

**Quelle:**

de Kleijn S, Ferwerda G, Wiese M, Trentelman J, Cuppen J, Kozicz T, de Jager L, Hermans PW, LidyVerburg-van Kemedade BM (2016): A Short-Term Extremely Low Frequency Electromagnetic Field Exposure Increases Circulating Leukocyte Numbers and Affects HPA-Axis Signaling in Mice. *Bioelectromagnetics* 37, 433–443

**Wirkung elektrostatischer Felder****Elektrostatische Felder beeinflussen Blutparameter**

**Elektrostatische Felder, wie sie in der Atmosphäre vorkommen können, bewirken im Blut von Ratten in vivo und in vitro signifikante Veränderungen. Zellzahl, -form und -größe sowie DNA-Strangbrüche treten direkt nach Ende der Befeldung auf, sind aber zwei Wochen später zum großen Teil behoben.**

Das atmosphärische elektrostatische Feld (ESF) besteht zwischen den positiv geladenen Ionen in den oberen Schichten der Atmosphäre und der negativ geladenen Erdoberfläche. Bei klarem Wetter beträgt das Feld zwischen 100 und 150 V/m, es wechselt stark aus natürlich und menschlich verursachten Gründen. Unter Wolken kann die Oberfläche positiv geladen sein und die Spannung kann bis zu 3 kV/m betragen. Die durch den Menschen eingetragenen Felder können in Luftverschmutzung, künstlichen elektromagnetischen Feldern von elektrischen Geräten, durch synthetische Kleidung und Gegenstände und durch Isolierung des Körpers gegenüber der Erde bestehen. Durch Luftverschmutzung werden Ionen gebunden, die Leitfähigkeit der Atmosphäre nimmt ab und der Potenzialgradient zu. In Gebäuden können die Felder durch elektrische Geräte, Plastikgegenstände und nichtleitfähige Teppiche einige hunderte kV/m betragen. Isolierung des menschlichen Körpers kann das elektrische Potenzial weiter steigern. In früheren Arbeiten wurden Veränderungen an Serumproteinen festgestellt, wenn Felder von 0,6–19,7 bzw. 200 kV/m einwirkten, oder verminderte Zellzahl von Erythrozyten (roten Blutkörperchen) und Strukturveränderungen von Zellen. Allerdings fanden andere Forscher keine signifikanten Unterschiede.

Meistens werden Experimente sofort im Anschluss an die Bestrahlung/Befeldung durchgeführt, aber was passiert später und wie lange hält die Wirkung der Felder an? Zur Beantwortung dieser Frage wurden diese Experimente am Blut von weiblichen Ratten durchgeführt. Es wurden zwei verschiedene Ansätze verfolgt: In vivo- und In vitro-Experimente. Für die In vivo-Untersuchungen wurden 30 weibliche Ratten eingesetzt. Je 10 wurden einem elektrostatischen Feld von 200kV/m ausgesetzt, entweder eine Stunde oder 6 Tage lang 6 Stunden (Kurz- und Langzeiteinwirkung). Anschließend blieben die Tiere bis Tag 21 in den Käfigen. Als Kontrolle diente eine Gruppe von 10 Tieren, die 21 Tage mit 20 mV/m befeldet wurden. Blutproben wurden an Tag 7, 14 und 21 untersucht. Für die In vitro-Untersuchungen wurde den Ratten Blut abgenommen und das Blut eine Stunde dem Feld von 200 kV/m ausgesetzt. Die Kontrollproben bekamen 1 Stunde 20 mV/m. Nach 21 Tagen erfolgten die Untersuchungen im Blut: Anzahl der weißen und roten Blutkörperchen (Leuko- und Erythrozyten), der Blutplättchen (Thrombozyten), Lymphozyten, Monozyten und neutrophilen Granulozyten, Bestimmung von Hämoglobin, Hämatokrit, Zellvolumen, Hämoglobin/Zelle und mittlerer Hämoglobinkonzentration.

Zusätzlich wurden Leukozyten auf DNA-Strangbrüche mit dem Komet-Test untersucht.

