

## Vorwort

Im Januar 2003 wurde aus der «Forschungs-kooperation nachhaltiger Mobilfunk» die «Forschungsstiftung Mobilkommunikation». An dieser Stelle möchte ich allen danken, die dazu beigetragen haben, dass diese Transformation gelingen konnte. Mein besonderer Dank geht (i) an die Stifter und Geldgeber: die ETH Zürich und die Mobilfunkanbieter Orange, Sunrise, Swisscom Mobile und 3G Mobile und (ii) an die weiteren Träger der Stiftung: die Bundesämter BAG und BAKOM; die Umweltverbände AefU, SES und Pro Natura; sowie die in Stiftungsrat und wissenschaftlichem Ausschuss vertretenen Forschungsinstitutionen ETH Zürich, EPF Lausanne, Universität Zürich, Universität Basel, Universitätsspital Zürich, Kantonsspital Basel und Stiftung it'is. Und mein grosser Dank geht an die Persönlichkeiten, Kolleginnen und Kollegen, die in ehrenamtlicher Arbeit in Stiftungsrat und wissenschaftlichem Ausschuss das Funktionieren der Stiftung überhaupt erst ermöglichen.

Der Jahresbericht 2003 legt Rechenschaft über das erste ordentliche Geschäftsjahr der Forschungsstiftung ab. Im Hauptgeschäftsbereich, der Forschungsförderung, wurden im Berichtsjahr aus 27 eingegangenen Projektanträgen 4 ausgewählt und finanziell gefördert (siehe Kapitel 6). 4 laufende Studien wurden 2003 abgeschlossen (siehe Kapitel 7). Aus den Forschungsaktivitäten resultierten im Berichtsjahr 13 Publikationen, davon 4 in peer-reviewed Zeitschriften, sowie eine Vielzahl von Beiträgen und wissenschaftlichen Konferenzen.

Die übrige Geschäftstätigkeit konnte dank dem Engagement von Nicole Heuberger, die im Februar in die Stiftung eintrat, professionalisiert und ausgebaut werden. Der neue Internet-Auftritt hat die internationale Präsenz der Stiftung deutlich erhöht, und der Medienworkshop an der ETH hat, neben dem Hauptziel der Wissensvermittlung an Medienschaffende, die Sichtbarkeit der Forschungsstiftung auch bei den JournalistInnen vergrössert.

Zum Schluss möchte ich mich bei allen Forschenden bedanken. Ihre Arbeit trägt dazu bei, dass die wissenschaftlichen Erkenntnisse generiert werden, die zur Bewältigung der gesellschaftlichen Diskussion um Chancen und Risiken der Mobilfunktechnologie notwendig sind.

*Gregor Dürrenberger*



## Preface

In January 2003, the “Research Co-operation Sustainable Mobile Communication” transformed into the “Swiss Research Foundation on Mobile Communication”. I want to express my gratitude to all those that invested energy, spirit and money into this challenging adventure. My special thanks go (i) to the founders and sponsors of the Foundation: ETH Zurich and the providers Orange, Sunrise, Swisscom and 3G-Mobile; (ii) to the other supporters of the Foundation: the Federal Offices BAG and BAKOM; the NGO's AefU, SES and Pro Natura; the research institutions represented in the Foundation Board and the Scientific Committee: ETH Zurich, EPF Lausanne, Universities and University Hospitals of Zurich and Basle, Foundation it'is. Last but not least, I want to thank especially those personalities and colleagues that guarantee the operating of the Foundation with their complimentary work as member of the Foundation Board or the Scientific Committee.

The Annual Report 2003 informs about the first years' activity of the Foundation. Concerning its main business, research funding, 4 out of 27 received proposals were selected and finally funded (for short reports see section 6). In 2003, 4 projects terminated (see section 7). In the reporting period, the researchers funded by the Foundation published 13 scientific papers, 4 in peer-reviewed journals, and heavily contributed to scientific conferences and symposia.

Concerning business in general, Nicole Heuberger joined the Foundation in February 2003. Her personality and skills contributed substantially to the fact the services improved in qualitative and quantitative terms. Among others, a media-workshop – organized at ETH in October – and a new homepage – launched in July – increased visibility on both the national as well as the international level.

I want to close by saying thank you to the researchers. Without their work no new insights to open questions would be generated, and without those insights public discourse about pros and cons of mobile technologies could not be informed by scientific facts and figures.

*Gregor Dürrenberger*

## Kurzportrait der Forschungsstiftung

### Mission

Die Forschungsstiftung Mobilkommunikation mit Sitz an der ETH Zürich ist eine vom Bund anerkannte, gemeinnützige Stiftung mit folgenden Zwecken:

- ▶ Förderung von qualitativ hoch stehender wissenschaftlicher Forschung über Chancen und Risiken der Mobilkommunikation.
- ▶ Publikation der Forschungsergebnisse in wissenschaftlichen Organen.
- ▶ Interessenneutrale Vermittlung von Erkenntnissen an die Gesellschaft sowie die Förderung der offenen Kommunikation zwischen Interessengruppen.

Die Dienstleistungen der Forschungsstiftung können von allen an der Thematik interessierten Personen und Institutionen nachgefragt werden.

### Gründungsgeschichte

Im Herbst 2002 wurde die Forschungsstiftung von den Mobilfunkanbietern Orange, Sunrise, Swisscom und 3G Mobile sowie von der ETH Zürich gegründet. Die Stiftung untersteht der eidgenössischen Stiftungsaufsicht und ist seit Januar 2003 im Handelsregister des Kantons Zürich eingetragen (Firmen Nr. CH-020.7.001.039-1). Sie ist aus der «Forschungskoope- ration nachhaltiger Mobilfunk» hervorgegangen, welche im Jahre 2000 zwischen ETH Zürich und diAx lanciert wurde.

### Forschungsförderung

Die Stiftung unterstützt Projekte in allen wissenschaftlich relevanten Bereichen, die für die Öffentlichkeit wichtige Fragen über Chancen und Risiken des Mobilfunks untersuchen (für eine – nicht als abschliessend zu betrachtende – Liste von Forschungsfeldern siehe Tabelle 1).

Die Projektvergabe geschieht völlig unabhängig

<b>Grundlagenforschung / Basic Research</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ In-vitro- und In-vivo-Studien / <i>in-vitro and in-vivo studies</i></li> <li>▶ Dosimetrie / <i>dosimetry</i></li> <li>▶ Humanstudien / <i>human studies</i></li> </ul>
<b>Risikowahrnehmung und -kommunikation / Risk perception and -communication</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Risikowahrnehmung / <i>Risk perception</i></li> <li>▶ Risikokommunikation / <i>risk communication</i></li> <li>▶ Risikomanagement / <i>risk management</i></li> <li>▶ Regelungsbedarf / <i>regulatory issues</i></li> </ul>
<b>Technologie und angewandte Forschung / Technology and applied research</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Ökobilanzen (LCAs) / <i>Eco-design (LCA's)</i></li> <li>▶ Zukünftige Technologien / <i>design of mobile phone infrastructure, schemes for dismantling</i></li> <li>▶ Messfragen / <i>siting issues, measurement problems</i></li> </ul>

Tabelle 1 / Table 1: Forschungsfelder / Research Areas.

## The Research Foundation in brief

### Mission

The Swiss Research Foundation on Mobile Communication, located at ETH Zurich, is a non-profit foundation approved by the Swiss Federal Supervisory Board of Foundations. The foundation's aims are:

- ▶ Promote innovative research projects and contribute to the investigation of opportunities and risks associated with mobile communication.
- ▶ Publish research results in scientific journals.
- ▶ Disseminate research findings to the public and improve communication among stakeholders.

Its services are available for all interested and involved people and institutions.

### History

The Research Foundation was founded by Orange, Sunrise, Swisscom, 3G Mobile and ETH Zurich in July 2002 and was registered by the Commercial Registry Office of the Canton of Zurich in January 2003. (No. CH-020.7.001.039-1) The foundation is the successor organisation of the Research Cooperation Sustainable Mobile Communication established 2002 by ETH and diAx.

### Research Programme

The Research Foundation funds projects that investigate important questions of public concern related to the opportunities and risks of mobile phone technology. Most projects concern one or more of the following research areas (table 1; the list should not be considered final).

The projects are funded independently from the founders. Applicants are requested to publish resulting research findings in scientific (peer-reviewed) papers.

von den Geldgebern. Projektnehmer sind verpflichtet, Ihre Forschungsergebnisse in wissenschaftlichen Publikationsorganen zu veröffentlichen.

Die Beurteilung der Forschungsgesuche und die Auswahl der förderungswürdigen Projekte obliegen dem Wissenschaftlichen Ausschuss der Stiftung. Er garantiert für forschungspolitische Unabhängigkeit und hohe wissenschaftliche Qualität der unterstützten Projekte. Stichdatum für die Eingabe von Projektanträgen ist der 1. September. Details zum Förderverfahren (Teilnahmebedingungen, Evaluationsverfahren, Richtlinien etc.) sind auf der Homepage zu finden:

[www.mobile-research.ethz.ch/ausschreibung.htm](http://www.mobile-research.ethz.ch/ausschreibung.htm)

### **Finanzierung**

Die jährlich vereinbarten Zuwendungen der Stifter Orange, Sunrise und Swisscom betragen je SFr. 200 000. Die ETH Zürich trägt durch Infrastruktur sowie die institutionelle Einbettung zur Stiftung bei. Für 2004 stehen der Stiftung gesamthaft SFr. 600 000 zur Verfügung.

### **Organisation**

Die Forschungsstiftung wird vom Stiftungsrat geführt. Er setzt sich zusammen aus 4 Hochschulvertretern und je einem Vertreter der involvierten Bundesbehörden (BAG, BAKOM), der Anbieter (Orange, Sunrise, Swisscom) und der Umweltverbände (Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz, SHS, Pro Natura, SES). Gegenwärtig sind die Bundesbehörden durch das BAG, die Anbieter durch Sunrise und die Umweltverbände durch die Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz vertreten.

Der Wissenschaftliche Ausschuss ist für die Projektvergabe zuständig und besteht aus 8 Fachleuten aus Hochschulen und Spitälern.

Die operative Leitung obliegt der Geschäftsstelle.

Über die aktuelle personelle Zusammensetzung gibt das Organigramm (siehe Seite 43) Auskunft.

### **Leistungsprofil**

Neben ihren Haupttätigkeiten der Forschungsförderung und der Informationsvermittlung bietet die Stiftung folgende Dienstleistungen an:

- ▶ Auskünfte und Beratung,
- ▶ Teilnahme an Informationsveranstaltungen,
- ▶ Gutachtertätigkeit,

Scientific project evaluation and decisions about support are taken by the Scientific Committee of the Research Foundation that guarantees for impartial, independent and science based decisions of high scientific quality projects. Submission date for pre-proposals is September 01. Further details about application procedures such as requirements and guidelines can be obtained from the homepage ([http://www.mobile-research.ethz.ch/english/ausschreibung\\_e.htm](http://www.mobile-research.ethz.ch/english/ausschreibung_e.htm)).

### **Funding**

The agreed contribution of the founder Orange, Sunrise, and Swisscom is 200,000 SFr. per year. The infrastructure and an institutional embedding are supplied by ETH Zurich. The Research Foundation counts with a budget of 600,000 SFr. for the year 2004.

### **Organisation**

The Research Foundation consists of a Foundation Board and a Scientific Committee.

The Foundation Board is composed of four scientists from universities and one representative from each of the three stakeholder groups:

- ▶ Swiss Federal Authorities (Office of Communications, BAKOM; Office of Public Health, BAG; represented by BAG).
- ▶ Environmental organisations (Swiss Energy Foundation, SES; Pro Natura; Swiss Heimatschutz, SHS; Doctors for Environment, AefU; represented by AefU).
- ▶ Industry (Orange, Sunrise, Swisscom; represented by Sunrise).

The Scientific Committee is responsible for project evaluation. It is composed of eight experts from universities and hospitals.

The operational management is consigned to the office.

See the Organisation Chart for details about the whole structure (see page 43).

### **Services**

The Research Foundation offers – besides its main activity of research funding – the following services:

- ▶ Information and advice,
- ▶ Participation in information meetings,
- ▶ Scientific reviews,
- ▶ Organisation of seminars and scientific conferences,

- ▶ Organisation von Kursen und wissenschaftlichen Anlässen,
- ▶ Projektbegleitungen.

Die Teilnahme an Informationsveranstaltungen und die Erteilung von Auskünften bzw. die mündliche Beantwortung von Anfragen ist grundsätzlich unentgeltlich. Über Zusagen zur Teilnahme an Veranstaltungen entscheidet die Forschungsstiftung autonom.

Gutachtertätigkeiten (Kommentare zu wissenschaftlichen Publikationen, Review-Berichte und andere wissenschaftliche Aufträge) werden gegen eine Entschädigung auf Stundenbasis durchgeführt. Der Ansatz beträgt SFr. 50/h.

Auf Wunsch und in Absprache mit Interessenten (Behörden, NGOs, Betreiber, andere) führt die Forschungsstiftung auch Weiterbildungskurse, wissenschaftliche Anlässe oder Projektbegleitungen durch. Diese Aktivitäten werden kostendeckend verrechnet.

- ▶ Project-coaching.

Generally, providing information like answering questions by phone and participation in information meetings is free of charge. The decision about participation in information meetings is with the Research Foundation.

Expertise (comments on scientific publications, review-reports and other scientific expertise) is charged on a basis of 50 SFr. per hour.

The Research Foundation offers seminars, scientific events as well as project-coaching upon request and in exchange with interested organisations (government offices, NGOs, providers, others). These activities are charged at real cost.

