



Abstract zum Forschungsprojekt:

EM-Feldsensoren in Zellmembranen (Einfluß von EMF auf künstliche Membranen)

Prof. Boheim, G. Wrobel, A. Wienand; Ruhr-Universität Bochum, Institut für Zellphysiologie, Abt. Biophysikalische Chemie von Membranen

Prof. Hansen; Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik

Laufzeit: 11 '95 – 8 '97

Ziel

Elektromagnetische sowie elektrische Einflussfaktoren unterschiedlichster Art sind seit jeher ein Bestandteil der Umwelt des Menschen, z.B. statische Elektrizität bei Gewittern, oder Sonnenstrahlung. Im Verlauf der Evolution haben sich zahlreiche Systeme mit effektiven Adaptationen an natürliche Bereiche des elektromagnetischen Spektrums entwickelt, wie beispielsweise das visuelle System höherer Tiere. In vielen Bereichen hat die industriell-technische Entwicklung dem natürlichen Strahlungspegel ein erhebliches Quantum an zusätzlicher Strahlung hinzugefügt. Hierzu werden auch die im digitalen Mobilfunk eingesetzten technisch erzeugten hochfrequenten elektromagnetischen (HF-) Felder gezählt. Die mit dem Mobilfunk verbundene hochfrequente elektromagnetische Strahlung setzt grundlegende Forschungen über potenzielle Wechselwirkungen mit biologischen Systemen voraus.

Studien zum Einfluss von HF-Feldern auf biologische Systeme können auf unterschiedlicher Ebene erfolgen. Neben individuellen und epidemiologischen Studien, *in vivo*-Untersuchungen mit freiwilligen Probanden bzw. Tieren können auch *in vitro*-Analysen an isolierten Organen, Geweben und Zellen erfolgen. In der hier vorliegenden Studie wurde an einem möglichst einfachen, aber biologisch relevanten System gearbeitet, um potenzielle HF-feldinduzierte Effekte zu analysieren: planare Lipidmembranen, sowie planare Lipidmembranen mit eingebauten Ionenkanälen bzw. Ionencarriern. Sollte eine Wechselwirkung zwischen HF-Feldern und biologischen Systemen vorliegen, so sollte diese Interaktion auch an den Lipidmembranen nachweisbar sein, ohne dass diese Effekte durch natürliche Prozesse der Zellen bzw. des gesamten Organismus überlagert werden. Somit sollte es möglich sein, den molekularen Mechanismus einer potenziellen Wechselwirkung mit Hilfe planarer Lipidmembranen zu identifizieren und nachfolgend auf komplexe biologische Systeme zu übertragen.

Methode

In dieser Arbeit wurde der Einfluss von HF-Feldern mit einer Trägerfrequenz von 900 MHz auf undotierte planare Lipidmembranen sowie die Ionenkanalbildner Alamethicin-F30 und Gramacidin-A, sowie den Ionencarrier Valinomycin analysiert. Hierzu wurde eine Expositionseinrichtung bestehend aus einem Hohlleiter entwickelt, in dem die Messküvette mit der Lipidmembran eingeschoben werden kann. Die Membranen werden über kleinen Bohrungen in einem Septum erstellt, das die Küvette in zwei elektrisch voneinander getrennte Kompartimente unterteilt. Mittels geeigneter Verstärker ist es möglich, die



Ströme aufzuzeichnen, die durch die Membran bzw. die unterschiedlichen Ionenkanäle fließen.

Ergebnis

Wurden nun diese Membranen den HF-Feldern ausgesetzt, so waren für die untersuchten lösungsmittelfreie und lösungsmittelhaltige Lipidmembransysteme aber auch für die verwendeten Ionophore (Alamethicin, Gramicidin, Valinomycin) signifikante Effekte messbar. Durch die HF-Feldexposition wurden Parameter verändert, auf die die Membransysteme mit einem zusätzlichen Stromfluss (Excess-Current) reagierten, der unmittelbar dem gewählten Pulsprotokoll folgte.

Für die Alamethicin- und Gramicidin-Kanäle wurde unter Einfluss des HF-Feldes eine Zunahme der Einzelkanalleitwerte, eine Verkürzung der mittleren Kanallebensdauer sowie eine Verringerung der Anzahl geöffneter Kanäle registriert. Valinomycin-dotierte Membranen zeigten unter HF-Feldexposition signifikant erhöhte Membranleitfähigkeiten. Diese Resultate ließen sich formal mit einer HF-feldinduzierten Temperaturerhöhung im Bereich der Membran oder in ihrer Umgebung um mehrere Grad Celsius begründen.

Simulationen des Versuchsaufbaus zeigten, dass für den Bereich der Membran und ihrer Umgebung eine inhomogene Verteilung der elektrischen Feldstärke und daraus resultierend der spezifischen Absorptionsrate (SAR) zu beobachten war. Die korrespondierenden Werte ließen sich im Rahmen einer Mikrodosimetrie in den μm -Abmessungen der Membran und ihrer Umgebung beschreiben. Eine vergleichbare Mikrodosimetrie wurde bislang nicht erreicht. Es wurde eine Dissipation eingestrahelter Energie beobachtet, aus der im Messsystem ein *hot spot* resultierte. Ausgehend von diesem *hot spot* erfolgte ein Wärmetransport in Richtung der Membran und induzierte sekundäre, temperaturgekoppelte Membranprozesse. Eine zusätzliche, membrangebundene Energieabsorption sowie SAR-Veränderungen in der Membran können nicht ausgeschlossen werden.

Die experimentellen Daten lassen sich als mikrothermischer Effekt als Folge der HF-Feldexposition im μm -Maßstab der Membran interpretieren. Auf Basis dieser Arbeit sollte zukünftig die physiologische Bedeutung der Mikrodosimetrie hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf zelluläre Ebene transferiert werden.