

## Magnetwahrnehmung II

# Die Rolle der Cryptochrome

**Landler und Keays analysieren und kommentieren die Arbeit von Sherrard und Mitarbeitern (s. o.), die die unklare Rolle der Cryptochrome bei Säugetieren untersucht haben. Die Cryptochrome haben nach Ansicht der Autoren noch eine unbekannte, eine „dunkle Seite“.**

Bisher wurden Ergebnisse aus Experimenten mit elektromagnetischen Feldern (ROS-Produktion durch gepulste Felder) und epidemiologischen Untersuchungen (Kinderleukämie durch Hochspannungsleitungen) oft skeptisch betrachtet, weil man keine molekularen Mechanismen kannte. In einer Arbeit haben Sherrard und Mitarbeiter herausgefunden, dass gepulste Felder das Verhalten von *Drosophila*-Larven verändern und in Zellkulturen zu ROS-Produktion führen. An diesen Reaktionen sind Cryptochrome beteiligt, die möglicherweise als Magnetrezeptoren fungieren. Wenn das so ist, ist ein Zusammenhang zwischen Hochspannungsleitungen, Krebs, ROS-Produktion und Magnetsinn bei Tieren vorstellbar; es gibt einen gemeinsamen Mechanismus.

Magnetfelder beeinflussen biologische Systeme, eine Tatsache, die u. a. von Medizinern bei der Behandlung von Erkrankungen, Wissenschaftlern zur Untersuchung von Zellfunktionen und Vögel für ihren Heimweg genutzt wird. Dabei werden hohe Feldstärken angewendet, unklar ist, wie schwache Magnetfelder auf organische Moleküle wirken. Viele Lebewesen können nachweislich das Erdmagnetfeld von nur 50  $\mu\text{T}$  (statisches Feld, die Red.) wahrnehmen (Vögel, Schildkröten, Zebrafische, Motten, Mäuse und Ameisen). Die magnetische Orientierung von Vögeln, Insekten und Nagetieren kann durch Felder im Nano-Tesla (nT)-Bereich gestört werden. Dass so geringe Felder einen hochempfindlichen Apparat in biologischen Systemen beeinflussen können, veranlasste die IARC zur Einstufung als möglicherweise Krebs erregend. Andererseits werden gepulste Felder (PEMF) von 0–2 mT (10–200 Hz) in der Therapie von Knochenschwund, Multipler Sklerose, Parkinson und Depressionen eingesetzt, die nicht in der Lage sind, Nervenzellen zu depolarisieren. In Tierversuchen wurde gezeigt, dass PEMFs den Calciumfluss in Knochen steigern, Knochenarthritis vermindert, Wundheilung, Nervenregeneration und Gefäßwachstum beschleunigt wird. Der Verkauf von Geräten im Internet, die unbewiesene Heilungsversprechen geben, hat zugenommen.

Sherrard und Mitarbeiter zeigen einige Widersprüche in den Ergebnissen verschiedener Studien auf mit Fokus auf die Beteiligung der Cryptochrome. Diese Flavoproteine sind wichtige Komponenten beim Tag-Nacht-Rhythmus und sie werden als Magnetsensoren angesehen, weil sie bei Lichteinwirkung Radikalpaare bilden können. Die Experimente von Sherrard und Mitarbeitern ergaben eine Cryptochrom-abhängige ROS-Produktion nach Einwirkung von PEMFs. Diese Arbeit ist gut gemacht, kritische Punkte sind die oft ungenügenden Kontrollen. Sie benutzen zwei verschiedene Kontrollen, Abschirmung mit  $\mu$ -Metall und Spulen mit doppelter Wicklung (eine mit Magnetfeld und die andere mit kompensiertem Magnetfeld), aber Wärme und Vibration ist gleich. Diese Kontrollen liefern die stärksten Beweise, dass die Behauptungen in dieser Arbeit stimmen. Seltsamerweise erzeugten die kurzen intensiven Magnetpulse weder ROS-Produktion noch beeinträchtigt Verhalten von *Drosophila*. Würden diese Experimente in anderen Labors wiederholt, wären die Ergebnisse zweifellos einflussreich. Es ist denkbar,