## Aktivitäten 2003

### Forschungsförderung

Neben den üblichen Monitoring-Aufgaben der laufenden Projekte wurde im Herbst 2003 eine Ausschreibungsrunde durchgeführt, welche auf grosses Echo stiess. Insgesamt gingen 27 Projektanträge von internationalen wie auch nationalen Forschungsteams ein. Die Gesamtsumme der Anträge belief sich auf knapp SFr. 4,3 Mio. Aufgrund der knappen Mittel konnten leider viele förderungswürdigen Projekte nicht berücksichtigt werden.

Der Wissenschaftliche Ausschuss bewilligte die folgenden 4 Projekte im Umfang von SFr. 468 200.

- ▶ *Neubauer, Rösli*: Machbarkeitsstudie zu epidemiologischen Studien über mögliche Gesundheitseffekte durch Basisstationen.
- ▶ *Wiedemann, Thalmann, Grutsch*: Bedeutung von Vorsorgemassnahmen und von wissenschaftlichen Unsicherheiten für die EMF-Risikoeinschätzung bei Laien.
- ▶ *Wolf*: EMF und Hirn: Effekte auf zerebralen Blutfluss und Blutvolumen sowie auf neurale Aktivität.
- ▶ *Schär*: Einfluss von EMF auf die Stabilität des menschlichen Genoms.

Sie finden ausführliche Angaben zu diesen Projekten ab Seite 13ff in diesem Jahresbericht und können die Kurzfassungen von der Homepage herunterladen.

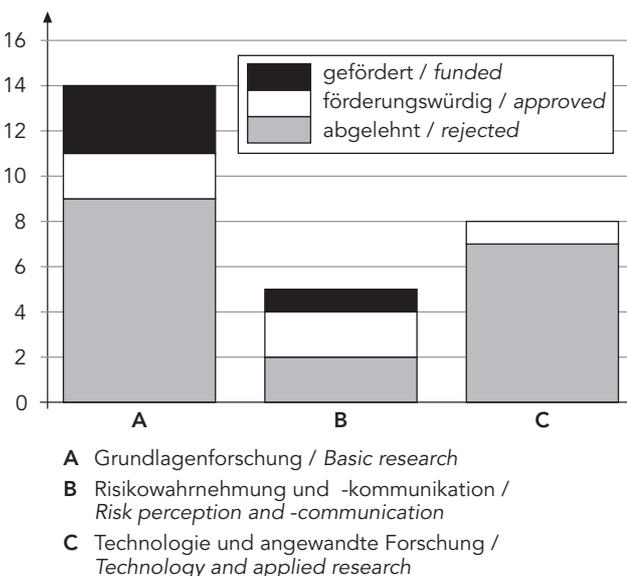


Abbildung 1: Projektanträge 2003 nach Forschungsfeldern.

Figure 1: Proposals 2003 by research areas.

## Activities 2003

### Research Funding

The fall 2003 Call for Proposal attracted 27 tenders from national and international research teams. In all, they applied for 4.3 million SFr. Many quality projects could not be funded due to the restricted budget.

The Scientific Committee granted the following four projects for totally 468,200 SFr.

- ▶ *Neubauer, Rösli*: Study on the feasibility of future epidemiological studies on health effects of mobile telephone base stations.
- ▶ *Wiedemann, Thalmann, Grutsch*: The impact of precautionary measures and scientific uncertainties on laypersons' EMF risk perception.
- ▶ *Wolf*: EMF and brain: Effects on cerebral blood flow, cerebral blood volume and neural activity.
- ▶ *Schär*: Impact of exposure to EMF on human genome stability: replication study and extension.

For further details about the above mentioned projects see page 13ff in this annual report.

Abstracts can be downloaded from the homepage.

Four projects were completed within the reporting period. These are the projects of Thalmann, Scholz, Urech and Zryd. Short summaries of the results are published in this annual report on page 19ff. Full reports are available on the homepage.

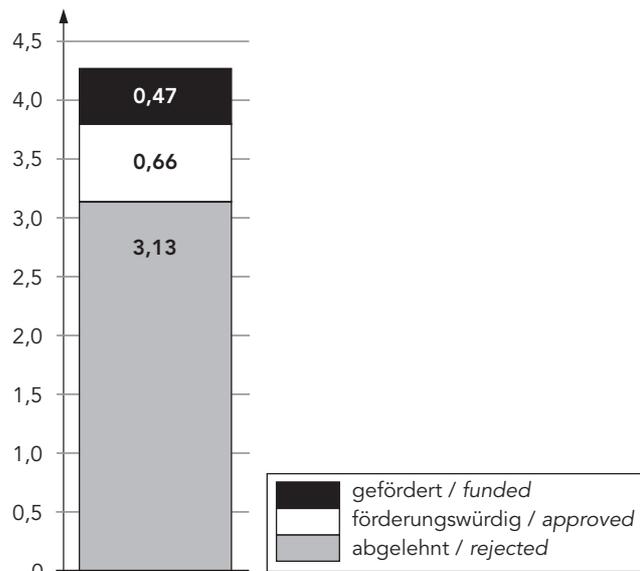


Abbildung 2: Projektanträge 2003 in Mio. SFr.

Figure 2: Proposals 2003 in million SFr.

Die Projekte von Thalmann, Scholz, Urech und Zryd haben in der aktuellen Berichtsperiode ihre Forschungsarbeiten abgeschlossen. Ihre Ergebnisse sind in diesem Jahresbericht ab Seite 19ff kurz dargestellt. Die ausführlichen Schlussberichte finden Sie auf der Homepage.

### Forschungsnahe Aktivitäten

- ▶ COST281: Koordination für die Schweiz, Member of Management Committee; Short Term Mission «Risk Communication and Children», Mitglied Arbeitsgruppe «Risk Communication».
- ▶ Epidemiologie: zusammen mit BAG Anfrage an WHO aus Sicht der Epidemiologie die Cost-Antwort zur Machbarkeit von Epi-Studien und Basisstationen Stellung zu kommentieren; Mitinitiierung einer internationalen Machbarkeitsstudie in diesem Bereich.
- ▶ Hemberg: Projektvorschlag zu Handen der Ombudsstelle für eine mögliche wissenschaftliche Begleitstudie in diesem Themenfeld.
- ▶ Rindererkrankungen und Basisstationen: Diskussion zur Machbarkeit einer wissenschaftlichen Studie im Zusammenhang mit den Problemen in einem Zürcher Hof.
- ▶ Projekt «Dialog Nachhaltiger Mobilfunk»: Mitglied im Steuerungsausschuss.
- ▶ Replikation TNO-Studie: Zusammen mit dem BAG, Beginn Gespräche zur Durchführung einer Replikation in der Schweiz. Präsentation des wissenschaftlichen Diskussionsstandes zur TNO-Studie auf der Homepage.

### Wissenschaftliche Veranstaltungen

- ▶ Am 18.–20. Februar fand das *15<sup>th</sup> International Zurich Symposium and Technical Exhibition on Electromagnetic Compatibility* statt. Die Forschungsstiftung Mobilkommunikation organisierte eine Open Session zum Thema «Exposure to GSM radiation». Chairman war Werner Bächtold. Es wurden folgende Projekte präsentiert:
  - Achermann: Auswirkungen elektromagnetischer Felder des Typs GSM auf Schlaf, Schlaf-EEG und regionale Hirndurchblutung.
  - Wieser/Dobson: Ein ferromagnetischer Wirkmechanismus für biologische Effekte hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung.
  - Zryd: Der Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung auf die Entwicklung und Molekularbiologie des Mooses *Physcomitrella patens* und des Wurms *Caenorhabditis elegans*.

### Research Network Activities

- ▶ COST Action 281: Swiss Coordinator, member of Management Committee; Short Term Mission “Risk Communication and Children”, member of working group “Risk Communication”.
- ▶ Epidemiology: Together with Swiss Federal Office of Public Health (FOPH) request to WHO to comment on the Cost statement concerning epidemiology and base stations. Support to set up an international feasibility study on that subject.
- ▶ Hemberg: Project proposal for a scientific evaluation of Hemberg and/or similar cases.
- ▶ Basestations and cattle: Discussion on about feasibility of a scientific case-study.
- ▶ Project “Dialog on Sustainable Mobile Communication”: Member of Steering Committee.
- ▶ TNO replication study: Together with Swiss Federal Office of Public Health (FOPH) initiative to set-up a replication study in Switzerland. Compilation of scientific discussion (available on the Foundation’s homepage).

### Scientific Events

- ▶ The *15<sup>th</sup> International Zurich Symposium and Technical Exhibition on Electromagnetic Compatibility* took place on February 18–20, 2003. An Open Session entitled “Exposure to GSM radiation” was organised by the Swiss Research Foundation on Mobile Communication. Chairman: Werner Bächtold. The following projects were presented:
  - Achermann: Effects of exposure to electromagnetic fields of type GSM on sleep EEG and regional cerebral blood flow.
  - Wieser/Dobson: Cell mortality in magnetite-producing bacteria exposed to GSM radiation.
  - Zryd: Use of the photosynthesis performance index to assess the effects of high frequency electromagnetic fields on the membrane integrity of the moss *Physcomitrella patens*.
  - Urech/Lehmann: Tradescantia micronucleus bioassay for detecting mutagenicity of GSM-fields.
  - Kuster: Analysis of indoor RF-field distribution.
- ▶ A media workshop “Mobile Communication” was organised in cooperation with Corporate Communications of ETH Zurich in October 2003. Scientific journalists as well as researchers attended the half-day event. Chairman was Rolf Probala (ETH). Five scientists (Frischknecht, Kramer, Schanne, Siegrist and Wieser)

- Urech/Lehmann: Untersuchung der Mutagenität von GSM- und UMTS-Feldern mit dem Tradescantia-Kleinkerntest.
- Kuster: Analyse der RF-Feld Verteilung in Wohn- und Geschäftsräumen.
- ▶ Ende Oktober wurde in Zusammenarbeit mit der Abteilung Corporate Communications der ETH Zürich ein *Medien-Workshop* zum Thema Mobilkommunikation durchgeführt. Zur halbtägigen Veranstaltung wurden Wissenschaftsjournalisten und Forscher geladen. Unter der Leitung von Rolf Probala (ETH) präsentierten die Wissenschaftler (Frischknecht, Kramer, Schanne, Siegrist und Wieser) ihre Resultate. Im Dialog mit Journalisten (HOMEElectronic, Computerworld, Forum Mobil, SF DRS, Computer Networks, Aktuelle Technik, saldo, ETH life) wurden anschliessend Schwierigkeiten der Kommunikation diskutiert, und die Brücke zwischen Medienschaffenden und Forschern konnte geschlagen werden.
- ▶ Wiederum wurde das Seminar «Mobilfunk: Risiken, Konflikte, Regulation» im Rahmen des Lehrbetriebs der ETH-Zürich organisiert:
  - *Risiken I* – Martin Rösli, Uni Bern, Sozial- und Präventivmedizin;
  - *Risiken II* – Michael Siegrist, Uni Zürich, Sozialpsychologie; Dirk Grasmück, ETH, UNS;
  - *Konflikte* – Michael Burkhardt, sunrise, TDC Switzerland;
  - *Regulation* – Martin Reidy, BUWAL.

## Vorträge

Die Forschungsstiftung Mobilkommunikation wurde zahlreich zu themenbezogenen Anlässen eingeladen und nahm an folgenden Informationsveranstaltungen aktiv teil:

- ▶ Swisscom, Thun, 13.03.03: Präsentation «Mobilfunk und Gesundheit: Stand der Forschung».
- ▶ Wirtschaftsförderung NW, Stans, 17.03.03: Podiumsdiskussion: «Mobilkommunikation: Alle wollen ihr Handy, nur die Antennen will niemand».
- ▶ Forum Weiningen, 01.04.03: Präsentation im Rahmen der Abendveranstaltung «Die Umweltbelastung durch elektromagnetische Wellen».
- ▶ Infoveranstaltung Gemeinde Adliswil, 09.04.03: Podiumsdiskussion «Mobilfunk-Antennen».
- ▶ TGZ, Zürich, 19.10.03: Präsentation «Mobilfunk und Gesundheit: Stand der Forschung».



Abbildung 3: Medien-Workshop «Mobilkommunikation».

Figure 3: Media Workshop "Mobile Communication".

presented their project results. Followed by a feedback round, the journalists (HOMEElectronic, Computerworld, Forum Mobil, SF DRS, Computer Networks, Aktuelle Technik, saldo, ETH life) discussed with the scientists about difficulties in communicating research results. The aim of the workshop: fostering exchange between science and media was fully achieved.

▶ Again, a lecture series entitled "Mobile Communication: Risks, Conflicts, Regulation" was organised in cooperation with ETH-Zurich. The following lectures were given:

- *Risks I* – Martin Rösli, University Berne, Social and Preventive Medicine;
- *Risks II* – Michael Siegrist, University Zurich, Social Psychology; Dirk Grasmück, ETH, UNS;
- *Conflicts* – Michael Burkhardt, sunrise, TDC Switzerland;
- *Regulation* – Martin Reidy, BUWAL.

## Lectures

The Swiss Research Foundation on Mobile Communication was invited to many events regarding mobile technology and participated at the following information meetings:

- ▶ Swisscom, Thun, 13.03.03: Lecture "Mobile Technology and Health: State of Research".
- ▶ Wirtschaftsförderung NW, Stans, 17.03.03: Panel discussion "Mobile Communication: They all want a handy, but not the base stations".
- ▶ Forum Weiningen, 01.04.03: Lecture at the event "Environmental impact of electromagnetic waves".

► GS Armee, Zürich, 05.11.03: Präsentation im Rahmen der Vortragsreihe «Informationstechnik und Armee».

