

der Strahlung weiß man, dass nach Therapien Latenzperioden bei der Entstehung von Meningeomen von bis zu 35 Jahren liegen können, je nach Dosis.

Diese Studie liefert vorläufig keine Beweise für Meningeome durch drahtlose Telefone. Damit werden frühere Ergebnisse bestätigt, die keinen eindeutigen Zusammenhang diesbezüglich gezeigt hatten. Diese Daten unterstreichen die Ergebnisse für Gliome und Akustikusneurinome, für die das Risiko in der früheren Studie erhöht war, da dieselbe Methodologie angewandt wurde. Anzeichen für ein erhöhtes Meningeom-Risiko fand sich in der höchsten kumulativen Gruppe, was aber nicht bestätigt wird durch signifikanten Anstieg des Risikos mit der Latenzzeit. Betrachtet man die lange Latenzzeit bei ionisierender Strahlung, ist es zu früh für eine endgültige Beurteilung des Risikos durch nicht-ionisierende Strahlung. Weitere Untersuchungen nach längerer Nutzung der drahtlosen Telefone sind wünschenswert.

**Quelle:** Carlberg M, Söderqvist F, Mild KH, Hardell L (2013): Meningioma patients diagnosed 2007–2009 and the association with use of mobile and cordless phones: a case-control study. *Environmental Health* 12, 60–69

### Niederfrequenzwirkung

## Hochspannung beeinträchtigt Hirnleistung bei Kindern

**Eine chinesische Forschergruppe hat in 2 Grundschulen untersucht, welche Auswirkungen die ständig einwirkenden Felder einer 500-kV-Hochspannungsleitung auf die Hirnleistung der Kinder haben. Die Schüler der näher an der Hochspannungsleitung liegende Schule hatten signifikant schlechtere Punktzahlen bei 2 der 4 Reaktions-, Geschicklichkeits- und Erinnerungstests.**

Die IARC hat niederfrequente Felder als mögliche Karzinogene eingestuft, nachdem Studien vermehrt Fälle von Kinderleukämie festgestellt hatten. Mit dieser Studie sollte untersucht werden, ob die Hirnfunktionen durch erhöhte Felder beeinträchtigt sind. Da Kinder sich physiologisch und psychologisch in der Entwicklung befinden und ihr Nervensystem andere bioelektrische Eigenschaften hat, sind sie empfindlicher gegenüber elektromagnetischen Feldern als Erwachsene. Schüler von 2 Schulen (Schule A und B), die in unterschiedlichem Abstand zu Hochspannungsleitungen am Stadtrand derselben Stadt liegen, durchliefen 4 Tests (etwa 40 Schüler in jeder Klasse, 9–13 Jahre alt, 225 in Schule A und 212 in Schule B). Die Umweltbedingungen sind ähnlich in beiden Schulen (gute Luftqualität, keine Verschmutzung durch Industrie). Mittels Fragebogen wurden die Wohn- und Einkommensverhältnisse, Gesundheit, Auskünften über Hochspannungsleitungen und Trafo-Stationen in der Umgebung (bis 500 m Entfernung), nach elektrischen Geräten im Haus, wo sie stehen und wie oft sie benutzt werden, erfasst. Die Fragebögen wurden von Eltern bzw. Betreuern ausgefüllt. Die in den Schulen am Computer verblindet durchgeführten 4 Tests mit den Kindern beurteilten Reaktionsgeschwindigkeit und Geschicklichkeit.

Die Messungen ergaben mittlere elektrische Feldstärken von 0,417 (0,016–2,919) in Schule A, in Schule B 1,34 (0,522–3,93) V/m, das sind statistisch signifikante Unterschiede. Auch die Magnetfelder waren in Schule B signifikant höher als in Schule A (Durchschnitt 0,028 bzw. 0,2  $\mu$ T, höchste Werte 0,072 und 0,36  $\mu$ T). Fast die Hälfte der Magnetfeldmessungen in Schule B ergaben Werte zwischen 0,2 und 0,4  $\mu$ T. Die Schüler hatten in beiden Schulen etwa gleiche Daten bei BMI, Alter, Geschlecht, Nationalität, Haushaltseinkommen, Compu-