dass Leukämie durch Hochspannungsleitungen, durch PEMFs erzeugte ROS und Magnetwahrnehmung der Tiere ähnliche Mechanismen haben, bei denen die Anwesenheit von Cryptochromen nötig ist. Durch Änderung des Spin-Zustands von langlebigen Radikalen im Cryptochrom-Molekül könnten Magnetfelder die Bildung von ROS beeinflussen, wodurch Signale in den Zellen verändert werden. Bei der Krebsentstehung könnten Magnetfelder bestimmter Intensität und Frequenz höhere Konzentrationen von ROS erzeugen mit der Folge von DNA-Schädigung und unkontrolliertem Zellwachstum. Da Cryptochrome ROS wie Wasserstoffperoxid ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) und Superoxid ( $\text{O}_2^-$ ) nach Lichteinwirkung bilden können, könnte das Cryptochrom 1 von Säugern als Redox-Sensor in den Zellen fungieren, möglicherweise über die Bildung von Disulfid-Brücken zwischen Cystein412 und Cystein363. In welchem Ausmaß ein solcher Mechanismus lichtabhängig ist, muss noch untersucht werden, insbesondere weil es zunehmende Hinweise gibt, dass Säuger-Cryptochrome kein FAD binden und keine richtigen Photorezeptoren sind. Die Versuchsanordnung von Sherrard und Mitarbeitern kann als gute Grundlage dienen, die molekulare Basis der Magnetwahrnehmung zu hinterfragen. Es gibt Beweise für Beteiligung der Cryptochrome an der Magnetwahrnehmung, aber ob als Rezeptor, welches Licht benötigt wird und welcher Signalweg zugrunde liegt ist unklar. Ein entsprechendes Zellsystem, das systematische Änderung der Lichtverhältnisse sowie verschiedener Moleküle und Molekülbestandteile ermöglicht, könnte ein extrem wirksamer Ansatz sein zu verstehen, wie Magnetfelder biologische Systeme beeinflussen. Dann könnte herauskommen, dass Cryptochrom ein Magnetsensor mit einer dunklen Seite ist.

### Quelle:

Landler L, Keays DA (2018): Cryptochrome: The magnetosensor with a sinister side? *PLoS Biology* 16 (10), e3000018; <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000018>

## Rezension

# Die Digitale Weltrettung

**Ohne Digitalisierung wird die Welt untergehen, davon scheint der Autor Jörg Heynkes überzeugt zu sein. Dabei schaut er keineswegs pessimistisch in die Welt. Allerdings ist manches zu kurz gedacht, vieles bleibt unklar.**

Er behandelt alle Themenkomplexe der heutigen Umweltbedingungen und z. T. gesellschaftlichen Probleme: Klimawandel, soziale Ungleichheit, fehlende Gerechtigkeit, Verkehrs- bzw. Mobilitätsinfarkt, Bevölkerungswachstum, Hungersnöte, Grundwasserverseuchung, Treibhausgase, Verteilungsprobleme, Lebensmittelvernichtung (30 %), die die Welt an den Abgrund führen. Politikern und Wirtschaftslenkern stellt Heynkes – zu Recht – ein schlechtes Zeugnis aus. Die einen betrügen, Arbeitsplätze gehen verloren und sie kriegen dicke Abfindungen, niemand ist verantwortlich. Die anderen scheuen sich nicht um das Wohl des Volkes. Am Beispiel der Energiewende ist sichtbar: Erst wird der Wandel auf hohem Ross verschlafen, dann die Politik unter Druck gesetzt, damit alle privaten Initiativen und Genossenschaften im Bereich Wind- und Sonnenenergie kaum noch existieren können („Sabotagepolitik“). Mit der Solarindustrie in Deutschland ging es rapide bergab dank Politik und falschen Weichenstellungen in der Industrie. Selbst jetzt sind sie noch unfähig, zukunftsfähig zu arbeiten. Er beschreibt die Versäumnisse der Autoindustrie bei Elektroautos: die Bevölkerung wird weiter mit den Giften der Verbrennungsmotoren belastet. Am