**Konferenzen, Workshops, Technical Meetings**

Der nationale und internationale Austausch in und mit wichtigen Forschungsnetzwerken wurde rege gepflegt und verstärkt:

- WHO, Genf, 13.02.03: Meeting betreffend internationaler feasibility-study «Epidemiologie und Basisstationen»
- FGF, Bonn, 7./08.04.03: Koordinations-Meeting/-Austausch.
- FZ Seibersdorf, Wien, 11./12.04.03: Meeting betreffend internationaler feasibility-study «Epidemiologie und Basisstationen».
- COST, Dublin, 15.–17.05.03: MCM und Workshop «Mobile Phone Base Stations and Health».
- BEMS/ICES, Maui, 20.–27.06.03: 25<sup>th</sup> Annual Meeting.
- SES, Zürich, 24.10.03: Fachtagung «Sanfter Mobilfunk: Möglichkeiten und Grenzen».

- Information meeting Adliswil, 09.04.03: Panel discussion “Base station antennae”.
- TGZ, Zürich, 19.10.03: Lecture “Mobile Technology and Health: State of Research”.
- GS Armee, Zürich, 05.11.03: Presentation at the lecture series “Information technology and army”.

**Conferences, Workshops, Technical Meetings**

National and international exchange within and with important research networks could be improved:

- WHO, Genf, 13.02.03: Meeting regarding international feasibility-study “Epidemiology and base stations”.
- FGF, Bonn, 7./08.04.03: Coordination meeting/exchange.
- FZ Seibersdorf, Wien, 11./12.04.03: Meeting regarding international feasibility-study “Epidemiology and base stations”.
- COST, Dublin, 15.–17.05.03: MCM and Workshop “Mobile Phone Base Stations and Health”.
- BEMS/ICES, Maui, 20.–27.06.03: 25<sup>th</sup> Annual Meeting.

Medium	Ausgabe/Seite Edition/Page	Datum/ Date
Basler Zeitung	-/11	18.02.03
Tages-Anzeiger	-/76	18.02.03
Blick	-/13	20.02.03
Berner Zeitung	-/18	25.02.03
Ob- und Nidwalden	n.a.	März 03
saldo	4/11	05.03.03
NZZ	-/60	18.03.03
saldo	n.a.	19.03.03
Beobachter.ch	online	01.05.03
FGF Newsletter	11, 2/32–36	Juni 03
Anzeiger Michelsamt	-/5	17.07.03
Blick	-/11	27.08.03
HOMElectronic	9/92–94	Sept. 03
IT Business	-/32	17.09.03
Tages-Anzeiger	-/10	23.10.03
Computerworld	44/3	31.10.03
ETHLife	online	21.11.03
COST281 Newsletter	-/6	Nov. 03
Bioelectromagnetics	175/9	Nov./Dez. 03
IT Business	6/34–35	Dez. 03
Technische Rundschau	1–2/16–17	23.01.04

Tabelle 2: Medien-Spiegel 2003. Table 2: Article overview 2003.



Abbildung 4: Die Forschungsstiftung Mobilkommunikation erscheint in den Medien.

Figure 4: The Swiss Research Foundation on Mobile Communication is in the media.

- ▶ COST-WS Reisenburg, 03.–06.11.03: «The Blood Brain Barrier (BBB) – Can it be influenced by RF-field interactions?».
- ▶ EBEA/COST Budapest, 13.–16.11.03: 6<sup>th</sup> International Congress of EBEA and COST 281 MCM und Workshop «Mobile Telecommunications and the Brain».

- ▶ SES, Zürich, 24.10.03: Symposium “Sanfter Mobilfunk: Möglichkeiten und Grenzen”.
- ▶ COST-WS Reisenburg, 03.-06.11.03: “The Blood Brain Barrier (BBB) – Can it be influenced by RF-field interactions?».
- ▶ EBEA/COST Budapest, 13.–16.11.03: 6<sup>th</sup> International Congress of EBEA and COST 281 MCM and Workshop “Mobile Telecommunications and the Brain”.

### Medienresonanz

Sowohl in der Tagespresse wie auch in Fachzeitschriften und wissenschaftlichen Newslettern wurden Artikel von und über die Forschungsstiftung Mobilkommunikation und deren Aktivitäten publiziert (siehe Tabelle 2).

### Media

Many articles have been published by, or about, the Swiss Research Foundation on Mobile Communication and its activities. They appeared in newspapers, professional journals and scientific newsletters (table 2).

### Öffentlichkeitsarbeit

Mitte des Jahres wurde die neu gestaltete Homepage aufgeschaltet. Neben neuen Funktionen wurde auch das Design neu definiert.

Im Weiteren gab die Forschungsstiftung Mobilkommunikation in diversen Radio- und Fernsehinterviews (DRS 1, Radio Z, Radio 24, SF DRS) zu aktuellen Themen Rund um den Mobilfunk Auskunft. Auch wurde sie vom SF DRS bei Recherchen zu Sendungen wie MTW konsultiert.

### Public Relations

The new homepage with improved functions and design was unveiled mid-2003.

Furthermore, up-to-date research information about mobile technology and mobile communication was provided to several Swiss radio and TV stations (DRS 1, Radio Z, Radio 24, SF DRS). Moreover, Swiss TV (SF DRS) reporters consulted the foundation during investigations for programmes like MTW.

**Nächster Eingabetermin:**  
1. September 2004

**Teilnahmebedingungen**  
Alle öffentlichen und privaten Forschungsinstitutionen in der Schweiz sowie international können sich um Forschungsmittel bewerben. Grundsätzlich wird nur Forschung auf hohem wissenschaftlichem Niveau, die mit den Zielen der Forschungsstiftung übereinstimmt, unterstützt. Zur Förderung eines Gebietes können auch Vorprojekte (seed money) bewilligt werden.

**Statistik Projektanträge**  
Seit Beginn der Forschungsförderungsaktivitäten im Jahre 2000 gingen 74 Projektanträge im Gesamtvolumen von 11.7 Mio. CHF ein. Davon wurden 17 Projekte im Umfang von 1.9 Mio. CHF gefördert.

Kategorie	Anzahl
Ergebnislos	74
Bewilligt	17

Kategorie	Betrag (Mio. CHF)
Ergebnislos	11.7
Bewilligt	1.9

Kategorie	Anzahl
Produkte (GSM, UWB, etc.)	24
Produkte (GSM, UWB, etc.) (andere Basis)	9
Produkte (GSM, UWB, etc.) (andere Basis)	12
Produkte (GSM, UWB, etc.) (andere Basis)	1
Produkte (GSM, UWB, etc.) (andere Basis)	21
Produkte (GSM, UWB, etc.) (andere Basis)	7

**Evaluationsverfahren**  
Die Evaluation der Projekte erfolgt in einem zweistufigen Verfahren. Als erstes reichen Bewerber ein kurzes **Pre-Proposal** (201K, pdf) ein. Diese Skizzen werden von einem **wissenschaftlichen Ausschuss** nach den üblichen **Kriterien** (57K, pdf) für Forschungsprojekte begutachtet. Die erfolgreichen Bewerber werden aufgefordert, ihr Projekt zu einem **Full-Proposal** (585K, pdf) auszuarbeiten. Die Full-Proposals werden wiederum vom Ausschuss beurteilt. Bei Bedarf werden externe Gutachter beigezogen. Die Gesuchsteller der bewilligten Projekte erhalten einen Vertrag (**Mustervertrag**, 223K, pdf). Rekurse gegen Entscheide des wissenschaftlichen Ausschusses können innert Monatsfrist an den **Stiftungsrats-Präsidenten** adressiert werden.

**Terminplan:**

Monat	September	Oktober	November	Dezember	Januar
Einreichung Pre-Proposal	1. bis 30. September				
Entscheidung Pre-Proposal		1. bis 31. Oktober			
Einreichung Full-Proposal			1. bis 31. November		
Entscheidung Full-Proposal				1. bis 31. Dezember	

Abbildung 5: Neue Homepage www.mobile-research.ethz.ch

Figure 5: New homepage www.mobile-research.ethz.ch

## Ausblick

### Entwicklung der Forschungsstiftung

2004 stehen bezüglich «Entwicklung der Stiftung» zwei Ziele im Vordergrund. Zum einen soll die finanzielle Situation verbessert werden. Angestrebt sind die Konsolidierung der Einnahmen auf der ursprünglich geplanten Höhe von 800 000 SFr. Das zweite Ziel betrifft die Medienpräsenz. Es ist geplant, etwas aktiver in der Öffentlichkeit in Erscheinung zu treten. Auf der Homepage werden vermehrt aktuelle Berichte zum Forschungsstand publiziert. Ein Beispiel dazu ist der Report zur TNO-Studie, der auf eine sehr grosse Nachfrage gestossen ist. Auch soll die Wissenskommunikation mit adressatengerecht konzipierten Veranstaltungen intensiviert werden.

### Forschungsnahe Aktivitäten

Es ist geplant, die TNO-Studie zu replizieren. Voraussichtlich wird das Projekt, wenn es zu Stande kommt, finanziell von den Bundesämtern, den Schweizer Anbietern und der holländischen Regierung getragen.

Die nationale Koordination von COST 281 durch die Forschungsstiftung wird auch 2004 weitergeführt. Es ist vorgesehen, die STM «Mobile Communication and Children» im Berichtsjahr abzuschliessen. Das Frühjahrestreffen von COST 281 wird 2005 in Zürich, zusammen mit dem 16. Internationalen EMC-Symposium, organisiert. Voraussichtlich wird die Forschungsstiftung an diesem Symposium eine «Open Session» zu neu abgeschlossenen Projekten organisieren.

Um die schweizerische Forschung im EU-Kontext noch besser zu vernetzen, soll die Kooperation mit dem EU-Projekt EMF-NET intensiviert werden. Falls auf nationaler Ebene ein Forschungsprogramm «NIS» beschlossen würde, dürfte diese Vernetzung zusätzlich an Bedeutung gewinnen.

### Forschungsförderung

Einsenddatum für Pre-Proposals wird der 1. September 2004 sein. Es werden voraussichtlich 400 000 SFr. für die Projektförderung zur Verfügung stehen.

2004 werden fünf Projekte abgeschlossen: Projekte Fichtner, Haller, Neubauer, Wiedemann, Wieser.

## Outlook

### Development of Research Foundation

Concerning the future development of the Research Foundation, we defined two main goals for 2004. First and most important: we want to increase our income to the originally planned level of 800,000 SFr. per year. The second goal: we want to raise public visibility of the Research Foundation by a more pro-active approach of communicating research findings and conveying general information about EMF-emitting technologies and associated risks. An example of such approach is the well received status-report on the TNO study published on our website in January 2004. Other reports will follow.

### Research Network Activities

We plan to start a replication (and extension) of the TNO study in 2004. If this plan develops into a project, the research will most likely be funded by Swiss Federal Offices, Swiss industry and Dutch Government Ministries.

National co-ordination of COST 281 by the Research Foundation will continue. STM "Mobile Communication and Children" will terminate in 2004. Swiss researchers will contribute to the final document of this short-term mission. The spring meeting of COST 281 will be held in Zurich in 2005, together with the 16<sup>th</sup> International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility. The Research Foundation will also offer an open session at EMC Symposium with the goal of communicating new scientific results from selected projects.

In order to establish a new international platform for Swiss research, co-operation with EU-funded EMF-NET will be intensified in 2004. If Switzerland decides to launch a National Research Programme on "NIR", such a platform will readily offer a valuable network of exchange and research co-ordination.

### Research Funding

The deadline for pre-proposals is September 1<sup>st</sup>, 2004. A total of roughly 400,000 SFr. will be available for project funding.

Five projects will be completed in 2004: Fichtner, Haller, Neubauer, Wiedemann, Wieser. Findings of those projects will be presented in the annual report for 2004.

## Neue Projekte

### EMF und Gehirn: Einfluss auf Blutfluss, Blutvolumen und neuronale Aktivität

Neue Studien mit Positronenemissionstomographie (PET) haben gezeigt, dass gepulste hochfrequente elektromagnetische Felder (EMF) den Blutfluss im Gehirn (CBF) verändern. Die Zeitauflösung von PET ist tief (im Bereich von Minuten), weil PET pro Messung eine separate Injektion eines radioaktiven Indikators erfordert. PET ist gut geeignet, um Langzeiteffekte zu untersuchen. Schnelle Veränderungen des CBF und zerebralen Blutvolumens (CBV) können nicht gemessen werden.

Die Nahinfrarotspektrophotometrie (NIRS) ist eine neuere Methode, um Veränderungen des CBF und CBV zu messen. NIRS ist nicht-invasiv, benötigt keine Injektion von Indikatoren, hat eine hohe Zeitauflösung (100 Hz) und eine gute Ortsauflösung (5 mm). NIRS wird zur Zeit in der Hirnforschung verwendet, um funktionelle Aktivität und Durchblutungsveränderungen im Gehirn zu messen. Funktionelle Veränderungen des CBF und des CBV konnten im Bereich von einigen Promille gemessen werden, was die hohe Empfindlichkeit dieser Methode zeigt. Da NIRS durch elektromagnetische Felder nicht beeinflusst wird, eignet es sich ausgezeichnet, um den Einfluss von EMF, und vor allem von GSM-Signalen, auf die Blutzirkulation im

Abbildung 6: Der Aufbau des Experimentes. Der NIRS-Sensor ist am Kopf des Probanden mittels eines elastischen Bandes befestigt. Die Antenne, die ein definiertes GSM-Signal abstrahlt, ist im Abstand von 11 cm zum Kopf positioniert. In der Mitte des Bildes befindet sich das NIRS-Gerät auf einem Tisch. Rechts im Bild ist der Generator und Sender für das GSM-Signal.