terspielen, Passivrauchen und Energieversorgung. Die Dauer des Wohnaufenthalts war signifikant unterschiedlich in beiden Schulen, aber alle lebten im jetzigen Haushalt mehr als 2 Jahre, die meisten seit der Geburt. Über 90 % lebten dort seit mehr als 5 Jahren. Beide Gruppen hatten ähnliche Expositionen zu Hause durch Hochspannungsleitungen, Trafo-Stationen, Standort des Bettes in der Nähe von Klimaanlage oder Kühlschränken, elektrische Geräte, Computer und Mobiltelefone. Die Tests ergaben nach Abgleich der anderen Einflussfaktoren für Schule A höhere Punktzahlen als Schule B außer bei einem Test. Ältere Schüler und Jungen erreichten höhere Punktzahlen als jüngere bzw. Mädchen. Häufigerer Umgang mit Computerspielen und bessere Schlafqualität hingen signifikant mit höheren Punktzahlen zusammen. Die geringeren Punktzahlen in Schule B könnten darauf hinweisen, dass die höheren Felder einen signifikanten Einfluss auf die Funktionen des Nervensystems und auf das Verhalten haben.

Dies ist die erste Untersuchung dieser Art bei Kindern, die ergab, dass Kinder in einer Schule, die näher an einer Hochspannungsleitung liegt, schlechtere Punktzahlen erreichen. Nach Bereinigung der möglichen Einflussfaktoren zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen höheren Feldern und niedrigerer Punktzahl, d. h. geringere motorische und sensorische Funktionen der Schüler. Trotz einiger Einschränkungen – nur Schüler bestimmter Klassen, keine Kenntnisse über Nicht-Teilnahme mancher Schüler, nur Punktmessungen in den Schulen und keine in den Haushalten, kleine Fallzahlen und man nicht weiß, ob alle Kinder die Fragen richtig verstanden haben –, deuten die Ergebnisse darauf hin, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der EMF-Exposition durch Stromleitungen und den schlechten Ergebnisse der Tests gibt. Langzeitig einwirkende Felder haben negative Auswirkungen auf die Hirnleistung der Kinder. Insgesamt besuchen nur wenige Schüler Schulen, die nahe an Hochspannungsleitungen liegen, aber für diese Schüler könnte ein Gesundheitsrisiko bestehen. Zur Klärung sind weitere Untersuchungen nötig.

**Quelle:** Huang J, Tang T, Hu G, Zheng J et al. (2013): Association between Exposure to Electromagnetic Fields from High Voltage Transmission Lines and Neurobehavioral Function in Children. *PLoS ONE* 8 (7), e67284; doi:10.1371/journal.pone.0067284

### Grundlagenforschung

## Magnetrührer beeinflussen Thrombozytenfunktionen

**Wenn die Thrombozytenfunktion im Labor getestet wird, kommt ein Magnetrührer zum Einsatz. An Blutproben von Freiwilligen konnte gezeigt werden, dass bei 12 von 14 untersuchten Parametern der Magnetrührer das Ergebnis signifikant beeinflusst. Mögliche Schlussfolgerung: Thrombozyten sind Angriffspunkte für elektromagnetische Felder.**

Dass elektromagnetische Felder mit biologischen Systemen reagieren, ist seit langem bekannt, z. B. dass Enzymaktivitäten und Calcium-Konzentrationen im Zellinnern verändert werden. Nur wenige Studien gibt es zum Einfluss der Felder auf die Blutstillungsvorgänge bei Verletzungen, d. h. die Funktion der Thrombozyten (Blutplättchen, die im Blut für die Gerinnung – die Aggregation zuständig sind. Das ist die Verklumpung der Thrombozyten mit weiteren Blutbestandteilen wie die Fibrinfäden, die netzartig die Wunde überziehen. Fast alle Untersuchungen im Labor werden mit elektrischen Geräten durchgeführt; sind immer elektromagnetische Felder vorhan-

