

Wasser behandelt waren. Der Nährstoffgehalt in den Pflanzen war bei beiden Pflanzenarten, die mit dem Magnetfeld-behandelten Wasser gegossen worden waren, signifikant verschieden von den Kontrollen. Man fand zwischen 14 und 37 % höheren Gehalt; nicht-signifikant war der Anstieg nur für P, Cu und B in der Gartenerbse.

Die Magnetfeld-Behandlung der Samen führte auch zu signifikant höherem Gehalt an Nährstoffen (zwischen 11 und 28 %) bei der Gartenerbse; bei der Kichererbse galt das nur für Mg (14 %). Wenn Samen und Wasser behandelt waren, gab es kaum Verbesserungen gegenüber der Wasserbehandlung.

Die Magnetfeldbehandlung von Samen und Wasser hat somit eine steigernde Wirkung auf das Keimen, das Wachstum der Keimlinge und das Trockengewicht des Sprosses bei beiden Pflanzenarten. Möglicherweise erhalten die Pflanzen eine bessere Chance beim Konkurrenzkampf um die Nährstoffe. Diese Ergebnisse bestätigen Ergebnisse von anderen Arbeitsgruppen, die gleichartige Wirkungen bei anderen Pflanzen gefunden haben. Ein Grund könnte sein, dass das Magnetfeld die Gasblasen im Wasser verändert, so dass die Grenzfläche zwischen Wasser und Gas destabilisiert wird, was zur Folge hat, dass das Ionengleichgewicht gestört wird. Die Erniedrigung des pH-Wertes und die Erhöhung der Leitfähigkeit könnten durch Änderung der Wasserstoffbindungen und gesteigerte Ionenbeweglichkeit zustande kommen. Die magnetische Wirkung hält lange Zeit an, ein Effekt, den man auch den „memory effect of water“ nennt. Die Wirkung des Magnetfeldes auf die Samen könnte darauf beruhen, dass die Samen das Wasser besser aufnehmen können, und Enzyme und Hormone werden stärker aktiviert, die für den Keimungsprozess und die Mobilisation von Nährstoffen benötigt werden.

Die Magnetfeldbehandlung des Gießwassers führte zu erhöhtem Gehalt an N, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe und Mn. Ähnlich war es bei den Samen der Gartenerbsen, dort stieg der Gehalt an N, Ca, S, Zn, Fe und Mn an. Die Magnetfeldbehandlung des Wassers war effektiver als die der Samen in Bezug auf das Wachstum des Keimlings. Die Wirkung geht wahrscheinlich bei der kurzen Expositionszeit auf einen hohen Gradienten des inhomogenen Magnetfeldes zurück. So kann man schlussfolgern, dass trotz der kurzen Expositionszeit der Gradient der inhomogenen Magnetfelder mit dem deionisierten Wasser in Wechselwirkung treten und die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Wassers, der Samen und der Keimlinge verändern, so dass die Nährstoffaufnahme verbessert wird. Die signifikanten Veränderungen werden sich auch auf die weitere Entwicklung der Pflanzen auswirken als indirekte Wirkung der anfänglichen magnetischen Stimulation. Um diese Ergebnisse landwirtschaftlich nutzen zu können, müssen sich Feldversuche anschließen. Insgesamt könnten die Ergebnisse dazu dienen, die Keimung von Samen zu verbessern und den Ertrag zu steigern.

#### Quelle:

Grewal HS, Maheshwari BL (2011): Magnetic Treatment of Irrigation Water and Snow Pea and Chickpea Seeds Enhances Early Growth and Nutrient Contents of Seedlings. *Bioelectromagnetics* 32, 58–65

#### Hochfrequenzwirkung

## Radarstrahlung erzeugt DNA-Schäden und Zellstress

**Diese Untersuchung hatte die Auswirkungen von Radar auf Marineschiffen (gepulste Mikrowellen bei 3 GHz, 5,5 GHz und 9,4 GHz) zum Gegenstand. Mit Hilfe des Komet- und**

**des Mikronuklei-Tests wurden die exponierten Personen mit nicht exponierten Kontrollpersonen verglichen. Außerdem wurden Glutathion- und Malondialdehyd-Gehalt im Blut bestimmt. In allen Fällen fand man signifikante Unterschiede.**

