

# ATHEM-2 Projekt der AUVA

## Kurzfassung

---

Wien, im Mai 2016

Das ATHEM-2 Projekt (2011 bis 2016) mit dem Titel „Untersuchung athermischer Wirkungen elektromagnetischer Felder im Mobilfunkbereich“ ist eine Fortsetzung des ATHEM-1 Forschungsprojektes (2002-2008):

## 1 Projektbeteiligungen/Rollen

- Auftraggeber und Finanzierung: Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA), Wien
- Projektleitung: Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA), Wien
- Projektkoordination: Prof. Dr. Wilhelm Mosgöller, SCIgenia GmbH & Med. Univ. Wien
- Planung und Bau einer Expositionsanlage f. die Exposition freiwilliger Probanden: Abt. Sichere Mobilkommunikation, Austrian Research Centers GmbH – ARC Seibersdorf
- Doppelt blinde Durchführung der Exposition zu HF-EMF freiwilliger Probanden: Institut für Umwelthygiene, Medizinische Univ. Wien
- Doppelt blinde Untersuchung zellulärer Mechanismen: Genotoxizität: Medizinische Univ. Wien, KIM-I, Abt. Inst. für Krebsforschung, Wien

## 2 Projekt-Hintergrund

- Damit Mobiltelefone miteinander kommunizieren können verwenden sie hochfrequente elektromagnetische Felder (HF-EMF). Wer ein Mobiltelefon nutzt, ist diesen Feldern ausgesetzt (exponiert). Das Projekt untersuchte, ob und wie diese Exposition zu HF-EMF Zellen und -Funktionen des Körpers verändert.
- In Italien hat ein Höchstgericht erstmals den Gehirntumor eines Managers auf sein häufiges mobil-Telefonieren zurückgeführt, und der Kläger erhält eine 80% Berufsunfähigkeits-Rente (Berufungsgericht Brescia, Sektion Arbeitsgericht, Urteil Nr. 614/09).
- Die IARC (WHO) hat 2011, die elektromagnetischen Felder des Mobilfunks als „möglicherweise krebserregend“ (Kategorie 2B) eingestuft.<sup>[1]</sup> Für die schärfere Einstufung „2A“ fehlten zu diesem Zeitpunkt unter anderem der zelluläre Wirkmechanismus, der die epidemiologischen Daten (Erkrankungshäufigkeiten in der Bevölkerung) erklären kann.
- Hinweise aus epidemiologischen Studien (Krankheitsfälle in der Bevölkerung) lassen sich relativieren oder untermauern, je nachdem, ob man unter Laborbedingungen Zellveränderungen, welche an der Krankheit beteiligt sind (z.B. gentoxische Wirkungen) findet oder nicht. Daher lag bei diesem Projekt ein Schwerpunkt auf Labor-Untersuchungen zum zellulären Mechanismus, möglicher gentoxischer Wirkungen.

## 3 Methodische Ansätze

### 3.1 Humanexperimente

Es wurde eine Expositionsanlage für die **doppelt blinde Exposition** der Wangenschleimhaut bei freiwilligen Probanden konstruiert. Zellen der Wangenschleimhaut sind für die Untersucher leicht und „unblutig“ zugänglich. Nach der gezielten Exposition wurde geprüft, ob in der Wangenschleimhaut expositionsbedingte Zell-Veränderungen festgestellt werden können.

Dieser Versuchsansatz bot gleichzeitig die Möglichkeit, früher beschriebene Wirkungen der Exposition auf kognitive Hirnleistungen nachzuuntersuchen. Parallel zur gezielten Exposition der Wangenschleimhaut wurde überprüft, ob die Streu-Felder die das Gehirn erreichen kognitive Leistungen verändern können.

### **3.2 In vitro Experimente**

Mittels verschiedener Varianten des so genannten **Comet Assay's** wurden spezifische expositionsbedingte aber grundsätzlich reparaturfähige DNA-Schäden erfasst.

Mittels des so genannten **Mikro-Kern Assays** wurde nach einmaliger Exposition untersucht, ob permanente (nicht reparierte) DNA Schäden auftreten.

## **4 Qualitätssicherung bei der Umsetzung**

- Alle Arbeitspläne wurden von externen Experten begutachtet (peer-reviewed) und befürwortet.
- Alle Experimente wurden „**doppelblind**“ durchgeführt, um subjektive Sichtweisen auszuschalten. Weder die freiwilligen Probanden, noch die Experimentleiter und deren Mitarbeiter wussten während der Exposition und Probenaufbereitung über die Expositionsbedingungen Bescheid.

## **5 Ergebnisse**

### **5.1 Humanexperimente**

Die HF-EMF Exposition kann an Mundschleimhautzellen geringe gentoxische und zytotoxische Wirkungen hervorrufen. Bei Viel-Telefonierern fanden sich diskrete Hinweise auf die Kumulation der Wirkungen durch die Exposition.