<i>Titel</i>	<b>EMF und Hirn: Einfluss auf den Blutfluss, das Blutvolumen und die neuronale Aktivität des Gehirnes</b> <i>Effects on cerebral blood flow, cerebral blood volume and neural activity</i>
<i>Antragsteller</i>	Dr. M. Wolf
<i>Institution</i>	Universitätsspital Zürich, Klinik für Neonatologie
<i>Laufzeit</i>	Januar 2004 – Juni 2005
<i>Kontakt</i>	martin.wolf@alumni.ethz.ch
<i>Referenz</i>	16



## New Projects

### EMF and brain: Effects on blood flow, blood volume and neural activity

Recent studies using positron emission tomography (PET) have shown that pulsed high-frequency electromagnetic fields (EMF) affect regional blood flow of the human brain (CBF). However, as each PET measurement requires a separate injection of radioactive tracer, the time resolution of PET is very low, typically in the range of minutes. PET is therefore well suited to measure long-term effects but unable to detect short-term changes in blood flow (CBF) and blood volume (CBV) in the brain.

Near-infrared spectrophotometry (NIRS) is a novel method to study changes in CBF and CBV. NIRS is non-invasive, does not require the injection of a tracer and provides a high time resolution (100 Hz) and a good spatial resolution (5 mm). It is currently used in neuroscience to study functional activation and perfusion of the brain. Functional changes in CBF and CBV on the order of mils have previously been detected with NIRS and demonstrate the method's high sensitivity. Since NIRS is inert to electromagnetic interference, it will be applied to study the effects of EMF, in particular GSM signals, on the blood circulation in the brain. Using NIRS, we will be able to investigate short-term effects of EMF exposure on CBF and CBV.

Figure 6: The experimental set-up. The subject has the NIRS imaging sensor attached to the head with an elastic bandage, with the head positioned at a distance of 11 cm of an antenna emitting a defined GSM signal. In the middle of the figure the NIRS instrument is visible on the table. The tower to the right is the generator and emitter of the GSM signal.

Gehirn zu untersuchen. Mit NIRS können schnelle Effekte der EMF auf CBF und CBV bestimmt werden.

Für dieses Forschungsprojekt kommt ein High Speed Optical Brain Imager MCP II zum Einsatz, der in unserem Labor entwickelt wurde. Ein neuer Imaging Sensor erlaubt die Untersuchung einer 3 cm x 6 cm grossen Region und die bildliche Darstellung von den Veränderungen in CBV und CBF.

Mittels ähnlicher Protokolle, wie sie für die funktionelle Untersuchung des Gehirns benutzt werden, werden wir die Kurzzeiteffekte untersuchen, d.h. die Probanden werden wiederholt für kurze Zeit EMF ausgesetzt. Das Protokoll ist doppelblind, d.h. die Messungen werden zwei Mal durchgeführt, einmal mit EMF und einmal ohne.

Ausserdem wird eine dosimetrische Studie durchgeführt werden. Weiterhin wird durch die Verwendung verschiedener Bestrahlungsintensitäten eine Dosis-Wirkungs-Kurve erstellt werden können.

Zusätzlich zur Bestrahlung mit EMF werden die Probanden eine Fingerübung durchführen, um so das Gehirn funktionell zu stimulieren. So können die Veränderungen, die während der Bestrahlung mit EMF gemessen werden, mit funktioneller Gehirnaktivität verglichen werden.

Das vorgeschlagene Projekt wird den schnell auftretende Einwirkung von EMF auf die Blutzirkulation des Gehirnes klären und die Dosis-Wirkungs-Kurve bestimmen.

### **Einfluss von wissenschaftlichen Unsicherheiten und Vorsorgemassnahmen auf EMF-Risikowahrnehmung**

Für die Risikokommunikation in der Kontroverse um die potenziellen Gesundheitsrisiken von Mobilfunktelefonen sind zwei Fragen von besonderer Bedeutung. Zum einen geht es darum, ob und wie Unsicherheiten in der wissenschaftlichen Risikobewertung anzusprechen sind. Zum anderen ist entscheidend, welche Nebeneffekte Vorsorgemassnahmen haben, die mögliche Risiken unterhalb der Grenzwerte abwenden sollen.

In der Studie wird untersucht, ob unterschiedliche Informationen zu den Unsicherheiten der Risikoabschätzung und zu Vorsorgemassnahmen im Bereich des Mobilfunks die Risiko-

For the proposed research, we will use a High Speed Optical Brain Imager MCP II, which was developed in our laboratory. A novel imaging sensor allows for the investigation of a 3 cm x 6 cm area and the creation of 2D images of the changes in CBF and CBV.

The short-term effects will be studied using protocols similar to those previously established for detecting functional activity of the brain, i.e., subjects will be repeatedly exposed to EMF for a short period of time. The protocol will be double-blinded, i.e., the measurements will be carried out twice, once with real and once with sham exposure.

A dosimetric study will also be performed. Furthermore, different exposure levels will be applied to obtain a dose-effect relation.

In addition to EMF exposure, the subjects will carry out a finger tapping task to functionally stimulate the brain. Thus, measured changes in CBF and CBV due to exposure to EMF can be compared to those observed during functional activation.

The proposed project will clarify the short-term influence of EMF on cerebral perfusion and determine the dose response curve.

### **Impacts of the disclosure of scientific uncertainties and of precautionary measures on EMF risk perception**

Regarding risk communication, two crucial issues prevail in the controversy about cellular phones. The first issue refers to the effects of revealing uncertainties of risk assessments. The second issue refers to the question whether precautionary measures should be invoked to mitigate potential hazards beyond the exposure limits.

It is to be examined whether and how different information about uncertainties regarding risk assessment and different regulative measures invoked to implement

the precautionary principle may influence laypersons' risk perception. Two alternative hypotheses are to be tested: It is assumed that the implementation of precautionary measures is perceived as a warning signal indicating that a "real" hazard exists. As a result, perceived risks among lay-

<i>Titel</i>	<b>Der Einfluss von wissenschaftlichen Unsicherheiten und Vorsorgemassnahmen auf die EMF-Risikowahrnehmung</b> <i>The impacts of the disclosure of scientific uncertainties and of precautionary measures on EMF risk perception</i>
<i>Antragsteller</i>	Dr. P.M. Wiedemann, A.T. Thalman, Dr. M.A. Grutsch
<i>Institution</i>	Forschungszentrum Jülich (MUT)
<i>Laufzeit</i>	Dezember 2003–November 2004
<i>Kontakt</i>	p.wiedemann@fz-juelich.de
<i>Referenz</i>	15

wahrnehmung beeinflussen. Im Mittelpunkt steht die Prüfung zweier alternativer Hypothesen zu der Wirkung von Vorsorgemassnahmen. Einmal kann angenommen werden, dass Laien Hinweise auf Vorsorgemassnahmen als Warnsignal auffassen, welches auf ein «bestehendes» Risiko hinweist. Demzufolge würde sich die Risikowahrnehmung erhöhen. Alternativ wird argumentiert, dass die Einführung von Vorsorgemassnahmen vertrauensbildend wirkt und so das wahrgenommene Risiko reduziert.

Diese Studie basiert auf einem experimentellen, zweifaktoriellen Untersuchungsplan. Faktor 1 stellt die unterschiedlichen Vorsorgemassnahmen dar (keine Vorsorgemassnahmen, Expositionsminimierung als generelle Strategie, Einführung von Vorsorgewerten, Vermeidung von sensiblen Standorten, Bürgerbeteiligung bei Standortwahl von Basisstationen). Faktor 2 bezieht sich auf die Unsicherheit der Risikoabschätzung. Abhängige Variablen sind die Risikowahrnehmung sowie das Vertrauen in die Regulationsbehörde. Aus der Kombination der beiden Faktoren in ihren jeweiligen Ausprägungen ergeben sich zehn Treatments. Die Studie wird in der Schweiz an zwei Stichproben – einer deutschsprachigen und einer französischsprachigen – durchgeführt. Insgesamt werden 500 junge Erwachsene befragt.

### **EMF-Einfluss auf Genom-Stabilität des Menschen**

Der Einfluss elektromagnetischer Felder (EMF) auf biologische Systeme ist Gegenstand intensiver gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Diskussionen. In diesem Zusammenhang stellt sich auch die besonders heikle Frage, ob die Exposition gegenüber EMF Genominstabilität in menschlichen Zellen induzieren kann und somit potenziell karzinogen ist. Trotz erheblichem Forschungsaufwand während den letzten 10 Jahren ist es nicht gelungen, eindeutige und robuste experimentelle Evidenz für die Existenz von EMF-induzierten DNA-Schäden zu finden. Ein generelles Problem der Forschung auf diesem Gebiet liegt in der Schwäche der biologischen Effekte der EMF-Exposition, oder anders gesagt, am Fehlen von geeigneten, gut definierten und sensitiven Modellsystemen welche strikt kontrolliertes Ex-

persons might increase. Alternatively, precaution might increase trust, thus reduce perceived risk.

The study uses a two-dimensional experimental design. Factor 1 pertains to the different precautionary measures (no precautionary measures, exposure minimisation as overarching strategy, implementation of precautionary limit values, absence of base stations in sensitive areas, citizen participation in the siting process of base stations). Factor 2 addresses the uncertainty in risk assessments. The dependent variables are risk perception and trust in regulative authorities. The combination of these two factors results in ten treatments. The study is planned to be conducted with two samples, a German speaking and a French speaking sample. In total, 500 young adults will participate in the study.

### **Impact of EMF on human genome stability**

The impact of electromagnetic fields (EMF) on biological systems is subject to an intense ongoing debate. A particularly interesting and sensitive issue is whether EMF exposure induces genome (DNA) instability in human cells and so could have a carcinogenic potential. Despite considerable research efforts by a number of different laboratories over the last decade, solid and undisputed evidence for the existence of EMF-induced DNA damage has not been presented. A major difficulty of the research in this area appears to be the lack of overt biological effects of EMF exposure or, in other words, the lack of appropriate, well defined and sensitive model systems that facilitate elaborate and stringently controlled experimentation. Indeed, many of the studies published have failed to meet this challenge; they appear flawed in design and execution, as they often lack adequate internal controls and even turn out to be non-reproducible (see Lacy-Hulbert et al. 1998).

However, recently published and publicly presented data demonstrate that intermittent exposure of human fibroblast cells to low- and high-frequency EMFs gives rise to a significant number of genomic DNA single- and double-strand breaks (Ivancsits et al. 2002; 2003a; 2003b; E. Diem, personal commu-

<i>Titel</i>	<b>Einfluss von EMF auf die Stabilität des menschlichen Genoms</b> <i>Impact of exposure to EMF on human genome stability: replication study and extension</i>
<i>Antragsteller</i>	Prof. P. Schär, Prof. N. Kuster
<i>Institution</i>	Universität Basel
<i>Laufzeit</i>	Januar 2004 – Dezember 2005
<i>Kontakt</i>	primo.schaer@unibas.ch
<i>Referenz</i>	17

perimentieren ermöglichen. Gerade wegen des Mangels an adäquaten Kontrollen erscheinen viele publizierte Studien auf dem Gebiet fehlerhaft in der Anlage und in der Ausführung und/oder erweisen sich gar als nicht reproduzierbar (Lacy-Hulbert et al. 1998).

Kürzlich allerdings demonstrierte eine Forschungsgruppe aus Wien, dass die intermittierende Exposition menschlicher Fibroblasten in Zellkultur gegen nieder- und hochfrequente EMF Einzel- und Doppelstrangbrüche in der DNA dieser Zellen erzeugen kann (Ivancsits et al. 2002; 2003a; 2003b; E. Diem, pers. Mitteilung). Weder ist bekannt durch welchen Mechanismus diese DNA-Brüche entstehen, noch welchen Einfluss diese Schäden auf die Stabilität des Genoms als Ganzes haben. Da offenbar selbst niedere magnetische Flussdichten im Bereich von 70  $\mu\text{T}$  (50 Hz Sinus) signifikante Mengen an DNA-Strangbrüchen erzeugten und deshalb eine direkte physische Schädigung des relativ stabilen Phosphodiester-Rückgrates der DNA durch das EMF eher unwahrscheinlich scheint, dürften indirekte Effekte, wie zum Beispiel über die Generation von DNA-reaktiven Radikalen, die Modulation der zellulären Reaktion auf DNA-Schäden oder die Veränderungen der Chromatinstruktur, für die Entstehung der beobachteten EMF-induzierten DNA-Strangbrüche verantwortlich sein.

Das Ziel dieses Projektes ist, diese wichtige aber beunruhigende Beobachtung zu reproduzieren und danach im Detail zu untersuchen. Die Studie soll Aufschluss über das Ausmass und die Art EMF-induzierter DNA-Strangbrüche in menschlichen Zellen geben. Die Kombination von sensitiven Techniken zur Detektion und Identifikation von DNA-Schäden mit modernen molekular- und zytogenetischen Strategien zur Analyse von assoziierten biologischen Effekten sollte uns Klarheit über die genetischen Konsequenzen der Exposition humaner Zellen gegen EMF verschaffen.

### **Machbarkeit epidemiologischer Studien zu Basisstationen**

► *Hintergrund:* Die Einführung von GSM-900- und 1800-Mobiltelefonen in den 90er Jahren führte zu einer weitverbreiteten Anwendung dieser Technologie und in weiterer Folge zu einer Zunahme der Exposition der Bevölkerung gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern. Die häufige Benützung von Mobiltelefonen machte dichte Mobilfunknetze mit der entsprechenden Anzahl an Basisstationen erforderlich. Solche Anlagen

(nication). The mechanism by which these breaks occur is not known, nor do we understand how they affect the genome stability in a human cell. Since even magnetic flux densities as low as 70  $\mu\text{T}$  (50 Hz sinus) induced significant levels of DNA strand breaks, a direct impact of the EMF on the DNA phosphodiester backbone can virtually be excluded. However, indirect effects – through the generation of DNA reactive oxygen species, the modulation of DNA repair functions or the cellular DNA damage response, or an alteration of the chromatin structure and associated changes in gene expression patterns – can possibly account for the EMF induced DNA damage observed.

