

## 25. Kongreß für Arbeitsmedizin ICOH'96 in Stockholm:

# „For a good working life“

Unter dem Motto „For a good working life“ fand vom 15. bis zum 20. September der 25. Kongreß für Arbeitsmedizin ICOH'96 statt. Wissenschaftler aus mehr als 90 Nationen diskutierten in diesen sechs Tagen über die verschiedenen Aspekte eines immer umfassender werdenden Fachgebiets. Der vorliegende Beitrag liefert eine Zusammenfassung der Schwerpunkthemen dieses Kongresses.

Auf der ICOH'96 bot sich neben neun einleitenden „Keynotes“ namhafter Wissenschaftler in Gesprächsrunden und Minisymposien die Gelegenheit zur Diskussion mit den Vortragenden. Eine begleitende Posterausstellung ergänzte das Angebot dieses Kongresses. In mehreren, vom „Scientific Committee for Radiation and Work“ organisierten Veranstaltungen wurde ausführlich auf das Thema Elektromagnetismus in der Arbeitswelt eingegangen. Schwerpunkte der Vorträge waren:

- Elektromagnetische Felder und Krebs;
- Wirkmechanismen von elektromagnetischen Feldern auf biologische Abläufe;
- Wirkung von elektromagnetischen Feldern auf das Nervensystem;
- Elektrosensibilität.

### Elektromagnetische Felder und Krebs

Die meisten Arbeiten zu diesem Thema sind epidemiologische Studien. Durch den Vergleich mit einer Kontrollgruppe werden die Häufigkeiten der Krebserkran-

kungen bei Arbeitern, die einem elektromagnetischem Feld ausgesetzt waren, analysiert. Charakteristisch für die Abschätzung des Krebsrisikos ist die sogenannte *Odd Ratio* (OR). Diese wird in der Kontrollgruppe auf 1 normiert. Durch Zusammenfassung der Arbeiter in Gruppen mit hoher bzw. niedriger Belastung durch elektromagnetische Felder, kann für die jeweiligen Gruppen ein OR bestimmt werden. Ist die OR signifikant größer als 1, so kann auf eine Schwellenwirkung des elektromagnetischen Feldes geschlossen werden. Steigt die OR mit wachsender Intensität des Feldes sogar signifikant an, so ist eine Dosiswirkung zu vermuten. Werte der OR, die nicht signifikant größer als 1 sind, lassen hingegen keine Aussage über eine Wirkung des elektromagnetischen Feldes auf den Menschen zu.

Bis auf eine Studie über den Einfluß von elektromagnetischen Feldern auf Lungenkrebs von Thériault (Frankreich) konnte keine der Arbeiten einen überzeugenden Nachweis für die Wirkung von elektromagnetischen Feldern auf Krebsentstehung bzw. -wachstum liefern.

Neben den epidemiologischen Studien gab es auch einige Arbeiten, die sich mit möglichen Mechanismen von elektromagnetischen Feldern auf Menschen beschäftigten. Thériault faßte in seiner Keynote „Electromagnetic fields (EMF) and cancer-A critical review of occupational studies“ die bisherigen Erklärungsversuche zusammen. Danach werden bisher vier unterschiedliche Modelle diskutiert:

- Verminderung der T-Zellen-Aktivität;
- Störung des Transduktionssignals in Zellmembranen;
- Verringerung der Melatoninproduktion;
- Unterstützung der DNA-Strukturveränderung.

Insbesondere die sogenannte „Melatoninhypothese“ von Reiter (USA) wird zur Zeit heftig diskutiert. Um einen Eindruck über die verschiedenen Themenkomplexe zu geben, werden neben den Arbeiten von Thériault und Reiter weitere Arbeiten zusammengefaßt und auf den folgenden Seiten wiedergegeben.

