

Die Kontrollen mit 0,9 und 2 % NaCl hatten in jedem Fall, nach 10 s und 20 min, eine Abnahme < 10 %, es bestand aber kein Unterschied zwischen 0,9 % Kochsalz und Wasser nach der Magnetfeldbehandlung.

Für alle hier verwendeten Pilze wurde bestätigt, dass die Anwendung von gepulsten Magnetfeldern die Wirksamkeit der Antimykotika signifikant verbessert. Auch bei kurzer Anwendung (5,7 s) zeigte sich eine Abnahme der Überlebensrate bis zu 90 ± 10 %. Die geringste Anzahl von Kolonien wurde gefunden nach kombinierter Behandlung von Magnetfeldern mit Naftifin-HCl. Die kontaktlose Anwendungstechnik von hochgepulsten 6,1-mT-Magnetfeldern in Kombination mit Antimykotika kann eine irreversible Wirkung auf die Zellhomöostase und die Koloniebildung der Mikroorganismen *A. fumigatus*, *C. albicans* und *T. rubrum* haben. Weniger als 6 sec (5,7) reichen aus, um diese Wirksamkeit zu erzielen, die Überlebensfähigkeit der Pilze zu vermindern, denn die Antimykotika allein erzielten nach 20 min eine maximale Reduktion der Überlebensrate um 43 %. Die Daten haben außerdem gezeigt, dass höhere Pulse eine signifikante Sensibilisierung der Pilze auf Salzstress (2 % NaCl) zur Folge haben. Es entsteht oxidativer Stress in den Zellen. Von *Aspergillus* ist bekannt, dass Salzstress zur Hemmung des Koloniewachstums führt. In diesen Experimenten wurden 2 Salzkonzentrationen verwendet (0,9 und 2 %). Die Magnetfeldbehandlung der Zellen in Wasser und 0,9 %iger NaCl-Lösung zeigte praktisch identische Reduktion der Zellüberlebensrate, von *T. rubrum* bis zu 45 ± 10 % und bei *C. albicans* bis 43 ± 10 %. Die physiologische Salzkonzentration von 0,9 % im menschlichen Organismus stellt somit keinen Stressfaktor für die Pilze *T. rubrum* und *C. albicans* dar. Bei *A. fumigatus* trat eine leicht hemmende Wirkung in der physiologischen Kochsalzlösung nach Behandlung mit dem gepulsten Magnetfeld auf, sie lag aber innerhalb des Fehlerbereichs. Für alle Pilzarten wurde bestätigt, dass die Anwendung von gepulsten Magnetfeldern die Wirksamkeit der Antimykotika verbesserte. Die gesamte Behandlungszeit konnte sehr stark bis zu einigen sec reduziert werden. In Zukunft könnte diese synergistische Wirkung von Magnetfeld und Medikament genutzt werden, um die Therapie bei Erkrankungen durch Pilze und andere eukaryotische Mikroorganismen effektiver und weniger toxisch zu gestalten. Weitere klinische Untersuchungen sind nötig, um die Mechanismen zu erforschen.

Quelle: Novickij V, Grainys A, Švedienė J, Markovskaja S, Paškevičius A, Novickij J (2014): Microsecond Pulsed Magnetic Field Improves Efficacy of Antifungal Agents on Pathogenic Microorganisms. *Bioelectromagnetics* 35, 347–353

Hochfrequenzwirkung auf Kühe

Enzymveränderungen bei Kühen durch 900-MHz-Strahlung

Das 10-wöchige Experiment mit 10 Kühen, die in einem Stall 4 Wochen mit 900 MHz bestrahlt worden waren, ergab trotz unterschiedlicher individueller Reaktionen signifikante Veränderungen der Aktivitäten von Enzymen, die oxidativen Stress anzeigen: GSH-PX, SOD und CAT.

Seit Jahren gibt es den Verdacht, dass Mobilfunkstrahlung negative Wirkungen auf Kühe hat, es gab Anzeichen für vermehrte Schäden bei neugeborenen Kälbern, nachdem eine Mobilfunk-Basisstation in der Nähe eines schweizerischen Hofes installiert worden war. In ersten Experimenten konnten Veränderungen an Augen und Redox-Proteinen bei den Tieren nachgewiesen werden. Nun sollte überprüft werden, ob sich Verän-