HF-EMF Exposition kann die **Reaktionszeit verkürzen**, allerdings um den Preis bei einfachen Entscheidungstests die **Fehlerrate anzuheben**. Bei komplexeren Abläufen wie Gedächtnistests steigt unter Exposition beides, sowohl die Nachdenkzeit (Reaktionszeit) als auch die Fehlerrate.

### **5.2 In vitro Ergebnisse**

Es gibt **empfindliche** und strahlungs-**unempfindliche** Zellen. Die Untersuchung von insgesamt 8 Zelltypen bestätigte den ATHEM-1 Befund, dass die HF-EMF Exposition bei einigen Zellen die DNA-Läsionsrate erhöht, während andere Zellen keine Veränderungen erfahren. Publierte Ergebnisse zu Wirkungen (an einem sensiblen Zelltyp) sind also KEIN Widerspruch zu Ergebnissen mit unsensible Zellen.

Es gibt eine **Latenzzeit**. Der Befund aus ATHEM 1, dass es zwischen Beginn der Exposition bis hin zum Auftreten der Wirkungen Zeit braucht, wurde bestätigt.

Die **Oxidationsrate** steigt. Wir beobachteten, dass HF-EMF Exposition die DNA oxidieren - und somit - brüchig machen kann.

HF-EMF Exposition kann **synergistisch** mit anderen Einflüssen zusammenwirken, wie z.B. Zellstress. Bei vorgestressten Zellen erhöhte die HF-EMF Exposition die DNA-Bruchrate signifikant.

HF-EMF Exposition kann **spezifische zelluläre Reparaturmechanismen** aktivieren. Dieser Befund bestätigt einerseits, dass DNA-Läsionen aufgetreten sind, und stützt andererseits die Annahme, dass die durch HF-EMF Exposition entstandenen DNA-Schäden repariert werden können.

Die DNA-Brüche werden repariert. Wir konnten einen weiteren Befund aus dem ATHEM-1 Projekt erhärten, dass nach Expositionsende die in den Zellen entstandenen **DNA-Schäden innerhalb ca. 2 Stunden verschwanden**.

## 6 Interpretation

Einige unserer Projektergebnisse wie z.B. dass es empfindliche und unempfindliche Zellen gibt, bestätigen Befunde aus dem EU-REFLEX Projekt (2000 - 2004) und dem ATHEM-1 Projekt (2002-2008).

Der Befund „es gibt **empfindliche** und **unempfindliche** Zellen“ drückt aus, dass bisher diskutierte Widersprüche aufgrund von positiven und negativen Ergebnissen nur scheinbare Widersprüche darstellen.

Der Befund „**Latenzzeit**“ begründet die Vorsorgeempfehlung: „halte die Exposition kurz“.

Wir konnten beobachten, dass ein zugrunde liegender **Wirkmechanismus** für die HF-EMF expositionsbedingten DNA-Brüche die **Oxidation der DNA** ist. Dass HF-EMF Exposition oxidative DNA-Läsionen bewirken kann, stimmt mit internationalen Befunden überein. Oxidierte DNA ist leichter brüchig. Somit kann allein dieser Befund erklären, wie die Exposition zu niederenergetischen Feldern die DNA Bruchrate erhöht.

Die gefundenen zellulären Mechanismen (Oxidation, Beeinflussung der DNA Reparatur) wurden in bisherigen Forschungen kaum berücksichtigt. Es handelt sich dabei um bisher unerkannte Einflussgrößen, die erklären können warum Forscher in der Vergangenheit unterschiedliche Empfindlichkeiten vorfanden, und somit zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen kamen.

Nach einmaliger Exposition fanden sich keine bedeutsamen Anstiege permanenter nicht reparierter DNA-Schäden. Offenbar können zelleigene DNA-Reparatur Systeme nach Kurzzeitexposition bleibende Schäden weitgehend abwenden. Um zu untersuchen, dass bei wiederholter und/oder Langzeit-Exposition permanente Schäden kumulieren, bräuchte es einen anderen Versuchsansatz als den in diesem Projekt gewählten.

Dosisabhängigkeit: Es fand sich keine klare Dosis-Wirkungs-Beziehung, die es erlaubt einen Grenzwert, ab dem keine Effekte auftreten (Null-Effekt-Level), zu bestimmen. Daher kommt den Vorsorge-Empfehlungen für Mobilfunkanwender wie Abstand halten, Headset verwenden, etc. besondere Bedeutung zu.