In seiner Arbeit „Association between pulsed EMF (PEMF) and cancer in workers“ untersuchte

Thériault, inwieweit das Krebsrisiko von der Dosis des PEMF beeinflusst wird. Dazu wurde eine Woche lang das PEMF mittels eines am Körper befestigten POSITRON-Dosimeters an 466 Arbeitern in Quebec, Kanada, gemessen und mit der Krebsrate bei diesen Arbeitern verglichen. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

- bisher vermutete Krebsarten (Brustkrebs, Prostatakrebs etc): keine Assoziation;
- Mund- und Magenkrebs: schwache Assoziation;
- Lungenkrebs: starke Assoziation.

### Weitere Studien nötig

Die von Thériault gemessene Dosiswirkung von PEMF auf das Lungenkrebsrisiko konnte in einer weiteren Studie in Frankreich jedoch nicht bestätigt werden. Zudem sei laut Thériault der Begriff des Pulsed EMF noch nicht klar genug definiert, um zu einer Erklärung dieser Phänomene zu gelangen. Um gesicherte Ergebnisse über diesen Zusammenhang zu bekommen, schlug Thériault ebenfalls weitere Studien vor.

Eine starke Kritik an den bisherigen Untersuchungsmethoden äußerte Sharp (England) in seinem Vortrag „EMF and the risk of cancer – The United Kingdom view“. Seiner Meinung nach müssen zunächst methodologische Überlegungen angestellt werden, um reproduzierbare, epidemiologische Studien durchführen zu können. Insbesondere kritisierte er:

- Mangel an qualitativ hochwertigem Datenmaterial;
- ungenügende Versuchsplanung und zu geringe Antwortraten;
- keine statistische Signifikanz.

Er hob hervor, daß epidemiologische Studien wichtig seien, aber keine biologischen und physikalischen Wirkmechanismen liefern könnten. Daher schlug er vor, zunächst eine biologisch und physikalisch plausible Hypothese über den Wirkmechanismus von EMF auf den Menschen aufzustellen, und diese dann in prospektiven Studien zu überprüfen. Dafür sei ein Überdenken der bisherigen Untersuchungsmethoden jedoch dringend notwendig.

In einer weiteren Studie zu diesem Thema äußerte sich Holmberg vom National Institute for working life in Solma (Schweden). Sein Schwerpunkt lag auf der Darstellung verschiedener Versuchsdesigns für begleitende experimentelle Studien zum Thema EMF und Krebsrisiko. Dabei ging er insbesondere auf den Aufbau von Langzeit-Tierversuchen ein.

Um eine Wirkung von EMF auf den Organismus zu untersuchen, schlug er die folgenden Hypothesen vor:

- a) EMF als komplett karzinogen
- b) EMF als Initiator für Krebs
- c) EMF als Promoter für Krebs
- d) EMF als cokarzinogen

Keine der bisher veröffentlichten Studien konnte nach Holmberg ein Versuchsdesign vom Typ a) oder b) vorweisen. Die meisten bisher veröffentlichten Studien gingen von einer cokarzinogenetischen Wirkung von EMF zusammen mit einem starken chemischen Promoter aus. Überzeugende, reproduzierbare Versuche seien aber auch hier dringend nötig, um diese These zu unterstützen.

Untersuchungen von Zellen zeigen, daß magnetische Felder einen biologischen Effekt auf Zellkulturen

hervorrufen. So wird z.B. der Kalzium-Metabolismus durch Einwirkung von magnetischen Feldern gestört. Eine Auswirkung von magnetischen Feldern auf die Melatonin-Produktion ist ebenfalls zu verzeichnen. Eine medizinische Relevanz dieser Beobachtungen im Hinblick auf die Tumor-Entstehung müsse jedoch noch untersucht werden, so Holmberg. Insbesondere stellten sich die folgenden Fragen:

- Was ist Dosis?
- Was ist der biologisch relevante Aspekt der magnetischen Felder?
- Gibt es Interaktionen mit dem Geofeld der Erde?