The purpose of this project is to readdress and investigate in greater detail this potentially important and disturbing finding. The study is designed to clarify whether, and to what extent, RF-EMF exposure induces DNA strand breaks in human cells. The combination of sensitive techniques for DNA damage detection and identification with latest molecular- and cytogenetic strategies for the assessment of associated biological effects will yield insight into the genetic consequences of exposure of human cells to EMF – should there be any.

### **Referenzen / References**

- Ivancsits S., Diem E., Pilger A., Rüdiger H.W. and Jahn O. (2002): Induction of DNA strand breaks by intermittent exposure to extremely-low-frequency electromagnetic fields in human diploid fibroblasts. *Mutat. Res.*, 519, 1–13.
- Ivancsits S., Diem E., Jahn O. and Rüdiger H.W. (2003a): Age-related effects on induction of DNA strand breaks by intermittent exposure to electromagnetic fields. *Mech. Ageing Dev.*, 124, 847–850.
- Ivancsits S., Diem E., Jahn O. and Rüdiger H.W. (2003b): Intermittent extremely low frequency electromagnetic fields cause DNA damage in a dose-dependent way. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 76, 431–436.
- Lacy-Hulbert A., Metcalfe J.C. and Hesketh R. (1998): Biological responses to electromagnetic fields. *Faseb J*, 12, 395–420.

### **Feasibility of epi studies on mobile phone base stations**

► *Background:* The introduction of mobile phones based on the digital GSM 900 and 1800 systems in the 1990s led to a wide use of this technology and subsequently to an increase in the environmental exposures to RF fields. The frequent use of mobile phones has necessitated an increased deployment of base stations. Such installations

sind oftmals nahe an Wohnungen oder Häusern installiert und führten in den letzten Jahren oftmals in Teilen der Bevölkerung zu Besorgnis über mögliche gesundheitliche Auswirkungen.

Diese Sorgen bewirkten, dass epidemiologische Studien über mögliche gesundheitliche Auswirkungen der hochfrequenten Emissionen von Basisstationen gefordert wurden. Allerdings müssen verschiedene wissenschaftliche Probleme gelöst werden, bevor über die Durchführbarkeit solcher Studien entschieden werden kann. Dabei handelt es sich beispielsweise um die Verfügbarkeit geeigneter Expositionsmasse. Innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft wurde die Sinnhaftigkeit von epidemiologischen Studien zur Untersuchung von möglichen gesundheitlichen Auswirkungen der hochfrequenten Emissionen von Basisstationen kontrovers und teils heftig diskutiert. Bis heute wurden nur wenige Querschnittstudien zu diesem Thema durchgeführt, die aber keinerlei Schlussfolgerungen erlauben. Gross angelegte, fundierte Untersuchungen fehlen. Viele Fragen wie zum Beispiel über das adäquate Studiendesign, die für die Fragestellungen interessierenden Erkrankungen, das geeignete Expositionsmass und den Umgang mit den Beiträgen anderer hochfrequenter Quellen bleiben offen.

► **Zielsetzung:** Im Rahmen dieses Forschungsprojektes untersuchen führende internationale Wissenschaftler der Fachgebiete Epidemiologie und Hochfrequenzdosimetrie gemeinsam die Durchführbarkeit epidemiologischer Studien über gesundheitliche Effekte infolge der Exposition gegenüber Mobilfunkbasisstationen.

► **Methodik:** Das Projekt besteht aus drei Teilen:

1) *Analyse existierender Studiendesigns epidemiologischer Studien*

Bestehende epidemiologische Untersuchungen über Hochfrequenzquellen und Gesundheit werden analysiert, um die Stärken und Schwächen der angewandten Konzepte zu identifizieren. Die momentane wissenschaftliche Evidenz eines Zusammenhanges zwischen Hochfrequenzfeldern von Basisstationen und gesundheitsrelevanten Effekten wird untersucht.

2) *Vergleich und Analyse von dosimetrischen Konzepten*

Bestehende Konzepte der Expositionsbestimmung werden bewertet. Mehr Informationen über die Exposition

<i>Titel</i>	<b>Machbarkeit epidemiologischer Studien über mögliche Gesundheitseffekte durch Basisstationen</b> <i>Study on the feasibility of future epidemiological studies on health effects of mobile telephone base stations</i>
<i>Antragsteller</i>	Dr. G. Neubauer, Dr. M. Rössli
<i>Institution</i>	ARC Seibersdorf research GmbH
<i>Laufzeit</i>	Dezember 2003–September 2004
<i>Kontakt</i>	georg.neubauer@arcs.ac.at
<i>Referenz</i>	14

are often situated close to dwellings or houses and have become the focus of concerns of segments of the population in recent years.

These concerns resulted in the demand for epidemiological studies on the potential health effects of the RF emissions of such

base stations. However, several scientific problems, e.g., the availability of reliable estimates of exposure, have to be solved before feasibility of such studies can be determined. Within the scientific community, the usefulness of epidemiological studies to investigate health effects related to the RF fields from mobile base stations has been debated controversially. Up to now, only a few cross sectional surveys on possible effects of base stations were performed. These surveys do not allow any conclusions, and sound large scale studies are lacking. Several questions remain open, e.g., the adequate type of study design, the endpoints to be investigated, the adequate exposure metric and the methodology how to deal with the emissions from other RF sources.

► **Objective:** This research project brings together in a collaborative effort leading international scientists in RF-engineering/dosimetry and epidemiology to jointly assess the feasibility of epidemiological studies on health impacts of RF-exposure from mobile phone base stations.

► **Methodology:** The project consists of three parts:

1) *Analysis of existing study designs of epidemiological studies*

Existing epidemiological studies on RF sources and health are analysed to describe existing study designs and to identify strengths and weaknesses. The current scientific evidence of a relationship between RF fields arising from base stations and health effects is investigated.

2) *Comparison and analysis of dosimetric concepts*

Existing exposure assessment methodologies are evaluated. More data on individual types of exposure are urgently needed; little is known to what extent different exposure sources contribute to a subject's overall exposure. The suitability of existing concepts of dosimeters for epidemiological studies is examined. Present day exposure assessment techniques and existing data on exposure of the population are analysed. The contribution from other RF sources to the total exposure is taken into account.

von Individuen sind dringend erforderlich, es ist wenig darüber bekannt zu welchen Anteilen verschiedene Hochfrequenzquellen zur individuellen Exposition beitragen. Die Eignung bestehender dosimetrischer Systeme für epidemiologische Studien wird untersucht, die zur Zeit verfügbaren Methoden der Expositionsbestimmung und bestehende Informationen über die Exposition der Bevölkerung werden analysiert. Die Beiträge anderer hochfrequenter Quellen werden berücksichtigt.

### 3) *Experten-Workshop*

Im letzten Schritt werden die entwickelten Spezifikationen von Experten verschiedener Fachrichtungen im Rahmen eines Workshops evaluiert, nicht geeignete Spezifikationen identifiziert und Kostenanalysen vorgenommen. Bei Abschluss des Projektes sollten ein oder mehrere Konzepte verfügbar sein, die die geeigneten Methoden und das zur Expositionsermittlung infolge der Emissionen von Basisstationen benötigte Equipment beschreiben.

► *Erwartete Ergebnisse:* Der Zweck dieser Studie ist die Untersuchung der Machbarkeit zukünftiger epidemiologischer Studien über gesundheitliche Effekte oder über Auswirkungen auf das Wohlbefinden infolge der Exposition gegenüber den Emissionen von Mobilfunkbasisstationen auf Basis der Evaluierung bestehender Studien und dosimetrischer Konzepte unter Berücksichtigung der Beiträge anderer hochfrequenter Quellen. Wenn möglich wird eine Liste von Empfehlungen und Spezifikationen für solche Studien erarbeitet und eine Kostenanalyse durchgeführt. Eine verständliche Begründung für die Schlussfolgerungen wird in jedem Fall angegeben.

### 3) *Expert workshop*

In the last step, the developed specifications are evaluated by experts in different fields in the frame of a workshop. Specifications not suitable are identified, cost analyses are undertaken. Finally (a) reliable concept(s) should be available to describe the methods and the equipment which have to be used to describe exposure from base stations in a way that is useful for epidemiological studies.

► *Expected results:* The purpose of this study is to investigate the feasibility of future epidemiological studies on health effects or effects on well being of mobile communication base stations by evaluating existing studies and dosimetric concepts; contributions from other RF sources have to be taken into account. If possible, a list of recommendations and specifications for such studies will be developed and a cost analysis will be performed. A comprehensive rationale for conclusions will be given in any case.

## Abgeschlossenen Projekte

### Einfluss des Darstellungsformats auf die Risikoeinschätzung bei Laien

Unsicherheiten im wissenschaftlichen Wissen stellen ein ernst zu nehmendes Problem für die Risikokommunikation dar. Ein gutes Beispiel hierfür stellt die Debatte um Gesundheitsrisiken, bedingt durch elektromagnetische Felder (EMF), dar. Im Zentrum der EMF-Debatte steht die Frage, ob Gesundheitsrisiken unterhalb der ICNIRP-Grenzwerte bestehen oder nicht. Im Moment ist es nicht möglich, von Seiten der Wissenschaft – begründet durch einen Experten-dissens bzgl. der Interpretation der verfügbaren Studien – eine eindeutige Antwort auf diese Frage zu geben. Von Seiten der Risikokommunikation stellt sich nun die Frage, wie diese Unsicherheit im wissenschaftlichen Wissen effizient an Laien vermittelt werden kann. Obwohl einige Kommunikationsstrategien zur Vermittlung verschiedener Evidenzstärken vorgeschlagen werden, ist deren Effizienz nicht überprüft. Diesem Defizit wird in diesem Projekt Rechnung getragen.

In den letzten Jahren sind mehrere EMF-Risikobewertungen verfasst worden. Beispiele hierfür sind die Risikoabschätzung des BUWAL (2003), der SSK (Strahlenschutzkommission) in Deutschland (2001) und des ECOLOG-Instituts (2000). Alle genannten Berichte nutzen eine bestimmte Vorgehensweise, um den aktuellen Wissensstand darzustellen: Einerseits werden Tabellen genutzt, um den aktuellen Wissensstand komprimierter wiederzugeben, und andererseits wird mittels eines verbalen Beschreibungsschemas die Stärke der Beweiskraft dargestellt. Hier stellt sich die Frage, ob und wie diese Vorgehensweise die Risikoeinschätzung bei und Verständlichkeit von Laien beeinflusst.

Zwei Forschungsfragen sind hier von primärem Interesse: (1) Führen verschiedene Darstellungsformate für Informationen (z.B. Tabelle vs. Text) zu Unterschieden in der Risikoeinschätzung bei Laien? (2) Wie verstehen Laien verbale Beschreibungen verschiedener Evidenzstärken? Zur Beantwortung dieser Fragen dienten Teile

<i>Titel</i>	<b>Einfluss des Darstellungsformats auf die Risikoeinschätzung bei Laien</b> <i>Impact of information frame on laypersons' risk appraisal</i>
<i>Antragsteller</i>	A.T. Thalmann, Dr. P.M. Wiedemann, H. Schütz
<i>Institution</i>	Forschungszentrum Jülich GmbH, MUT
<i>Laufzeit</i>	Juni 2002 – Oktober 2003
<i>Kontakt</i>	a.t.thalmann@fz-juelich.de
<i>Referenz</i>	9

## Completed Projects

### Impact of information frame on laypersons' risk appraisal

Uncertainties in scientific knowledge about risks pose a serious problem for risk communication. A good example is the current debate about health risks from radio-frequency electromagnetic fields (EMF). The crux of the debate is the question whether health risks below the limit values, which have been suggested by the

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, exist or not. At present, science is not able to give a clear answer, since experts disagree about the interpretation of available studies on this issue. From a risk communication perspective, the

question is how to communicate effectively the uncertainties in scientific knowledge to laypersons. However, a number of communication tools to indicate different strengths of evidence have been suggested, but their effectiveness has not yet been tested. This deficit is met in this study.

Over the last years, several EMF risk assessments, which used a variety of communication strategies, were carried out. Examples include the report of BUWAL (2003), the Recommendation of SSK (Strahlenschutzkommission) of Germany (2001) and the Report of the Ecolog-Institut in Germany (2000). All these reports use specific strategies to communicate the current state of knowledge: On the one side, tables are used to present the scientific knowledge in a compressed way, and on the other side, verbal description schemes for strengths of evidence are used. The question is whether, and how, such communication strategies will affect laypersons' risk appraisal and understanding.

Two research questions are of primary interest: (1) Do different presentation formats for information (e.g. tables vs. text) provoke differences in risk appraisals among laypersons? (2) How do laypersons understand verbal description of different strengths of evidence? To examine these questions, the reports of SSK and Ecolog were used as base for several experimental studies.

der Berichte von SSK und Ecolog als Basis mehrerer experimentellen Studien.

### Ausgewählte Ergebnisse

Im Zusammenhang mit der ersten Frage wurden Informationen über die Beweiskraft in zwei verschiedenen Formaten dargestellt und Personen bzgl. ihrer Risikoeinschätzung befragt. Wie in der Abbildung 7 gezeigt, spielt das Darstellungsformat für die Risikoeinschätzung eine Rolle. Veränderungen in der Beweiskraft beeinflussen die Risikoeinschätzung im Tabellenformat, nicht aber im Textformat. Wenn im Tabellenformat von «starken Hinweisen» die Rede ist, wird das Risiko höher eingeschätzt als wenn von «schwachen Hinweisen» gesprochen wird. Der gleiche Effekt ist im Textformat nicht zu finden.

Die Darstellung von Informationen in einer Tabelle scheinen eine kritische Prüfung der Qualität von Argumenten bei Laien zu

begünstigen im Gegensatz zu Informationen, die in einem Text wiedergegeben werden. Es ist folglich zu schlussfolgern, dass die Wahl des Darstellungsformats für die Risikoeinschätzung von Laien eine wichtige Rolle spielt.