den, deren Einfluss aber als vernachlässigbar angesehen wird. Das ist nicht der Fall bei einem optischen Aggregometer, einem Gerät, mit dem die Funktion der Thrombozyten, die Blutgerinnung einzuleiten, gemessen wird. Während der Messung sind die Blutproben mit einem stabförmigen Magnetrührer (zur Durchmischung aller Komponenten) und einem Magneten und Motor unterhalb des Probengefäßes (für den Antrieb des oberen Magneten) in Kontakt, durch den niederfrequente Felder im Millitesla-Bereich erzeugt werden. Die magnetischen Flussdichten an den Seiten betragen 15–25 und an den Polen 65–75 mT. Am untersten Punkt in dem Teströhrchen betrug das Magnetfeld 1,9 mT. Um den Einfluss der Magnetfelder zu untersuchen, wurden Blutproben neben der normalen Prozedur parallel mit einem nicht-magnetischen Rührsystem aufbereitet. Dort wurden in der Umgebung statische Felder von 0,05–0,15 mT gemessen und Wechselfelder von 0,12–0,21 mT. Die Rührer hatten eine Umdrehungsfrequenz von 15 Hz. Die Blutproben kamen von 53 gesunden Freiwilligen zwischen 22 und 51 Jahren. Die Proben wurden in 2 Gruppen mit unterschiedlichen Antikoagulantien aufgeteilt, Heparin und Citrat. Das durchschnittliche Alter betrug 36,7 bzw. 34,0 Jahre. An der Heparin-Gruppe nahmen 26 Personen teil (15 weiblich/11 männlich) und an der Citrat-Gruppe 27 (14 weiblich/13 männlich). Die Aggregation der Thrombozyten wurde eingeleitet mit Adenosindiphosphat (ADP), Kollagen und Epinephrin als Starter. Der ca. 10-minütige Aggregationsprozess wurde mit dem Computer aufgezeichnet.

In der Heparin-Gruppe waren bei dem Magnetrührer-Ansatz alle gemessenen Parameter signifikant niedriger als beim nicht-magnetischen Ansatz, wenn ADP- und Kollagen als Aggregationsstarter fungierten. Bei Epinephrin war ein signifikanter Unterschied nur in der Steigung der Aggregationskurve zu sehen; im Gegensatz zu ADP und Kollagen war die Steigung beim Magnetrührer höher als bei der Kontrolle. In der Citrat-Gruppe gab es ähnliche Ergebnisse; fast alle Parameter waren beim Magnetrührer signifikant niedriger bei ADP und Kollagen, während es bei Epinephrin keine signifikanten Unterschiede gab.

Dass der Magnetrührer eine signifikante Abnahme der Werte der Aggregationsparameter erzeugte, wenn ADP und Kollagen als Aggregationsstarter eingesetzt wurden, zeigt klar, dass niederfrequente 15-Hz-Felder von 1,9–65 mT eine hemmende Wirkung auf die Aggregation der Thrombozyten haben. Möglicherweise ist die Adenylatkinase (ein Enzym, das die Bildung von ADP bewirkt) der Angriffspunkt der elektromagnetischen Felder. Thrombozyten sind Zellen ohne Zellkern, die an Blutgerinnung und Thrombose beteiligt sind. Sie heften sich an die Stelle der Gefäßverletzung an und tragen mit anderen Stoffen zum Verschluss der Verletzung durch Verklumpung bei. Thrombozytenaktivierung und -aggregation ist ein komplexer Prozess, der im Labor durch ADP, Kollagen oder Epinephrin eingeleitet werden kann. Wenn die Thrombozyten aktiviert sind, werden viele Stoffe freigesetzt, u. a. solche, die die Verklumpung bewirken. Die Geschwindigkeit der Verklumpung sagt nichts über einzelne Schritte des Prozesses aus. In diesem Sinne wird ein veränderter Faktor, z. B. durch elektromagnetische Felder, nicht ins Gewicht fallen. Die Ergebnisse belegen, dass ein aktiver Prozess, der unabhängig ist von den Antikoagulations-Mechanismen durch Heparin und Citrat, durch Magnetfelder unterdrückt werden kann.