Einen möglichen biologischen Mechanismus auf das Krebswachstum schlug Reiter in seinem Vortrag „Magnetic fields and cancer – The melatonin hypothesis“ vor.

Melatonin ist ein von der Zirbeldrüse produziertes Hormon. Es wird hauptsächlich in der Nacht produziert und über Tag abgebaut und hat, wie z.B. auch Vitamin C, die Fähigkeit, freie Radikale, die beim Verarbeiten von Sauerstoff im Körper entstehen, zu binden. Nachweislich sind freie Radikale für eine Fülle von Zellkrankheiten wie z.B. MS verantwortlich. Durch Bindung freier Radikale werden diese jedoch für die Körperzellen unschädlich gemacht.

Reiters Hypothese besagt nun, daß durch das Einwirken magnetischer Felder der Melatonin-Haushalt des Körpers gestört wird. Seinen Beobachtungen zu Folge bewirken magnetische Felder eine Reduktion der nächtlichen Melatonin-Produktion. Dadurch steigt die Anzahl der freien Radikale im Körper und damit auch das Risiko, an Krebs zu erkranken. Insbesondere eine Kombi-

nation mit anderen Risikofaktoren, z.B. Rauchen, könne, so Reiter, zu einer Erhöhung des Krebsrisikos führen. Ein möglicher Wirkmechanismus ist an diesem Beispiel in Abbildung 1 dargestellt.

Reiters Hypothese stellt einen ersten Versuch dar, einen biologischen Wirkmechanismus EMF im Organismus zu beschreiben. Tatsächlich wurde auch nachgewiesen, daß magnetische Felder bestimmter Konfiguration die Melatonin-Produktion stören. Welche Feldparameter für diesen Effekt maßgeblich sind, muß allerdings noch untersucht werden.

## Wirkungen auf das Nervensystem unklar

Die Wirkung von EMF auf das Nervensystem war ein weiterer Diskussionsgegenstand in vielen Vorträgen und Postern. Neben experimentellen Studien zur Überprüfung des Einflusses von elektromagnetischen Feldern auf den