## 7 Gesundheitliche Relevanz der gefundenen Effekte

- Keine der gefundenen Effekte lassen den Schluss auf direkte gesundheitsschädliche Wirkungen zu, allerdings:
- die expositionsbedingte erhöhte DNA-Bruchrate ist ein Hinweis auf ein möglicherweise erhöhtes Langzeit-Risiko bei Hochexponierten. Viel-Telefonierer können ihr Risiko reduzieren indem sie strahlungsreduzierende Vorsorgemaßnahmen einhalten.
- Die Möglichkeit, dass sich Reparaturfehler und permanente DNA-Schäden (unter der Messgrenze von Einzelbestimmungen) über Jahre ansammeln, stützt die Empfehlung expositionsreduzierende Vorsorgemaßnahmen einzuhalten.
- Da ein Teilprojektleiter (Gernot Schmid, gemeinsam mit Niels Kuster, ETH Zürich) während der ATHEM-2 Projektlaufzeit ermittelte, dass Mobiltelefone die derzeit gültigen Grenzwerte wesentlich überschreiten können (um den Faktor 20)<sup>[2]</sup>, sind die unten angeführten Vorsorgemaßnahmen im persönlichen Umfeld die sinnvollste Strategie, um ein mögliches Risiko zu minimieren.

## 8 Besonders betroffene Personengruppen

- Die Rate der DNA-Veränderungen überstieg erst Stunden nach Expositionsbeginn die Nachweisschwelle unserer Messmethoden. Die Veränderungen häufen sich also mit der Zeit. Somit sind die Ergebnisse für Langzeit- und Viel-Telefonierer relevant.
- Nachdem es sich bei den DNA-Brüchen um biologische Effekte handelt, die erst nach Jahren der Exposition gesundheitlich wirksam werden können, profitieren vor allem Jugendliche und Kinder von Vorsorgemaßnahmen.

## 9 Vorsorge- und Schutzmaßnahmen

### Bei der Anschaffung eines Mobiltelefones:

- Wahl eines Mobiltelefons mit Freisprech-Funktion (ermöglicht Distanz beim Telefonieren)
- Handy mit niedrigem SAR-Wert wählen ([www.handywerte.de](http://www.handywerte.de))

### Tipps für Vielelefonierer

- Halte Dich kurz: kein stundenlanges Handy-Telefonieren!  
Für lange Telefonate, eher das Festnetz benützen, oder
- Verwende ein Kabel im Ohr, und halte Abstand zwischen Handy und Kopf
- Nutze die Freisprech-Funktion mit dem Handy am Tisch, statt am Ohr
- Im Auto die Freisprech-Funktion aktivieren, oder besser  
Mikrophon mit Außenantenne verwenden
- Nicht bei schlechtem Empfang telefonieren (im Keller oder Aufzug)
- Mobiltelefon in die Tasche geben, und möglichst nicht am Körper tragen  
Es ist zu beachten, dass moderne Smartphones praktisch ständig aktiv sind. Besonders ein bewegtes Gerät (z.B. im Verkehr oder beim Gehen in der Stadt) ist ständig funktaktiv.

### Tipps für Kinder, Jugendliche und Jederfrau/man

- Gelegentlich off-line ist cool !  
Lass Dich nicht beherrschen, sondern beherrsche Dein Handy!
- Halte Abstand, Mache Pausen, Halte Dich kurz,  
SMS und WhatsApp schreiben ist besser als telefonieren.
- Spiele und Musikhören nur offline (im Flugzeug Modus)
- im Schlafzimmer abdrehen, oder entfernt ablegen,  
bei Weckerfunktion nur Flugzeugmodus

## 10 Weiterer Forschungsbedarf

- Nachdem die **DNA-Schäden durch Oxidation** entstehen können, wäre folgerichtig zu untersuchen, ob Antioxidantien (z.B. spezifische Vitamine) die Wirkung von HF-EMF verkleinern, bzw. beheben.
- Weil permanente **DNA Schäden kumulieren** könnten, bedarf es gezielter Forschungsanstrengungen, um die Relevanz dieses Sachverhalts im Alltag zu bestimmen.
- Abklärung der **zellulären Grundlagen**, warum gewisse Zellen gegenüber HF-EMF **empfindlich** sind und andere nicht?
- Welche weiteren **synergistischen** Wirkungen gibt es?  
Welche Bedeutung haben diese im Alltag?

## **11 Sonstiges**

Im Herbst 2016 erscheint ein Kurzfilm-Film zum ATHEM-2 Projekt, der alltagstaugliche Präventionsmaßnahmen anschaulich aufzeigt.

### **Rückfragehinweis:**

A.o. Prof Dr. Wilhelm Mosgöller,  
Tel.: 0664 28 48 324,  
Email: wilhelm.mosgoeller@meduniwien.ac.at

## **12 Zitierte Literatur**

1. IARC, Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Non-ionizing radiation, Part II: Radiofrequency electromagnetic fields. Vol. 102. 2013, Lyon, France IARC Press.
2. Schmid, G. and N. Kuster, The discrepancy between maximum in vitro exposure levels and realistic conservative exposure levels of mobile phones operating at 900/1800 MHz. Bioelectromagnetics, 2015.