Ziel der Arbeit war, festzustellen, ob das Personal von Marineschiffen, das in der Nähe von Radareinrichtungen arbeitet, vermehrt Zellschäden aufweist. Die Antennen der Einrichtungen sind so angeordnet, dass thermische Wirkungen auszuschließen sind. Periphere Blutlymphozyten wurden von Freiwilligen der normalen Bevölkerung Kroatiens genommen, die ähnliches Alter und ähnlichen Lebensstil hatten wie die beruflich exponierten Personen. Beide Gruppen bestanden aus 28 männlichen und einer weiblichen Person, deren Alter zwischen 22 und 59 Jahren betrug (Durchschnitt etwa 40 Jahre). Im Test waren 2 Typen von Radargeräten. Die Expositionszeit der Marine-Angestellten betrug zwischen 2 und 16 Jahre.

Malondialdehyd (MDA) ist ein Nebenprodukt der Lipid-Peroxidation und dient als Indikator für die Schädigung der Zellmembran. Oxidativer Stress ruft eine Schädigung der Membranlipide hervor, wodurch die MDA-Konzentration in der Zelle erhöht wird. Glutathion (GSH) ist das wichtigste Antioxidans in der Zelle, das zur Abwehr verschiedenartiger Angriffe auf die Zelle eingesetzt wird. Eine geringe Konzentration in der Zelle deutet auf oxidativen Stress hin, weil GSH dabei verbraucht wird. Mit dem Komet- und dem Mikronuklei-Test können DNA-Brüche bestimmt werden.

Der Komet-Test zeigte durchschnittlich 0,67 % Schweif-DNA bei den Kontrollpersonen gegenüber 1,22 % bei den exponierten Personen. Die Kometlänge betrug 14,09 bzw. 14,11, während die Schweiflänge bei den Kontrollpersonen 3,79 % und bei den Exponierten 3,86 % betrug. Der Mikronuklei-Test ergab einen signifikanten Unterschied in der Gesamtzahl der Mikronuklei pro 1000 Zellen mit 4,07 bei den Kontrollpersonen gegenüber 18,03 bei dem exponierten Personal.

Die Konzentration von Glutathion im Blut betrug 1,24 µg/ml Protein (0,69–1,55) bei der Kontrolle und 0,53 µg/ml Protein (0,22–0,97) bei den exponierten Personen. Für MDA lagen die Werte bei den Kontrollen bei 1,74 pmol/mg Protein (1,3–1,79) und bei den exponierten Personen bei 3,17 pmol/mg Protein (1,34–10,24). In beiden Fällen waren die Unterschiede signifikant. Insgesamt belegen die Ergebnisse statistisch signifikante Veränderungen bei allen untersuchten Parametern. Die Ergebnisse zeigen, dass gepulste Mikrowellen, die beim Radar eingesetzt werden, einen schädigenden Einfluss auf die DNA haben. Der Mikronuklei-Test ergab, dass die Mikrowellen verschiedene genetische Veränderungen hervorrufen und außerdem oxidativer Stress ausgelöst wird.

Der Anstieg der MDA- und die Abnahme der GSH-Konzentration im Blut der Marine-Angestellten deuten auf die Bildung von ROS und oxidativen Stress hin. Dies kann zu der aufgetretenen DNA-Schädigung und den zytogenetischen Wirkungen in den peripheren Blutlymphozyten nach der Mikrowellen-Exposition beitragen. Das Arbeitsumfeld auf Marineschiffen kann demnach zu DNA-Schädigung und anderen Störungen in den Zellen führen. Der oxidative Stress kann ein möglicher Mechanismus dafür sein. Die biologischen Wirkungen der gepulsten Radarstrahlung können selbst bei den geringen Feldstärken auf den Schiffen vorkommen.

**Quelle:** Garaj-Vrhovac V, Gajski G, Pažanin S, Šarolić A, Domijan AM, Flajs D, Peraica M (2010): Assessment of cytogenetic damage and oxidative stress in personnel occupationally exposed to the pulsed microwave radiation of marine radar equipment. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, doi:10.1016/j.ijheh.2010.08.003