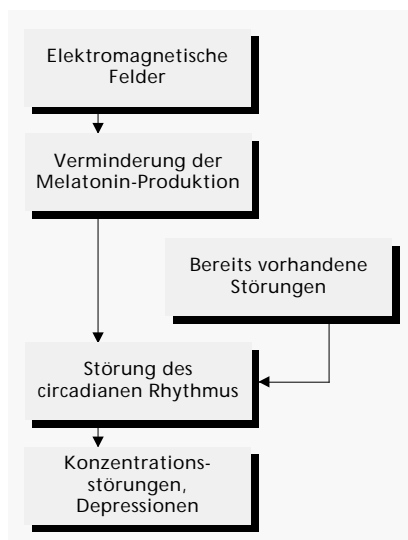


Abbildung 2: Hypothese für den Wirkmechanismus von EMF auf das Nervensystem

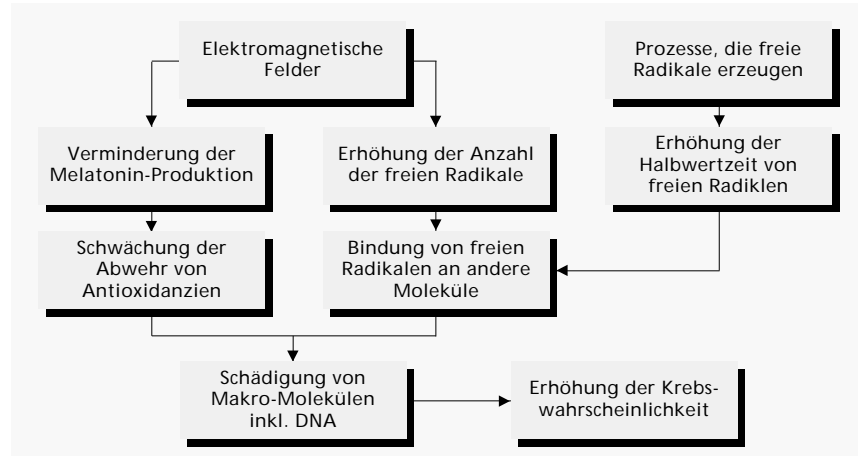


Abbildung 1: Möglicher Wirkmechanismus von EMF mit anderen Risikofaktoren

EEG-Verlauf wurde das Hauptaugenmerk auf das Thema „Elektrosensibilität“ gerichtet. Anhand von repräsentativen Studien werden im folgenden die Ergebnisse des Kongresses zu diesen Themen zusammengefaßt.

Thériault sprach in seiner „Keynote“ auch die Wirkungen von EMF auf das Nervensystem an. Dabei ging er insbesondere auf das Thema Elektrosensibilität ein. In vielen Fällen, so Thériault, könne ein Anstieg von Depressivität bei Elektrosensiblen (ES) festgestellt werden, der mit Symptomen wie Schlaflosigkeit, Kopfschmerz und Nachlassen der Konzentration einherginge. Eine Hypothese für den Wirkmechanismus von ES ist in Abbildung 2 zu sehen.

## Psychologische Probleme

Ein eindeutiger Zusammenhang mit EMF konnte in keiner Studie festgestellt werden. Thériault wies darauf hin, daß bei Befragungen von Elektrosensiblen festgestellt wurde, daß bereits vorhandene Ängste und Depressionen durch die Patienten selbst mit dem neuen Phänomen der Elektrosensibilität

in Verbindung gebracht würden. In vielen Fällen handele es sich also auch um psychologische Probleme, welche im Hinblick auf die Medienwirksamkeit nicht unterschätzt werden sollten. Vielmehr seien in diesem Fall genauere Untersuchungen über die physiologischen und psychologischen Wirkmechanismen unverzichtbar.

Wadman (Schweden) untersuchte in ihrer Arbeit „Differences in Melatonin between ‚Electric Hypersensitive‘ and healthy individuals“ den Melatoninspiegel bei elektrohypersensiblen Personen. Dazu wurden in einem Kontrollversuch von 354 Arbeitern, von denen 92 sich als elektrohypersensibel (EHS) bezeichneten, nachts Urinproben genommen und miteinander verglichen. Eine Befragung der Arbeiter zu ihren Lebensverhältnissen wurde ebenfalls durchgeführt. Zwischen der Kontrollgruppe und den EHS konnte kein Unterschied in den Melatoninwerten festgestellt werden. Eine Verringerung der Melatoninwerte konnte in dieser Untersuchung nur mit den Rauchgewohnheiten und dem Alter der Arbeiter in Verbindung gebracht werden.

Eine weitere Untersuchung zum Thema „Elektrosensibilität“ wurde von Wibom (Norwegen) durchgeführt. Mit einem speziell für diesen Zweck konstruierten Elektromobil, das mit einer EEG-Meßstation ausgerüstet war, untersuchte er, inwieweit Elektrohypersensible empfindlich auf hochfrequentes Licht („Flickerlicht“) reagierten. Dazu wurden 14 EHS-Personen und 14 Kontrollpersonen Licht hinter einer lichtdurchlässigen Plasticscheibe ausgesetzt. Durch diese Scheibe konnte nicht entschieden werden, ob es sich um Flickerlicht oder um normales Licht (100 Hz) handelte. Während dieses Versuches wurde außerdem die  $\alpha$ -Aktivität des EEG der Probanden gemessen.

Die Mehrzahl der hypersensitiven Personen konnte eine Änderung der Lichtqualität wahrnehmen. In diesen Fällen wurde auch eine signifikante Änderung der  $\alpha$ -Aktivität des EEG festgestellt. Ähnliche Resultate konnten in der Kontrollgruppe nicht gemessen werden. Daher kann nichtsichtbare Modulation des Lichtes zu einer Steigerung des Unwohlseins bei Elektrosensiblen beitragen.