In Bezug auf die Laienverständlichkeit von verbalen Beschreibungen verschiedener Evidenzstärken waren die Ergebnisse ernüchternd. Wie in den Abbildungen 8 und 9 gezeigt, werden Evidenzkategorien, die von Ecolog und der SSK benutzt werden, nicht in beabsichtigter Weise von Laien verstanden.

Wenn nach den numerischen Einschätzung für die verbalen Beschreibungen der Stärke der Beweiskraft gefragt wird, ergeben sich in den Einschätzungen für die einzelnen Evidenzkategorien grosse Streuungsbereiche und einzelne Kategorien werden sogar als identisch («starker Hinweis» und «konsistenter Hinweis») wahrgenommen (Abb. 8). Auch wenn Definitionen zu den jeweiligen Evidenzkategorien vorgegeben werden, verbessert sich das Verständnis nur im Falle der SSK-Definitionen (Abb. 9). Bei den Ecolog Definitionen verschlechtert sich die Verständlichkeit.

### Selected results

The first question was investigated by presenting information about strength of evidence (“strong hint” and “weak hint”) in two different formats and then asking the participants for their risk appraisal. As shown in Figure 7, the presentation format has an impact on risk appraisal. A change of the strengths of evidence has an influence on the risk appraisal in the case of the table presentation, but not in the case of the text presentation. In the table

format, the risk was perceived higher when “strong hint” was mentioned than when “weak hint” was mentioned. In contrast to the table format, in the text format, both variations of the strengths of evidence lead to the same perceived levels of risk.

Information presented in a table format seems to help people to scrutinize the quality of arguments more critically compared to the text format. In other words, the choice of the information frame plays an impor-

tant role in laypersons’ risk appraisal.

The results of the experiments concerning the understanding of different verbal labels describing the strengths of evidence were disillusioning. As visualized in the Figures below (Figures 8 and 9), evidence labels that have been used in the reports of Ecolog and SSK were not properly understood by laypersons.

When asked to give numerical estimates for the strength of evidence expressed in the labels, these estimates spread very widely and some labels were even perceived as identical (“strong hint” and “consistent hint”) (Fig. 8). And if definitions of the labels were given, the laypersons’ understanding was improved only for the SSK description (Fig. 9). Regarding the Ecolog definitions, there are even more overlaps between different definitions of a label.

Neither of the two communication tools used by experts for communicating the strengths of evidence was properly understood by laypersons. The verbal labels (e.g., “suspicion” or “consistent hint”) did not have the same meaning for the participants of this study. Although def-

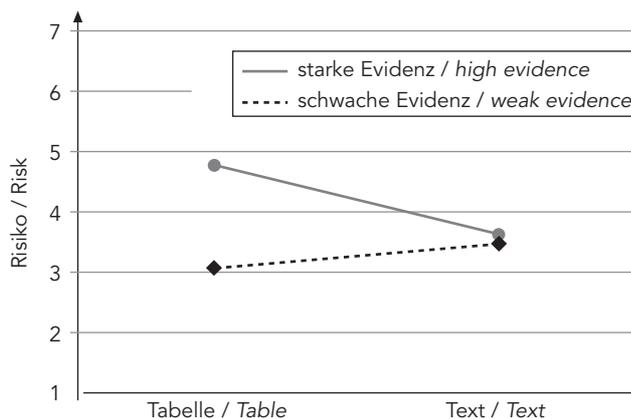
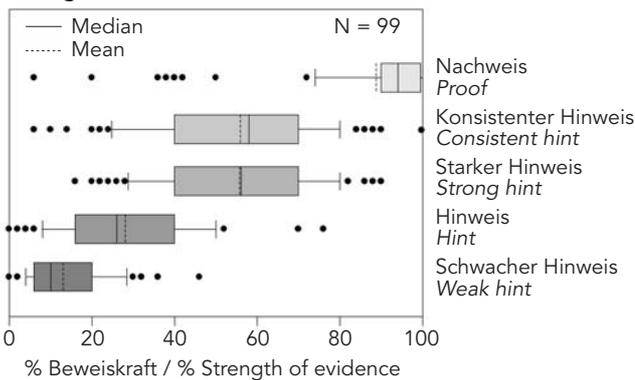


Abbildung 7: Wirkung von Tabelle und Text in Kombination mit verschiedenen Evidenzstärken auf die Risikoeinschätzung.

Figure 7: Effect of table and text in combination with different strengths of evidence on risk appraisal.

### Ecolog-Labels



### SSK-Labels

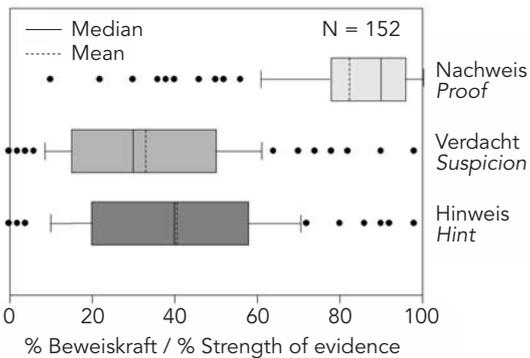


Abbildung 8: Laienbedeutung der fünf Ecolog-Evidenzkategorien und der drei SSK-Evidenzkategorien.

Figure 8: Laypersons' perception of the five Ecolog evidence labels and of the three SSK evidence labels.

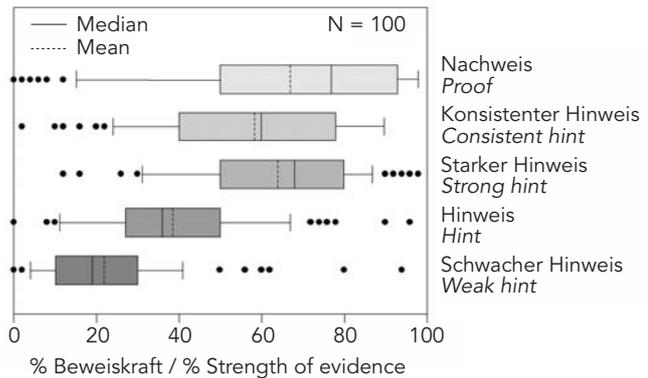
Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die von Experten benutzten Evidenzkategorien von Laien nicht in beabsichtigter Weise verstanden werden. Die benutzten Begriffe (z.B. «Verdacht» oder «konsistenter Hinweis») sind für die befragten Personen unklar und mehrdeutig. Definitionen führen nur z.T. zu einer Verbesserung der Verständlichkeit.

Basierend auf diesen eher ernüchternden Ergebnissen bzgl. der Laienverständlichkeit von Modellen zur Beschreibung verschiedener Evidenzstärken sollten Alternativen entwickelt werden, z.B. die Charakterisierung der Evidenz mittels Pro- und Kontra-Argumenten. Die Wirkung einer solchen Evidenzbeschreibung und anderen Informationscharakteristika ist Gegenstand von weiterführenden Studien.

### Fazit

Aus den Ergebnissen dieser experimentellen Studien ist die Schlussfolgerung zu ziehen, dass aktuelle Kommunikationsstrategien ein Mangel an Klarheit, Transparenz

### Ecolog-Definitionen / Definitions



### SSK-Definitionen / Definitions

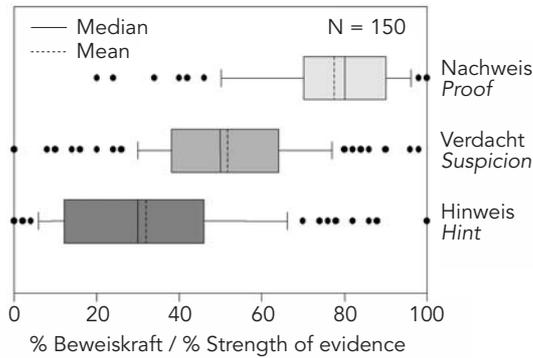


Abbildung 9: Laienbedeutung der Definitionen von Ecolog und SSK.

Figure 9: Laypersons' perception of the five Ecolog definitions and of the three SSK definitions.

initions for categories had been given, laypersons did not properly understand the categories. In contrast to the definitions of SSK, the Ecolog definitions did not improve the laypersons' understanding of the labels.

Based on these rather disillusioning outcomes concerning the laypersons' understanding of schemes for describing strengths of evidence, alternatives should be developed, e.g., a characterization of evidence by outlining pro and counter arguments. The effectiveness of this evidence description and of other information characteristics is currently investigated in experimental studies.

### Conclusion

As an overall conclusion, it turns out that current tools for communicating strengths of evidence in risk assessments lack clarity, transparency and comprehensibility. To achieve effective and transparent communication of different strengths of evidence, communication tools have to be evaluated with regard to a layperson-oriented perspective before using them in brochures.

und Verständlichkeit aufweisen. Um eine effektive Kommunikation von Unsicherheiten in der Beweiskraft zu erreichen, müssen Strategien unter einer laienorientierten Perspektive evaluiert werden, bevor sie in der Praxis angewendet werden.

## Mutagenität von GSM- und UMTS-Feldern

### Einleitung

In der Diskussion um gesundheitliche Folgen von hochfrequenten Strahlungen nehmen allfällige genotoxische Wirkungen einen hohen Stellenwert ein; sie bilden die erste Stufe der Krebsentstehung. Untersuchungen zu diesen Wirkungen ergaben bisher widersprüchliche Ergebnisse.

Der Tradescantia-Kleinkern-Test (Trad-MCN) wird zum Nachweis solcher genotoxischer Wirkungen eingesetzt. Der empfindliche und wenig aufwändige Test erlaubt es, in kurzer Zeit verschiedene Belastungssituationen in Labor und Freiland zu testen.

### Ziel

Ziel des Projektes war es, anhand des Trad-MCN allfällige genotoxische Wirkungen elektromagnetischer Felder mit GSM- und UMTS-Frequenzen zu untersuchen. Es sollten Hinweise zum genotoxischen Potenzial dieser Felder gewonnen werden. Die Wirkung von Feldern unterschiedlicher Ausprägung (Feldstärke, Modulation, Pulsung und Polarisation) wurden getestet.

### Testverfahren

Der Test verwendet Pflanzen des Tradescantia-Hybriden Nr. 4430 (Abb. 10). Da sich diese nur vegetativ vermehren, weisen die verwendeten Testpflanzen stets das identische genetische Material auf. Der Test erfasst Keimzellenmutationen: In der Reifeteilung (Meiose) reagieren die Pollenmutterzellen besonders empfindlich auf genotoxische Substanzen. Die Folgen sind Chromosomenbrüche, die sich in den Zellen späterer Entwicklungsstadien als Kleinkerne (Mikronukleus; MCN) manifestieren und unter dem Mikroskop gezählt werden können.

Die Pflanzen werden in einem Gewächshaus in der Nähe des Testlabors und unter kontrollierten Bedingungen ge-

## Detecting mutagenicity of GSM and UMTS fields

### Introduction

In the discussion about possible health impacts from exposure to electromagnetic fields, genotoxic effects are of great importance. These effects are one of the starting points for the development of cancer. Investigations concerning these effects resulted in inconsistent findings to date.

The Tradescantia micronucleus bioassay (Trad-MCN) is used for the detection of such genotoxic effects. This biological test system is very sensitive, easy to use and can be applied in laboratory as well as outdoor environments.

### Objectives

The aim of this project was to analyse possible genotoxic effects of electromagnetic fields generated by two mobile phone standards, specifically GSM and UMTS. In the study, characteristics of the electromagnetic fields, such as field strength, modulation, pulse and polarisation, were varied.

<i>Titel</i>	<b>Mutagenitätsuntersuchungen von GSM- und UMTS-Feldern mit dem Tradescantia-Kleinkern-Test</b> <i>Tradescantia micronucleus bioassay for detecting mutagenicity of GSM fields</i>
<i>Antragsteller Institution</i>	Dr. M. Urech, Dr. H. Lehmann, Dr. Ch. Pickl puls Umweltberatung, Swisscom, ÖkoTox GmbH
<i>Laufzeit</i>	Juli 2002 – Dezember 2003
<i>Kontakt</i>	martin.urech@pulsbern.ch
<i>Referenz</i>	10

### Methods

The Tradescantia-hybrid #4430 is used for the experiments (Fig. 10). It does reproduce only vegetatively, so the genetic material of the plants does not vary during the experiments. Aiming point of the test are mutations in the germ-cells: The meiotic pollen mother cells are very sensitive to genotoxic agents. The chromosome fragments



Abbildung 10: Tradescantia-Pflanze mit Knospe und Blüte.  
 Figure 10: Tradescantia plant with bud and flower.

züchtet. Zur Überwachung der natürlichen Kleinkernrate wird vor jedem Experiment eine Probe direkt aus dem Gewächshaus entnommen.

Frisch geschnittene Pflanzen werden in Nährlösung eingestellt und während 30 Stunden in der Versuchsanlage exponiert. Anschliessend werden die Knospen fixiert und die Kleinkerne von fünf Knospen gezählt. Die Auszählung erfolgt verschlüsselt. Die mittleren Kleinkernraten dieser 5 Proben werden mittels Mann-Whitney-U-Test auf signifikante Unterschiede zur mittleren Kleinkernrate der Negativkontrolle getestet (Test einseitig zu Irrtumswahrscheinlichkeit 5%).

In jedem Experiment werden neben der eigentlichen Exposition eine Negativkontrolle und eine Positivkontrolle geführt, letztere mit Maleinsäurehydrazid, dessen genotoxische Wirkung bekannt ist. Es wird erwartet, dass die Positivkontrolle eine signifikant erhöhte Kleinkernrate gegenüber der Negativkontrolle zeigt.

