

qualitative Analyse zeigte eine Reduktion der DNA-Brüche zwischen 5–40 %, aber einen signifikanten Anstieg der Zellzahl mit starker Beeinträchtigung der DNA. Diese erhöhte Anzahl von Zellen mit hohem Grad an DNA-Schäden bedeutet eine vielschichtige Reaktion der Zellen auf die Magnetfelder, die abhängig ist vom Zellstatus zum Zeitpunkt der Feldeinwirkung.

Das Stoppen in der S-Phase kann bedeuten, dass die Synthese- und Fehlerkorrektur-Mechanismen beeinträchtigt sind und dies die Einzelstrangbrüche oder den Zusammenbruch der Replikationsgabel hervorruft. Da alle 4 Komet-Parameter einen Anstieg der Schweiflänge und eine höhere Zahl fragmentierter DNA im Schweif zeigten, kann man schließen, dass niederfrequente Magnetfelder moderate Schädigungen sind, was auch andere Studien gezeigt haben. Die relativ geringen Unterschiede zwischen kontinuierlichen und intermittierenden Feldern, anders als bei anderen Studien, die häufig deutliche Unterschiede gefunden haben, liegen vielleicht an der Zellart oder an der Feldstärke, nicht an der Frequenz. Die Veränderungen an der DNA werden wahrscheinlich durch das vermehrte Auftreten von ROS und die Verlängerung ihrer Lebenszeit durch die Magnetfelder verursacht.

**Quelle:** Mihai CT, Rotinberg P, Brinza F, Vochita G (2014): Extremely low-frequency electromagnetic fields cause DNA strand breaks in normal cells. *Journal of Environmental Health Science & Engineering* 12, 15–21

## Epidemiologie, Niederfrequente Felder

# Kinderleukämie durch Magnetfelder erhöht

**In dieser Meta-Analyse von 9 Fall-Kontroll-Studien im Zeitraum 1997–2013 untersuchten die Wissenschaftler 11.699 Kinderleukämiefälle und 13.194 Kontrollen. Die Auswertung erfolgte nach Abgleich der Unterschiede in den einzelnen Studien. Das Ergebnis: Magnetfelder im Bereich 0,2 und > 0,4  $\mu\text{T}$  können für Kinderleukämie verantwortlich sein.**

Leukämie wird unterteilt in akute und chronische Arten, bei Kindern kommt die akute lymphatische Leukämie (ALL) am häufigsten vor. Neben vielen anderen Faktoren (Pestizide, andere Chemikalien, ionisierende Strahlung) können auch niederfrequente Felder zur Entstehung beitragen, seit 2002 sind sie als „möglicherweise Krebs erregend für den Menschen“ bei der IARC (WHO) eingetragen. Die Ergebnisse früherer Studien sind uneinheitlich und kontrovers. Die Meta-Analyse von 1999 zeigte eine mögliche Wirkung auf Kinderleukämie mit Risikofaktoren von 1,46 und 1,59. Die Analyse von 2010 zeigte auch ein erhöhtes, aber schwächeres Risiko und war mit einigen Fehlern behaftet. Die neue Meta-Analyse nun bezieht neue Studien ein und versucht, Fehler und Unterschiede in den Ergebnissen rechnerisch zu vereinheitlichen. Nach einer Literatur-Recherche wurden 9 englisch-sprachige Studien von Januar 1997–Juli 2013 mit insgesamt 11 699 Fällen und 13 194 Kontrollen herangezogen. Die Daten wurden von 2 Wissenschaftlern unabhängig nach gleichen Kriterien gesichtet und verarbeitet. Bei Unstimmigkeiten wurden die Daten erneut gesichtet und bei bleibenden Differenzen wurde eine dritte Person im Doppel-Blind-Verfahren hinzugezogen, um am Ende Einstimmigkeit zu bekommen. Die Kriterien waren u. a., dass es eine Fall-Kontroll-Studie war, dass nur Kinderleukämie