Abschließend stellte Bergqvist (Schweden) in seinem Vortrag „Nervous system effects in humans and electric or magnetic field exposure – a review“ fest, daß die bisherigen epidemiologischen Studien und experimentellen Arbeiten keine reproduzierbaren und statistisch relevanten Effekte von EMF auf das menschliche Nervensystem nachweisen könnten.

**Prof. Dr. med. Eduard David,**  
**Leiter des Instituts für Normale**  
**und Pathologische Physiologie**  
**der Universität Witten/Herdecke**

Title	Author	Nation	Kind of article
Electromagnetic fields and Cancer-A critical review of occupational studies	Thériault	France	KN
Electromagnetic field in the causation of lung cancer in man	Thériault	France	MS
Experimental studies and tumor protection	Holmberg	Sweden	MS
Magnetic fields and cancer - the melatonin hypothesis	Reiter	USA	MS
Nervous system effects in humans and electric and magnetic field exposure - a review	Bergqvist	Sweden	MS
Occupational exposure to magnetic fields and brain tumors in central Sweden	Rodvall	Sweden	OS
Occupational exposure to magnetic fields in relation to male breast cancer and testicular cancer	Stenlund	Sweden	OS
Occupational disruption of pineal function and its potential role in risk of breast and prostata cancer	Stevens	USA	OS
Cancer and magnetic field exposure with consideration of different metrics and other exposure factors	Persson	Sweden	OS
Electric fields, dust and health problems among VDU users in an office environment	Skulberg	Norway	OS
Electromagnetic fields and the risk of cancer - The United Kingdom view	Sharp	UK	OS
Differences in melatonin between „electric hypersensitive“ and healthy individuals	Wadman	Sweden	OS
Non visual light modulation - A possible contribution to discomfort at hypersensitivity to electricity	Wibom	Sweden	OS
Haematological changes in a cohort of power industry workers - a prospective study	Törnqvist	Sweden	OS
Multiple frequency magnetic fields exposure near high voltage lines	Vignati	Italy	OS
Determination of electromagnetic emissions from VDT's in Central University of Venezuela	Omana	Venezuela	OS
Mortality of plastic ware workers exposed to radiofrequency electromagnetic fields	Lagorio	Italy	OS
ECG abnormalities in workers exposed to electromagnetic fields at different exposure levels	Zmyslony	Poland	OS
Changes in the nervous system by employees exposed to various electromagnetic fields	Bielski	Poland	OS
Hematological changes in the workers exposed to the non-ionizing radiation	Vukelic	Croatia	OS
EMF mitigation uncertainties	Krómer	Hungary	OS
The adaption of magnetic storm in electromagnetic hypersensitive persons	Markarov	Russian Federation	PS
Electromagnetic field in workplaces in Cotonu, Benin	Fayomi	Benin	PS
Cancer cluster among young indian adults living near power transmission lines	Koifman	Brasil	PS
Biological effects of weak electromagnetic fields as environmental stressors	Dreimanis	Lavtia	PS
Effects of electromagnetic (50 Hz) fields on psychomental reactions and parameters of brain function	Maintz	Germany	PS
24-hour blood pressure monitoring in workers exposed to electromagnetic fields	Zmyslony	Poland	PS
A policy for reduction of health risks due to exposure to electric and magnetic fields	Aringer	Sweden	PS
Relations between symptoms of electric hypersensitive individuals and physical factors	Bergqvist	Sweden	PS
A prospective study among power industry workers incidence of symptoms from the nervous system	Hagman	Sweden	PS
Similarity of effects induced by ELF Amplitude modulated RF and ELF magnetic fields on PHB in vitro	Giulani	Italy	PS

Zusammenstellung aller Vorträge zum Thema „EMF“