wenn Felder oberhalb von 0,3 μT mit niedrigeren Expositionen verglichen werden, auch wenn es bis heute ungenügende Daten gibt, um eine mehr als vage Vorstellung von seiner Form und seinen möglichen Quellen zu bekommen.“ Sie sind der Ansicht, dass Studien, die sich „auf hoch exponierte Populationen konzentrieren“, benötigt werden, um die Zusammenhänge zu sichern. Solche Kollektive könnten in bestimmten Gegenden industrialisierter Länder, wie z.B. Japan, gefunden werden.

Fazit: Hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen häuslicher Magnetfeldexposition und Kinderleukämie wird ein Trend sichtbar. Danach muss mit einer Risikozunahme oberhalb von 0,4 μT , eventuell bereits oberhalb von 0,3 μT , gerechnet werden. Untersuchungen von Kollektiven mit größeren Anteilen vergleichsweise hoher Expositionen könnten weitere Klarheit bringen. (Weitere Informationen zur Diskussion der Ahlboom-Studie finden sich im Elektromog-Report vom Dezember 2000.)

Verteilung von leukämiekranken Fällen und gesunden Kontrollen in Abhängigkeit von häuslichen Magnetfeldern

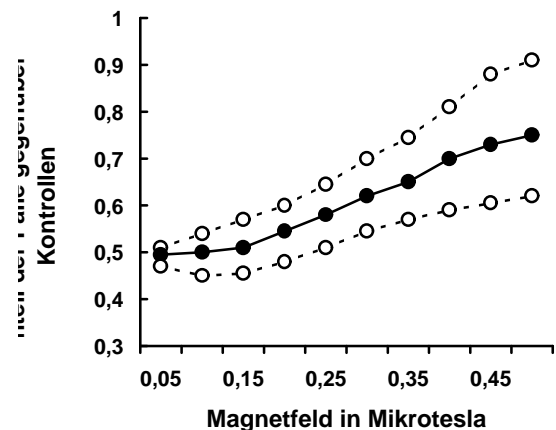


Abbildung 1: Fließende Verteilung von Fällen und Kontrollen (floatet case-control ratio) auf der Basis der Daten von Greenland et al. (2000), nach Anpassung von Studie, Geschlecht und Alter. Die äußeren Linien geben die 80%-Konfidenzintervalle wieder.

Mit zunehmender Stärke der Magnetfeldexposition nehmen die Fallzahlen ab, so dass auch die Konfidenzintervalle zunehmen und die Schätzungsgenauigkeit für die tatsächlichen Verteilungen bzw. Risiken abnimmt. Greenland et al. raten daher, sich nicht „zu stark auf die mittlere Kurve zu konzentrieren“.

Literatur

- Ahlbom A, Day N, Feychting M, Roman E, Skinner J, Dockerty J, Linet M, McBride M, Michaelis J, Olsen JH, Tynes T, Verkasalo PK. A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukemia. *Br J Cancer* 2000;83: 692-698.
- Dockerty JD, Elwood JM, Skegg DC, Herbison GP. Electromagnetic field exposures and childhood cancers in New Zealand. *Cancer Causes Control* 1998;9:299-309.
- Feychting M, Ahlbom A. Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines. *Am J Epidemiol* 1993;138:467-481.
- Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C, Kelsh MA. A Pooled Analysis of Magnetic Fields, Wire Codes, and Childhood Leukemia. *Epidemiology* 2000;11:624-634.
- Linet MS, Hatch EE, Kleinerman RA, Robison LL, Kaune WT, Friedman DR, Severson RK, Haines CM, Hartsock CT, Niwa S, Wacholder S, Tarone RE. Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children. *N Engl J Med* 1997;337:1-7.
- McBride ML, Gallagher RP, Theriault G, Armstrong BG, Tammaro S, Spinelli JJ, Deadman JE, Fincham S, Robson D, Choi W. Power-frequency electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia in Canada. *Am J Epidemiol* 1999 May 1;149(9):831-42.
- Michaelis J, Schuz J, Meinert R, Zemann E, Grigat JP, Kaatsch P, Kaletsch U, Miesner A, Brinkmann K, Kalkner W, Karner H. Combined risk estimates for two German population-based case-control studies on residential magnetic fields and childhood acute leukemia. *Epidemiology* 1998;9:92-94.
- Olsen JH, Nielsen A, Schulgen G. Residencies near high voltage facilities and risk of cancer in children. *Br Med J* 1993;307:891-895.
- Tynes T, Haldorsen T. Electromagnetic fields and cancer in children residing near Norwegian high-voltage power lines. *Am J Epidemiol* 1997;145:219-226.
- UK Childhood Cancer Study Investigators. Exposure to power-frequency magnetic fields and the risk of childhood cancer. *Lancet* 1999;354:1925-1931.
- Verkasalo PK, Pukkala E, Hongisto MY, Valjus JE, Järvinen PJ, Heikkilä PV, Koskenvuo M. Risk of cancer in Finnish children living close to power lines. *Br Med J* 1993;307:895-899.