Klinisch betrachtet könnte der Einfluss klein sein, ein Einfluss der Magnetfelder auf einen bestimmten Punkt im Ablauf des Gerinnungsprozesses ist aber vorhanden. Man muss bedenken, dass hier gesunde Menschen untersucht wurden. In der Klinik ist das nicht der Fall, so könnte die Wirkung bei Kranken größer sein. Die Ergebnisse haben zwei wichtige Aspekte. Erstens

müssen die Laborwerte, bei denen Magnetrührer eingesetzt werden, überprüft werden und dann müssen die Geräte, die unterschiedlich starke Magneten enthalten und verschiedene Rührgeschwindigkeiten haben, abgeglichen werden, da die Bedingungen verschiedener Hersteller unterschiedlich ausfallen und nicht standardisiert sind. Zweitens wurde gezeigt, dass der Prozess der Blutgerinnung durch elektromagnetische Felder beeinflusst wird und dass Thrombozyten möglicherweise die Angriffspunkte sind. Daraus ergeben sich möglicherweise therapeutische Möglichkeiten bei Gefäßkrankheiten.

**Quelle:** Sagdilek E, Sebik O, Celebi G (2013): Does the Magnetic Field of a Magnetic stirrer in an Optical Aggregometer Affect Concurrent Platelet Aggregation? *Bioelectromagnetics* 34, 349–357

**Kommentar:** Elektrische Geräte sind unverzichtbar und werden für fast alle Arbeitsschritte eingesetzt. Dadurch entstehen viele elektromagnetische Felder mit unterschiedlicher Frequenz, Feldstärke und -orientierung. Wahrscheinlich sind diese Unterschiede mit dafür verantwortlich, dass oftmals Ergebnisse nicht reproduziert werden können, neben Tages- und Jahreszeit. Auf diesem Gebiet ist bisher zu wenig geforscht worden.

**Kommentar: Presse, Industrie und Politik**

## Wie die "ZEIT" Tatsachen verdreht und die Industrie hofiert

**In einem Beitrag in der "ZEIT", mit dem Titel „Der unsichtbare Feind“ (Nr. 35, 22.8.2013, S. 27–29), später unter dem Titel „Verstrahlt“ im Internet zu lesen, zu Mobilfunk und Krebs vertreten die beiden Autoren die Position der Mobilfunkindustrie und zitieren ausgerechnet einen Wissenschaftler, der weltweit als Lobbyist bekannt ist und der sich nicht scheut, in Sachen Reflex-Studie immer wieder dieselben unwahren Behauptungen aufzustellen.**

Dass die Medien nicht gern Negatives über die Wirkung von elektromagnetischen Feldern berichten, ist nicht neu. Dass eine so genannte „renommierte“ Wochenzeitung wissentlich falsch zugunsten der Industrie berichtet, stimmt nachdenklich. Den Artikel zu zitieren wäre zu viel der Ehre – er ist ärgerlich, dumm, dreist, falsch und strotzt vor Inkompetenz und Ignoranz. Stattdessen soll die Zeit und der Platz genutzt werden, die Reaktion von Diagnose-Funk zu zitieren. In einem Leserbrief vom 25.08.2013 und einer 8-seitigen Stellungnahme vom 27.8.2013 schildert Peter Hensinger, Vorstandsmitglied von Diagnose-Funk Deutschland, dass er 6 Wochen vorher Kontakt mit den Autoren des ZEIT-Artikels hatte und ihnen wissenschaftliches Original-Material für die Recherche lieferte sowie auf politische Gremien hinwies, „die den Mobilfunk auf Grund der Studienlage als Risikotechnologie betrachten und eine Vorsorgepolitik einfordern: Europaparlament, Europarat, die Europäische Umweltagentur, die BioInitiative Working Group, der Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND), die Österreichische Ärztekammer.“. So wäre eine ausgewogene Berichterstattung möglich gewesen. Hensinger weiter: „Als „Mumpitz“ (Prof. Lerchl) werden Ergebnisse zur Spermenschädigung und zu oxidativem Stress abgetan. Es liegen inzwischen mehr als fünfzig Forschungen vor, die nachweisen, dass die nichtionisierende Strahlung oxidativen Stress auslöst, und weit mehr als zwanzig, die Spermenschädigungen nachweisen. Erkenntnisse, die beunruhigen müssen. Die ZEIT zitiert abwertend einen Satz aus einer Stellungnahme des Robert-Koch-Institutes (RKI) von 2008, die Schädigung durch oxidativen Stress sei „nicht mehr als eine „Arbeitshypothese“. Doch: Mit der ausführlichen Stellungnahme des RKI wurde dieser Schädigung