untersucht wurde und dass verschiedene Gruppen für die Feldstärken gebildet worden waren. Die Magnetfeldbelastung wurde in Gruppen von <0,1, <0,2, 0,1–0,2,  $\geq$  0,2, 0,2–0,3,  $\geq$  0,3, 0,2–0,4 und  $\geq$  0,4  $\mu\text{T}$  eingeteilt und die Risikofaktoren sowie die Abweichungen in den Studien statistisch ausgewertet. Die Risikofaktoren wurden für die Gesamtzahl der Leukämiefälle und gesondert für ALL berechnet. Es gab keinen signifikanten Zusammenhang bei Feldstärken unter 0,4  $\mu\text{T}$  in Bezug auf den Referenzwert 0,1  $\mu\text{T}$ , aber bei > 0,4  $\mu\text{T}$  betrug der Risikofaktor 1,57 für alle Leukämiefälle und 2,43 für ALL. Das ist für Leukämie allgemein und für ALL ein statistisch signifikanter Zusammenhang. Die Empfindlichkeitsanalyse ergab Robustheit der Berechnungen bei allen Gruppen und auch die Diagnose bezüglich der Verzerrungen ergab keine Probleme. Die Meta-Analyse der 9 einbezogenen Studien zeigte zudem, dass es einen statistisch signifikanten Zusammenhang gibt zwischen Kinderleukämie und Magnetfeldstärken von  $\geq$  0,4  $\mu\text{T}$  im Vergleich zur Magnetfeldbelastung < 0,1  $\mu\text{T}$ . Bezogen auf den Referenzwert < 0,2  $\mu\text{T}$  betrug der positive Zusammenhang zwischen Kinderleukämie und Magnetfeldstärke  $\geq$  0,2  $\mu\text{T}$  1,31. Magnetfeldexposition von  $\geq$  0,2  $\mu\text{T}$  war assoziiert mit Kinderleukämie im Vergleich mit < 0,2  $\mu\text{T}$ .

**Quelle:** Zhao L, et al. (2013): Review: Magnetic fields exposure and childhood leukemia risk: A meta-analysis based on 11,699 cases and 13,194 controls. *Leukemia Research*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.leukres.2013.12.008>

## Einfluss des Erdmagnetfelds auf Tiere

# Füchse nutzen Erdmagnetfeld-Sensoren für die Jagd

**In dem Online-Informationssdienst Microwavenews erschien am 07.01.2014 ein interessanter Beitrag über den Jagderfolg von Füchsen, wenn sie ihre Beute nicht sehen können. In einem Video kann man die Jagdtechnik eines Fuchses in hohem Schnee beobachten. Forscher fanden heraus, dass sie besonders viel Beute schlagen, wenn sie in Richtung Nordosten angreifen.**

Ein Fuchs taucht tief in hohen Pulverschnee ein und kurz darauf mit einem Beutetier wieder auf. Oder er buddelt kurz und hat die Beute erwischt. Der Fuchs kann seine Beute unter tiefem Schnee finden ohne dass er sie sieht. Er hört oder riecht sie vielleicht, aber wahrscheinlich ist es komplizierter. Rotfüchse können, so hat eine deutsch-tschechische Forschergruppe von der Uni Essen-Duisburg herausgefunden, das Erdmagnetfeld nutzen, um ihre Beute zu ergreifen (Cerveny J, Begall S, Koubek P, Novakova P, Burda H (2011): Directional preference may enhance hunting accuracy in foraging foxes. *Biological Letters* 7, 355–357, doi: 10.1098/rsbl.2010.1145). Nach Aufzeichnung von 592 Sprüngen konnten die Forscher sehen, dass die Füchse ihre Sprünge statistisch signifikant in Nord-Ost-Richtung hochspringen und senkrecht von oben auf die Beute herabstürzen. Die hohe Signifikanz schließt Zufall nahezu aus. Lichteinfall, Sonnenstand oder Wind spielen dabei keine Rolle, auch Tages- oder Jahreszeit, bedeckter oder klarer Himmel machen keinen Unterschied. Richtet sich der Fuchs nordöstlich aus (340–40°), bekommt er in 72,5 % der Fälle eine Beute, während er bei allen anderen Richtungen in 80 % der Fälle ohne Beute bleibt, wobei eine 160–220°-Ausrichtung immer noch zu 60 % erfolgreich ist. Die Forscher führen das auf einen Magnetkompass zur Bestimmung der Entfer-