#### Versuchsanlage

Die Negativ- und Positivkontrolle stehen in einem Faradaykäfig, die exponierte Probe in einem ähnlichen Plastikkäfig (Abb. 11 + 12). Die getesteten Felder weisen folgende Charakteristiken auf:

Für die GSM-Versuche wurde ein GMSK moduliertes 940-MHz-Signal mit den Feldstärken 5, 46 und 87 V/m verwendet. Die durch den GSM-Standard typische niederfrequente Pulsung der Signale (2, 8 und 217 Hz) ist integriert (nach: M. Schüller, J. Streckert, K. Menzel, and B. Eicher, 22. Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society, Abstracts, 2000, pp. 122–123).

Ein W-CDMA-moduliertes Signal ist für die UMTS-Experimente eingesetzt worden. Um die schnelle Leistungs-

that are induced by the agent at the early meiotic stage become micronuclei (MCN) and are counted under an optical microscope.

The plants are cultivated in a greenhouse, not far from the laboratory, under controlled conditions. In order to monitor the natural micronuclei frequency before each experiment, a background control is carried out directly in the greenhouse.

Freshly cut plants are placed in nutrient solution and exposed for 30 hours in the field exposure unit. After the experiment, the buds are chemically fixed and the MCN of five buds are scored under blindfold conditions. The mean MCN of each group (exposition, positive control, negative control background), based on the numbers of MCN of five buds, are calculated, and statistically analysed by means of the Mann-Whitney U-Test (one-sided, confidence level of 5%).

For each experiment, a negative as well as a positive control are used. For the positive control, maleic hydrazide, a chemical agent known to induce mutagenic effects, is applied. It is expected that the MCN numbers of the positive control are significantly higher than those of the negative control.

#### Exposure unit

The negative and positive controls are placed in a Faraday cage. The exposed plants are placed in a similar plastic cage (Fig. 11 + 12).

For the GSM experiments, a high frequency GMSK modulated signal of 940 MHz with the low frequency pulse (2, 8 and 217 Hz) generated by the GSM standard was used (as described in M. Schüller, J. Streckert, K. Menzel, and B. Eicher, 22. Annual Meeting of the

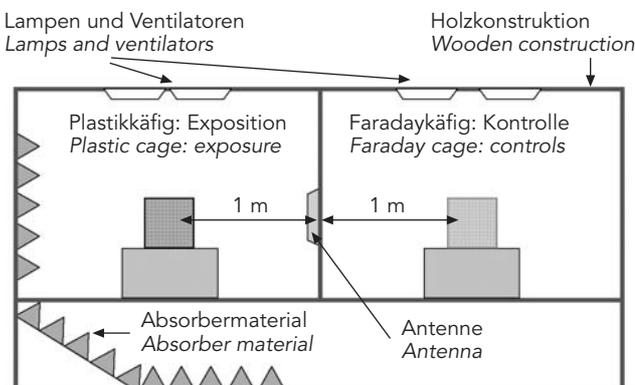


Abbildung 11: Versuchsanlage.

Figure 11: Setup for the GSM experiments.



Abbildung 12: Versuchsanlage.

Figure 12: Setup of the GSM experiments.

kontrolle im Signal abzubilden, wurden 3-dBm-Variationen mit einer Frequenz von 1500 Hz dem UMTS-Signal aufmoduliert. Zudem sind sinusförmige 30-dB-Variationen mit Frequenzen zwischen 8 und 12 Hz im Signal integriert. Damit wird die Immissionsituation eines spazierenden Benutzers in einem spärlich versorgten, städtischen Umfeld nachgebildet (nach: Proposal for UMTS-signal for biological experiments, FGF and J. Steckert, University of Wuppertal, unpublished). Die elektrischen Feldstärken betragen 0,5 und 5 V/m.

Getestet wurden horizontale und vertikale Felddausrichtungen sowie Felder mit und ohne Modulation resp. Pulsung. Insgesamt wurden 20 Experimente durchgeführt.

### Resultate

Abbildung 13 zeigt beispielhaft die Ergebnisse eines einzelnen Experimentes: Sowohl die Positivkontrolle wie die Exposition im elektromagnetischen Feld weisen signifikant erhöhte Kleinkernraten gegenüber der Negativkontrolle auf.

Die Resultate aller GSM- und UMTS-Experimente mit Modulation und Pulsung sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Für die einzelnen Feldstärken und Felddausrichtung wurden jeweils 2 (bis 3) Experimente vorgenommen.

- **GSM-Experimente** (Tabelle 3a): Die beiden Experimente mit 5 V/m zeigen keine Erhöhung der Kleinkernraten. Bei den beiden höheren Feldstärken (46 resp. 87 V/m) waren die Kleinkernraten jeweils bei der einen Hälfte der Experimente signifikant erhöht, bei der andern nicht.

- **UMTS-Experimente** (Tabelle 3b): Auch hier sind die Kleinkernraten bei der tiefen Feldstärke (0,5 V/m) nicht verändert, während ei der höheren Feldstärke (5 V/m) sowohl Experimente mit Reaktionen wie Experimente ohne Reaktionen zu finden sind. Die Feldstärke, welche zu einer Reaktion der Pflanzen führt, liegt hier wesentlich tiefer als bei den GSM-Experimenten.

Bioelectromagnetics Society, Abstracts, 2000, pp. 122–123). Field strengths of 5, 46 and 87 V/m were applied.

A W-CDMA modulated signal was employed in the UMTS experiments. The fast power control was simulated by modulating the UMTS signal by 1500 Hz up and down variations of 3 dBm. Moreover, to simulate a pedestrian user in a poorly supplied urban region, 30 dB sinusoidal dips with frequencies between 8 to 12 Hz were also integrated in the signal (corresponding to a proposal for UMTS-signal for biological experiments, FGF and J. Steckert, University of Wuppertal, unpublished). Electrical field strengths of 0.5 and 5 V/m were used.

We tested vertically and horizontally polarised fields as well as fields with and without modulation or pulse. A total of 20 experiments were performed.

### Results

Figure 13 shows typical results of one experiment: Both the MCN numbers of the positive control and of the exposure in the electromagnetic field are significantly higher than the negative control.

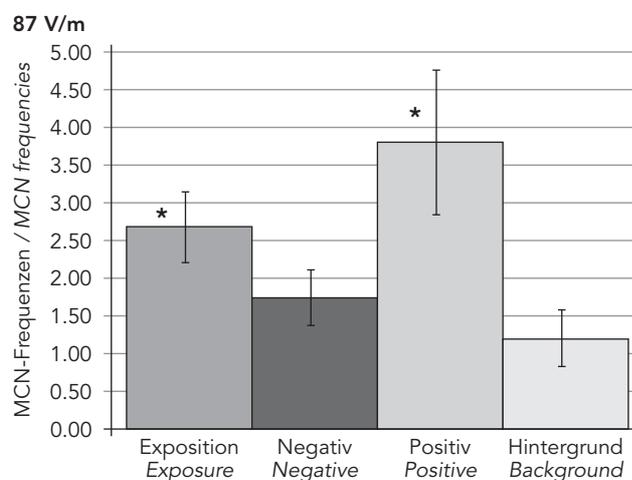


Abbildung 13: Einzelexperiment. Sowohl Exposition wie Positivkontrolle sind in diesem Falle gegenüber der Negativkontrolle signifikant erhöht.

Figure 13: Results of one experiment. Both the MCN numbers of the positive control and of the exposure in the electromagnetic field are significantly higher than the negative control.

The results of all experiments with modulated and pulsed fields are shown in Table 3. For each field strength and each polarisation, 2 (or 3) experiments have been conducted.

- **GSM** (Table 3a): Both experiments with 5 V/m show no increase of the MCN numbers. For both higher field strengths (46 and 87 V/m), one half of the experiments shows significantly higher MCN numbers, the other half doesn't show an increase.
- **UMTS** (Table 3b): The MCN numbers are not influenced by the lower field

strength (0.5 V/m), whereas the higher field strength leads to significant more MCN, but not in all of the experiments. The UMTS field strength showing a reaction of the plants is lower than the one of GSM.

- Additionally, five experiments without modulation or without pulse have been performed (Table 3c). With one

<b>GSM</b> Feldstärke / Field strength	Feld vertikal / Field polarisation: vertical	Feld horizontal / Field polarisation: horizontal
87 V/m	○ ★	
46 V/m	○ ★	○ ★
5 V/m	○ ○	

Tabelle 3a: Resultate der GSM-Experimente.

Table 3a: Results of the GSM-experiments.

<b>UMTS</b> Feldstärke / Field strength	Feld vertikal / Field polarisation: vertical	Feld horizontal / Field polarisation: horizontal
5 V/m	○ ○ ★	★ ★
0,5 V/m	○ ○	○ ★

Tabelle 3b: Resultate der UMTS-Experimente.

Table 3b: Results of the UMTS-experiments.

- Zusätzlich wurden 5 Experimente ohne Modulation und/oder ohne Pulsung durchgeführt (Tabelle 3c). Diese zeigten mit einer Ausnahme keine Erhöhung der Kleinkernraten.

#### Fazit

In mehreren Experimenten führten GSM- und UMTS-Felder zu Erhöhungen der Kleinkernraten. Die Ergebnisse sind aber nicht einheitlich. Nur bei den jeweils niedrigsten Feldstärken wurden in allen Experimenten identische Resultate erzielt: Die Kleinkernraten wurden nicht erhöht. Bei allen andern Feldstärken war die Reaktion der Pflanzen nicht stabil: Verschiedene Experimente mit jeweils gleichen Feldparametern führten zu unterschiedlichen Reaktionen, d.h. einmal war die Kleinkernrate signifikant erhöht, ein andermal dagegen nicht.

Die bisherigen Experimente lassen den Schluss zu, dass ab einer gewissen Feldstärke die Kleinkernraten erhöht werden können, diese Erhöhung aber nicht regelmässig und reproduzierbar erfolgt. Erstaunlich ist, dass diese Reaktion bei den UMTS-Feldern schon bei 5 V/m festgestellt wurde, bei einer Feldstärke, welche im Bereich der Schweizer Umweltschutzgesetzgebung liegt.

Die Gründe für die instabile Reaktion des Trad-MCN auf die getesteten elektromagnetischen Feldern sind zur Zeit unklar. Im Anschluss an das hier präsentierte Projekt werden Temperatur- und SAR-Messungen an Tradescantia-Pflanzen vorgenommen und weitere Experimente mit Tradescantia durchgeführt, mit dem Ziel, die vorliegenden Resultate besser interpretieren zu können.

Feld vertikal / Field polarisation: vertical	<b>GSM</b> 50 V/m	<b>UMTS</b> 5 V/m
-P / -M	○	○
-P / +M	★	○
+P / -M	----	○

Tabelle 3c: Resultate der Experimente ohne Pulsung oder ohne Modulation.

Table 3c: Results of the experiments without pulse or without modulation.

- ★ Exposition MCN signifikant erhöht /  
MCN of exposed plants significantly higher
- Exposition MCN nicht signifikant erhöht /  
MCN of exposed plants not significantly higher
- P ohne Pulsung / no pulse
- M ohne Modulation / no modulation
- +P mit Pulsung / with pulse
- +M mit Modulation / with modulation

exception, none of them showed an increase of the MCN numbers.

#### Conclusions

Some of our experiments with electromagnetic fields generated by GSM and UMTS caused higher MCN numbers in Tradescantia. However, the results of all experiments are not consistent.

Identical results in all experiments were found only for the lowest field strengths: The MCN numbers were not increased. For all other field strengths, the reaction of the plants was not stable: Different experiments with the same field characteristics show different reactions: in one experiment, the MCN numbers were significantly higher; in a second, identical experiment, the MCN numbers did not change.

We conclude that above a certain field strength the MCN numbers can be elevated. However, until now these elevations can not be found in a regular manner. The reasons for the inconsistent reactions of the Trad-MCN bioassay on the tested electromagnetic fields are unknown.

In addition to the above presented work, it is planned to perform measurements of temperature and SAR-values on plants of Tradescantia. We will also start further experiments with the Tradescantia MCN bioassay in order to allow for a better interpretation of the results.

## Bedingungen der Risikowahrnehmung

### Einleitung und methodisches Design

Bei der Kommunikation von Risiken geht man davon aus, dass die Vermittlung von Wissen die Risikowahrnehmung und die Akzeptanz gegenüber der Risikoquelle beeinflusst. In unserer Studie überprüften wir den Einfluss von Wissensvermittlung auf die Risikowahrnehmung und die Risikoakzeptanz von Mobilfunk. Dabei unterschieden wir zwischen Wissen über die Mobilfunktechnologie und Wissen über den Risikokontext. Unsere Hypothese war es, dass vor allem vermittelt Wissen über den Risikokontext und nicht das Wissen zur Technologie die Risikowahrnehmung von Laien beeinflusst.

Zu jedem dieser beiden Bereiche verfassten wir eine Informationsbroschüre. Die eine Broschüre vermittelte die wichtigsten Fakten über die Mobilfunktechnologie, z.B. allgemeine Funktionsweise, Art der Strahlung, Reichweite einer Sendeanlage, Begriffsklärungen etc. Die zweite Broschüre gab den aktuellen Stand der Risikodiskussion wieder, enthielt anschauliche Vergleiche zu anderen Risikoquellen, Informationen zu Schutzmassnahmen und allgemeine Überlegungen zum Risikobegriff. Wir entwickelten einen Fragebogen, um die relevanten Variablen zu erfassen (siehe Tabelle 4). Zum Teil übernahmen wir Items aus dem Projekt von Gutscher, Siegrist und Earle. Die Items wurden mit 5-stufigen Likert-Skalen erfasst. Bei drei Wissensfragen gab es offene Antwortmöglichkeiten.