derungen im Blut der Tiere nachweisen lassen, wenn definierte Bedingungen gewählt wurden. Die 10 Tiere standen im Stall und wurden mit einer definierten Frequenz und definierten Zeiten bestrahlt. In der 14-tägigen 1. Phase (vor der Bestrahlung) wurde den 10 Tieren 10-mal Blut abgenommen. Dann erfolgte als 2. Phase 4 Wochen lang Bestrahlung mit der Basisstation-Trägerfrequenz 916,5 MHz mit durchschnittlich $12 \text{ V/m} \pm 35$ % (11. Dezember 2012 bis 9. Januar 2013). Der niedrigste Messwert betrug $3,4 \text{ V/m}$, der höchste 29 V/m , ermittelt mit etwa 80 Messungen pro Kuh, insgesamt erfolgten 810 Messungen. Der Durchschnittswert liegt unter dem ICNIRP-Grenzwert von 41 V/m , aber deutlich über dem Schweizer Grenzwert von $4,1 \text{ V/m}$ für eine einzelne Basisstation. Die Expositionszeit während der 30 Tage betrug zwischen 6:36 und 19 Stunden, Durchschnitt $16:43 \pm 3:03$ Stunden. Für jede der 10 Kühe wurden einzelne Werte ermittelt. Bis zu diesem Zeitpunkt gab es noch keine Verblindung. In den beiden letzten Wochen der 2. Phase wurden wieder 10 Blutproben pro Kuh gesammelt. Nach Abschalten der Bestrahlung hatten die Kühe 14 Tage Ruhe, dann wurden in den darauf folgenden 14 Tagen wieder je 10 Blutproben (3. Phase, nach Bestrahlung) genommen. Die Blutproben (Serum und Erythrozytenkonzentrat) wurden anschließend zufällig und verblindet verteilt und im Labor auf SOD (Superoxid-Dehydrogenase), GSH-PX (Glutathion-Peroxidase) und CAT (Katalase) untersucht.

Die 3 Phasen unterschieden sich stark voneinander, es gab Veränderungen in den Aktivitäten der 3 Enzyme: GSH-PX stieg signifikant an und SOD nahm signifikant ab zwischen der 1. und 2. Phase, CAT stieg nur leicht an. In der 3. Phase verminderte sich die Aktivität der CAT signifikant, während die beiden anderen Enzyme weitgehend konstant blieben. Die einzelnen Kühe reagierten sehr unterschiedlich auf die Bestrahlung, es gab empfindliche und unempfindliche Individuen. Für GSH-PX wurden Werte zwischen 82,29 und 297,59 U/l gefunden; diese Veränderungen liegen im physiologischen Bereich. Die Tiere regulieren den Redox-Status aufgrund der Bestrahlung durch Veränderung der Enzymaktivitäten, um die Homöostase des pH-Wertes aufrecht zu erhalten. Die Veränderungen der Enzymaktivitäten sind auf die 900-MHz-Bestrahlung zurückzuführen, andere Begleitumstände können nahezu ausgeschlossen werden. In der Literatur bestätigen andere Arbeiten diese Ergebnisse, wonach nicht-ionisierende Strahlung zu Veränderungen bei Redox-Proteinen führt und dass es strahlungsempfindliche und -unempfindliche Individuen gibt. Je 10 Blutproben pro Kuh und Untersuchungsphase reichen aus, um das ausreichend belegen. Zur Bestätigung muss das Experiment standardisiert als Blindstudie mit mehr Kühen und längerer Untersuchungsphase nach Bestrahlung durchgeführt werden.

Quelle: Hässig M, Wullschleger M, Naegeli H, Kupper J, Spiess B, Kuster N, Capstick M, Murbach M (2014): Influence of non ionizing radiation of base stations on the activity of redox proteins in bovines. *BMC Veterinary Research* 10, 136; <http://www.biomedcentral.com/1746-6148/10/136>

Kommentar: Kühen kann man nicht unterstellen, dass sie sich einbilden, die Einwirkung der Mobilfunkstrahlung verändere ihre Befindlichkeit oder gar ihre physiologischen Abläufe. Insofern hat man hiermit einen objektiven Beweis für den Einfluss von Mobilfunkstrahlung auf höhere Lebewesen, insbesondere Säugetiere. Dieser vielversprechende Ansatz kann in der Forschung weitere interessante, objektive Ergebnisse liefern, daher sollte die Forschung in diesem Bereich unbedingt gefördert werden. Ob man wohl erwarten kann, dass dafür genug Geld zur Verfügung gestellt wird? Vielleicht könnten hier landwirtschaftliche Institutionen aktiv werden, die ein eigenes Interesse an der Tiergesundheit haben müssten.