

rekte oder indirekte Wirkung sein, z. B. die von anderen Forschern beschriebene ROS-Produktion, oder die Felder bewirken eine längere Stabilität der ROS. Das Reparatursystem arbeitet effektiver als in den Kontrollen, die DNA-Reparatur ist aber weniger genau und verzögert.

Aus diesen Ergebnissen kann man schließen: Die Analysen von DNA-Schädigung und Veränderung des Zellzyklus zeigen, dass 100-Hz-Magnetfelder der Feldstärke 5,6 mT eine genotoxische, also Krebs erregende Wirkung auf normale Vero-Zellen haben. Noch 48 Stunden nach der Exposition findet man lang anhaltende ROS-Wirkungen, der zelluläre Apparat ist durcheinander gebracht. Die Reparatur der DNA-Schäden und das Auftreten von Einzelstrangbrüchen in den Magnetfeld-exponierten Zellen deuten auf diese Vorgänge hin.

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, <http://www.ijehse.com/content/12/1/15>

Niederfrequente Felder

Unterentwickelte Neugeborene durch 50-Hz-Felder?

In dieser Kohorten-Studie wurde untersucht, ob die Nähe zu einer Niederfrequenzquelle (< 50 m) Auswirkungen auf Entwicklung des Ungeborenen und Geburtsgewicht von Neugeborenen hat. Fast 266.000 Geburten in den Jahren 2004–2008 wurden in die Auswertung einbezogen. Das durchschnittliche Geburtsgewicht war besonders bei Mädchen reduziert, wenn die Mutter während der Schwangerschaft in der Nähe einer Feldquelle wohnte.

Ungünstige Entwicklung im Mutterleib kann zu lebenslangen Gesundheitsproblemen führen, z. B. Diabetes Typ II und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Trotz guter Gesundheitsvorsorge für Schwangere in den Industrieländern steigen die Zahlen von Frühgeburten und, dazu passend, geringem Geburtsgewicht. Eine Erklärung kann sein, dass der Fetus während der Schwangerschaft empfindlich auf Umwelteinwirkungen reagiert. Ein Faktor könnte die Einwirkung elektromagnetischer Felder sein. Endogene elektrische Felder spielen eine Rolle für die normale Entwicklung des Embryos, und Störungen führen zu Normabweichungen. Unklar ist, wie weit externe elektromagnetische Felder dazu beitragen, denn es gibt nur wenige Studien dazu mit uneinheitlichen Ergebnissen (elektrische Heizdecken, Computearbeitsplätze, hohe Felder in Haushalten). Epigenetische Veränderungen und Anpassung an die heutigen Feldstärken elektromagnetischer Felder während der Schwangerschaft könnten ein Grund sein. Eine Studie hat gezeigt, dass es einen Zusammenhang zwischen hohen Feldstärken in der Schwangerschaft und erhöhtem Risiko für Asthma beim Kind gibt.

Die Daten hier wurden von 1990–2009 aus Geburten in 21 Kliniken in Nordwest-England erhoben, aber nur die Daten von 2004–2008 verwendet, weil vorher einige Parameter nicht erfasst worden waren. Insgesamt waren es 265.926 Einzel-Lebend-Geburten, die in die Berechnungen einfließen. Darin enthalten waren die Faktoren Alter der Mutter, Ethnie (weiß oder nicht weiß), ob 1., 2. oder x. Geburt, der Wohlstandsstatus, Körpergewicht der Mutter und ob die Mutter raucht. Das Alter wurde in 5-Jahres-Kategorien von < 20 bis + 40 eingeteilt. Als Kriterium für die Belastung mit elektromagnetischen Feldern wurde die Entfernung zur Leitung bzw. Station gewählt. Als hohe Felder galt ein Abstand von ≤ 50 m von Hochspannungs-

leitung, Erdkabel, Trafo-Station oder Strommasten, mittlerer 100 m und geringer 200 m.