Die Ergebnisse: Bei dem In vivo-Experiment erzeugte die kurzzeitige Feldeinwirkung erhöhte Leuko- und Thrombozytenzahlen um 34,9 bzw. 28,6 % gegenüber der Kontrolle. Die Anzahl von Monozyten und Neutrophilen stieg hoch signifikant um 69 und 110 % an. Lymphozyten und rote Blutkörperchen waren kaum verändert. Die 6-stündige Langzeitbefeldung der Ratten verminderte die Lymphozytenzahl signifikant um 18,2 %, die Anzahl der weißen insgesamt und der Monozyten und Neutrophilen unterschieden sich nicht signifikant von der Kontrolle. Nach 6 Tagen 6-Stunden-Befeldung (direkt nach Ende der Befeldung) waren einige Parameter der roten Blutkörperchen signifikant verändert: Anzahl, Hämoglobin und Hämatokrit stiegen signifikant um 15,6 %, 7,2 % bzw. 8,4 % an. Gleichzeitig nahmen Zellvolumen und Hämoglobin/Zelle um 4,6 bzw. 3,7 % ab. Die mittlere Hämoglobinkonzentration und die Zahl der Blutplättchen waren nicht signifikant verändert. Die roten Blutzellen erschienen im Mikroskop stachelig und kleiner, abhängig von der Dauer der ESF-Einwirkung. Bei den weißen Blutzellen zeigte sich im Komet-Test ein signifikanter Anstieg der DNA-Strangbrüche, stärker nach Langzeit- als nach Kurzzeitbefeldung.

Der Anstieg der Zellzahl könnte in vivo durch eine Kompensation von neuen Zellen aus dem Knochenmark entstanden sein. Um dies zu überprüfen, wurden Zellen in vitro befeldet. Da fand man eine signifikante Verminderung der Leukozytenzahl. Monozyten und Neutrophile waren um 33,5 bzw. 34,1 % vermindert. Bei Lymphozyten gab es keine Unterschiede. Ebenso bei den Parametern der roten Blutkörperchen. Die Blutplättchen waren leicht, aber signifikant vermindert. Die Verminderung der Leukozytenzahl beruhte demnach auf dem Verlust von Monozyten und Neutrophilen. Im Mikroskop war zu sehen, dass die befeldeten roten Blutkörperchen kleiner waren und eine veränderte Form hatten (Echinozyten). Die DNA-Strangbrüche waren signifikant erhöht. Bei dem In vivo-Experiment waren alle gemessenen Werte sofort nach Ende der Bestrahlung verändert, in den meisten Fällen signifikant. 14 Tage nach Ende der Befeldung hatten sich die Werte denen der Kontrollen angenähert, es waren bei allen Parametern nur noch nicht-signifikante Unterschiede zu sehen. Die größten Veränderungen waren bei den Leukozyten zu sehen (in vivo und in vitro): Nach Kurzzeitbehandlung in vivo ein Anstieg, nach Langzeit- gab es moderate Abnahme. Die Erhöhung der Leukozyten nach Kurz- und die geringe Abnahme nach Langzeitbefeldung in vivo kann mit Schädigung der Leukozyten im peripheren Blut und Kompensation aus dem Knochenmark erklärt werden. Das wird durch DNA-Strangbrüche (in vivo und in vitro) in den Leukozyten bestätigt. Die stärksten Veränderungen waren bei den Leukozyten, speziell Monozyten und Neutrophilen, zu sehen. Das spricht für einen Schädigungsmechanismus bei der DNA, an dem freie Radikale beteiligt sind. Monozyten und Neutrophile sind Phagozyten, als solche besitzen sie starke Mechanismen zur Erzeugung von freien Radikalen, die auch durch elektromagnetische Felder freigesetzt werden können und oxidative Reaktionen und DNA-Schädigung auslösen.

**Quelle:**

Harutyunyan H, Mkrtchyan V, Sukiasyan K, Sahakyan G, Poghosyan G, Soghomonian A, Cherniavsky E, Bondarenko E, Shkumatov V (2016): Effect of In Vivo and In Vitro Exposure to Electrostatic Field on Some Hematological Parameters in Rats. *Bioelectromagnetics*