Unter 140.356 Geburten waren 5,8 % spontane vorzeitige Geburten (SPTB) und 8,8 % mit Untergewicht (small for gestational age, SGA). 7 % von 47.222 Frauen rauchten während der Schwangerschaft. Weniger als 1 % lebte in geringerer Entfernung, d. h. < 200 m von den elektrischen Einrichtungen. Frauen, die ≤ 50 m entfernt wohnten, gehörten überwiegend höherem sozio-ökonomischem Status an und rauchten etwas weniger. Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied im Risiko bei > 50, 100 und 200 m Entfernung, aber ein konsistentes erhöhtes Risiko wurde beobachtet für untergewichtige Neugeborene (low birthweight, LBW), und spontane vorzeitige Geburt (SPTB) für Wohnadressen ≤ 50 m Entfernung von der Feldquelle. Ergebnisse für SPTB und Frühgeburten (Preterm birth = PTBs, vor der 27. Woche) waren vergleichbar, etwas erhöht für weibliche Neugeborene, für SGA bei weiblichen Neugeborenen statistisch signifikant (Risikofaktor 4,39), jedoch nicht für männliche. Das signifikant niedrigere Geburtsgewicht betrug -125 g. Die Fallzahlen sind allerdings zu klein für eine endgültige Beurteilung. Bei Einbeziehung von Rauchen war das Geburtsgewicht -212 g (-395 bis -29) geringer, auch hier stärker für weibliche Neugeborene. Andere Analysen zeigten, dass enge Nähe zu NF-Quellen eher mit suboptimalem Wachstum des Fetus assoziiert ist als mit Frühgeburt. Das bis zu 10 % geringere Geburtsgewicht bei den weiblichen Nachkommen ist z. T. auf das Rauchen der Mütter während der Schwangerschaft zurückzuführen. Diese große bevölkerungsbasierte Studie zeigt, dass die Nähe zu Hochvolt-Erdkabeln, einer Hochspannungsleitung, Trafo-Station oder einem Strommast (≤ 50 m) zu suboptimalem Wachstum führen kann und liefert einige Hinweise, dass dies klinisch relevant sein könnte.

In dieser Studie wurden nicht nur Hochspannungsleitungen, wie in früheren Studien, betrachtet, so dass falsche Einstufung der Exposition geringer ist. Einschränkungen sind gegeben, weil es keine Messungen der Felder, keine Berechnungen gab, sondern der Abstand zu den Feldquellen herangezogen wurde. Das kann aber gut als Stellvertreter dienen. Wenn es stimmt, dass elektromagnetische Felder in Haushalten ein Grund für geringes Geburtsgewicht bei Mädchen und erhöhtes Risiko für unterentwickelte Neugeborene sind, so sind die biologischen Mechanismen unklar. Auf Zellebene ist bekannt, dass der oxidative Status und intrazelluläre Ca^{2+} -Signalwege durch die Felder beeinflusst werden. Das wirkt sich auf die Zelldifferenzierung aus. Die Störung des Gleichgewichts der Ca^{2+} -Konzentration zwischen Plasma und Gefäßzellen (durch NO-Synthese und NO) hat Auswirkungen auf die Funktion der Plazentagefäße und führt zu Beeinträchtigung des Ungeborenen. Das signifikant verringerte Geburtsgewicht um 212 g (nach Abgleich für Rauchen) war stärker bei Mädchen als bei Jungen, wenn auch nicht-signifikant. Diese 10 % Reduktion, wenn sie bestätigt wird und allein auf die EMF-Einwirkung zurückzuführen ist und nicht beeinflusst ist von weiteren Einflussfaktoren, könnte klinisch relevant sein und vergleichbar der Wirkung von 9 Zigaretten am Tag. Da aber zu wenige Schwangere nah an einer Feldquelle wohnen, können die Ergebnisse kaum zu Maßnahmen führen zur Verringerung der Risiken. Die an > 100.000 Frauen ermittelten Ergebnisse zeigen bisher allerdings keine Signifikanz, es kann sich auch um Zufall oder andere Störgrößen handeln. Der Einfluss auf die öffentliche Gesundheit ist wahrscheinlich gering.

Quelle: De Vocht F, Hannam K, Baker P, Agius R (2014): Maternal Residential Proximity to Sources of Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields and Adverse Birth Outcomes in a UK Cohort. *Bioelectromagnetics* 35, 201–209