Das experimentelle Design war so angelegt, dass alle Versuchspersonen zuerst den Fragebogen auszufüllen hatten. Wir verschickten 950 Fragebogen. Aufgrund der rückgesandten Fragebogen konnten wir 167 Teilnehmer in die Studie aufnehmen. In einem zweiten Schritt wurden 144 Personen den Versuchsbedingungen zugeteilt (siehe Tabelle 5). Je ein Drittel der Teilnehmer bekam entweder die Broschüre über den Technologiekontext, den Risikokontext oder keine Broschüre (Kontrollgruppe). Unmittelbar nach dem Erhalt des Informationsmaterials wurde ein Interview vor Ort durchgeführt.

Wir unterschieden zudem zwischen dem Risiko, welches von der Benutzung von einem Mobiltelefon ausgeht, und dem Risiko, welches von Sendeanlagen ausgeht. In einer

## Conditions of risk perception

### Introduction and study design

A main assumption in risk communication is that knowledge transfer affects risk perception and risk acceptance. In our study, we examined this influence in the field of cellular telephony. We differentiated between technological knowledge and knowledge about the risk context. According to our hypotheses, the transfer of knowledge

about the risk context has a larger influence on laypersons' risk perception and acceptance than the transfer of technical knowledge.

We designed a brochure for each type of knowledge. The first brochure contained the most important facts about cellular telephony, e.g., how a cellular system operates, what kind

of radiation it uses, what area GSM base stations cover, etc. The second brochure gave an insight into the current risk discussion, contained comparisons with other sources of risk, information about preventive measures and considerations concerning the notion of risk. We developed a questionnaire (see Table 4) to test our hypothesis. Selected items from the project of Gutscher, Siegrist and Earle were used. Generally, we applied five-point bipolar scales. Open response categories were given for three questions related to knowledge.

We sent out 950 questionnaires in the area of Zurich. 167 participants returned the questionnaire. In a second step, 144 people participated in experimental trials (see Table 5). The participants got either the brochure about the technology context, the brochures about the risk context or no brochure at all (control group). Immediately after receiving the documentation, the participants were interviewed at their places of residence.

In addition, we differentiated between the risk of the use of a cellular phone and the risk of a GSM base station. According to a quasi-experimental setting, one half of the participants lived in close proximity to a GSM base station (same building or a neighbouring building), the other half resided at some distance. We examined this by means of a map of locations of GSM base stations. In the questionnaire/interview, we assessed the perceived risk and the acceptance both in reference to the cellular phone and to the GSM base stations.

<i>Titel</i>	<b>Bedingungen der Risikowahrnehmung von Mobilfunk und ihre Abhängigkeit von der Vermittlung verschiedenartigen Wissens</b> <i>Conditions of risk perception concerning EMF and its dependency on different types of knowledge transfer</i>
<i>Antragsteller Institution</i>	Prof. R.W. Scholz, D. Grasmück ETH Zurich, Umweltnatur- und Sozialwissenschaften
<i>Laufzeit</i>	Januar 2002 – Mai 2004
<i>Kontakt</i>	scholz@uns.umnw.ethz.ch
<i>Referenz</i>	8

Unabhängige und inter-venierende Variablen	Abhängige Variablen	Kontroll-variablen
Betroffenheit/Nähe (quasi-experimentelle Bedingung)	Risikowahrnehmung von Handys	Alter
Wahrgenommene Betroffenheit/Nähe	Risikowahrnehmung von Sendeanlagen	Geschlecht
Art des Wissenstransfers (Experimentalgruppe)	Akzeptanz gegenüber Handys	Ausbildung
Selbst eingeschätztes Wissen	Akzeptanz gegenüber Sendeanlagen	Kinder
Effektives Wissen		Mitglied einer Umweltschutzorganisation
Wunsch nach zusätzlichen Informationen		Besitz eines Handys
Emotionale Besorgnis		Gebrauch eines Handys in Minuten/Woche
Sorge um zukünftige Generationen		Anzahl gesendeter SMS/Woche
Allgemeines Problembewusstsein		Gebrauch von Ohrhörern
Vertrauen in schweizerische Grenzwerte		Einige Fragen zu Inhalt und Form der Broschüren
Vertrauen in die Mobilfunkanbieter		
Werteübereinstimmung zu den Mobilfunkanbietern		
Soziales Vertrauen		
Kooperationsbereitschaft		
Wahrgenommene Kontrollierbarkeit		
Mobiltelefonieren als Störfaktor		
Persönlicher Nutzen		
Sozialer Nutzen		
Gebrauch von Heuristiken		
Technikglaube		

Tabelle 4: Variablen.

Independent and inter-vening variables	Dependent variables	Control variables
Real proximity (quasi-experimental setting)	Risk perception of cellular phone	Age
Perceived proximity	Risk perception of base station	Gender
Type of knowledge transfer (experimental setting)	Acceptance of cellular phone	Education
Self-estimated knowledge	Acceptance of base station	Children
Actual knowledge		Member of a green organisation
Desire for additional information		Use of a cellular phone in minutes/week
Emotional concern		Number of SMS/week
Concern about future generations		Use of ear-plugs
General awareness of the problem		Several items to evaluate the content and the format of the brochures
Confidence into Swiss limits		
Confidence into cellular phone companies		
Value similarity to cellular phone companies		
Social trust		
Willingness to co-operate		
Perceived control		
Cellular phone-calls as disturbing factor		
Personal benefit		
Social benefit		
Use of heuristics		
Positive attitude towards technology		

Table 4: Variables.

quasi-experimentellen Anordnung war die Hälfte der Versuchsteilnehmer in unmittelbarer Nähe einer Sendeanlage (selbes Gebäude oder Nachbargebäude) wohnhaft und die andere Hälfte in relativ weiter Entfernung. Wir überprüften dies mit Hilfe von Standortkarten. Im Fragebogen/Interview erfassten wir das wahrgenommene

## Results and discussion

There were no differences between people, who lived close to a GSM base station and people living in some distance from it. This may be attributed to the fact that the people were generally not aware of nearby base stations (see Table 6). This knowledge does not seem to be salient.

	Technologiekontext <i>Technology</i>	Risikokontext <i>Risk</i>	Kontrollgruppe <i>Control group</i>	Total
In unmittelbarer Nähe einer Sendeanlage wohnhaft <i>Living in close proximity to a GSM base station</i>	24 (w 12, m 12)	24 (w 12, m 12)	24 (w 12, m 12)	72
In relativ weiter Distanz einer Sendeanlage wohnhaft <i>Living in some distance of a GSM base station</i>	24 (w 12, m 12)	24 (w 12, m 12)	24 (w 12, m 12)	72
Total	48	48	48	144

Tabelle 5: Die Versuchsanordnung mit einem 2 x 3-Design. Jede Zelle enthielt 24 Personen, davon 12 Frauen und 12 Männer. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Zellen bezüglich der Kontrollvariablen (u.a. Alter und Ausbildung).

Table 5: A 2 x 3 design. Each cell contains 24 persons, 12 male and 12 female. There were no significant differences between these cells with respect to control variables such as age or gender.

		Wahrgenommene Nähe / Perceived Proximity		
		In unmittelbarer Nähe einer Sendeanlage wohnhaft <i>Living in close proximity to a GSM base station</i>	Nicht in unmittelbarer Nähe einer Sendeanlage wohnhaft <i>Not living in close proximity to a GSM base station</i>	Ich weiss nicht <i>I do not know</i>
Reale Nähe / Real Proximity	In unmittelbarer Nähe einer Sendeanlage wohnhaft <i>Living in close proximity to a GSM base station</i>	34	9	29
	In relativ weiter Distanz einer Sendeanlage wohnhaft <i>Living in some distance of a GSM base station</i>	6	24	42

Tabelle 6: Zusammenhang zwischen tatsächlicher und wahrgenommener Nähe.

Table 6: Relation between real proximity and perceived proximity.

Risiko und die Akzeptanz sowohl in Bezug auf das Mobiltelefon als auch in Bezug auf Sendeanlagen.

### Resultate und Diskussion

Es zeigten sich keine Unterschiede zwischen Personen, die in unmittelbarer Nähe einer Sendeanlage wohnten und Personen, die in einiger Distanz zur nächsten Sendeanlage wohnten. Dies mag darauf zurückzuführen sein, dass sich die Personen ihrer Nähe oder Nicht-Nähe nicht bewusst waren (siehe Tabelle 6). Das Wissen über Mobilfunkstandorte in der Nachbarschaft scheint nicht salient zu sein.

Der Handybesitz ( $N_{\text{Mobiltelefon}} = 118$ ;  $N_{\text{kein Mobiltelefon}} = 26$ ) hat einen deutlichen Einfluss auf die Risikowahrnehmung vom Mobiltelefon ( $F = 6,12$ ;  $p = 0,02$ ), nicht aber auf die Risikowahrnehmung von Sendeanlagen. Auch zeigten sich signifikante Unterschiede bei der Akzeptanz von Mobiltelefonen ( $F = 7,87$ ;  $p < 0,01$ ) und von Sendeanlagen ( $F = 6,88$ ;  $p = 0,01$ ). Handybesitzer ( $M = 1,97$ ) schätzten das Risiko von Mobiltelefonen geringer ein als Personen, welche kein Mobiltelefon besitzen ( $M = 2,43$ ), und sie weisen eine höhere Akzeptanz bezüglich Mobiltelefon ( $M = 2,62$  versus  $M = 1,85$ ) und Sendeanlage auf ( $M = 2,05$  versus  $M = 1,30$ ).  $M$  bezeichnet hierbei den Mittelwert, wobei der Skalierung entsprechend 1 das Minimum und 4 das Maximum ist.

Bei der experimentellen Intervention zeigte sich ein deutlicher Unterschied im Wissenszuwachs zwischen den Gruppen ( $F = 46,08$ ;  $p < 0,001$ ;  $M_{\text{Technologie}} = 2,17$ ;  $M_{\text{Risiko}} = 0,94$ ;  $M_{\text{Kontrollgruppe}} = 0,52$ ). Die Gruppe, welche Informationen zur Mobilfunktechnologie erhielt, verzeichnete einen deutlichen Wissenszuwachs gegenüber der ersten Befragung. Basis bildeten die drei Wissensfragen zum Technologiekontext mit einem minimalen Score von

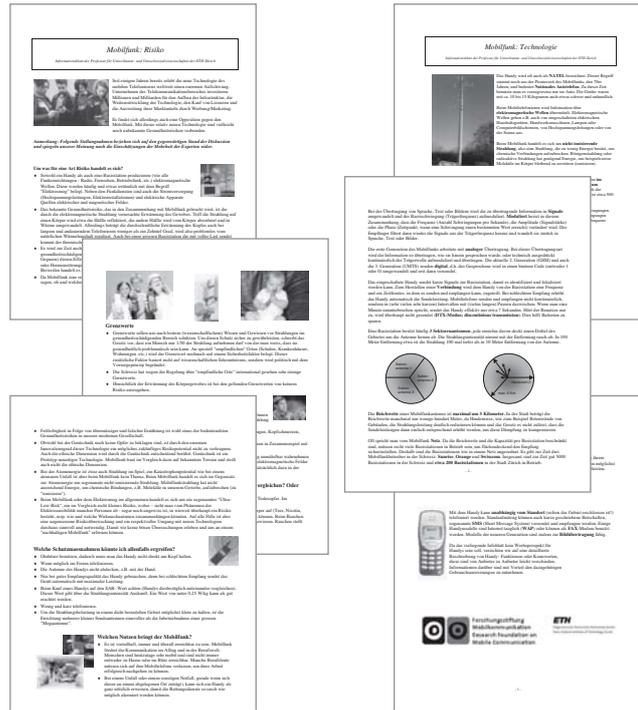
Ownership of a cellular phone ( $N_{\text{cellular phone}} = 118$ ,  $N_{\text{No cellular phone}} = 26$ ) has a strong influence on the perception of risks stemming from cellular phones ( $F = 6,12$ ,  $p = 0,02$ ) but not on the risks stemming from base stations. Owners of a cellular phone ( $M = 1,97$ ;  $M$  stands for the mean, minimum of 1 and maximum of 4) rated the risk of using cellular phones lower than people who did not own a cellular phone ( $M = 2,43$ ). We also found significant differences in the acceptance of cellular phones ( $F = 7,87$ ,  $p < 0,01$ ) and GSM base stations ( $F = 6,88$ ,  $p = 0,01$ ). Handset owners expressed a higher acceptance of cellular phones ( $M = 2,62$  versus  $M = 1,85$ ) and GSM base stations ( $M = 2,05$  versus  $M = 1,30$ ).

Regarding the experimental intervention, we found a clear difference in the increase of (technical) knowledge between the groups ( $F = 46,08$ ,  $p < 0,001$ ;  $M_{\text{Technologie}} = 2,17$ ,  $M_{\text{Risk}} = 0,94$ ,  $M_{\text{Control group}} = 0,52$ ). The group that got the brochure about the technology exhibited a significant increase (minimum score was 0, maximum score was 3, based on three knowledge questions about technology). This difference between the groups points at a successful intervention. There were no differences between the groups with regard to self-estimated knowledge. We found differences in the desire for additional information concerning the kind of knowledge ( $F = 36,42$ ,  $p < 0,001$ ) and between the groups ( $F = 4,70$ ,  $p = 0,01$ ). The latter can be explained by a saturation effect in the knowledge groups. However, all groups had a clearly larger desire for additional information about the risk context. Particularly, participants of the technology-group expressed at the end of the interview that they strongly missed information concerning the risk context.

All three groups perceived the risks of both cellular phones and base stations lower at the second interview

0 Punkten und einem maximal möglichen Score von 3 Punkten. Dies kann als Beleg für die geglückte Intervention angesehen werden. Hinsichtlich des selbsteingeschätzten Wissens fanden sich keine Unterschiede. Beim Wunsch nach zusätzlichem Wissen zeigten sich Unterschiede bei der Art des Wissens ( $F = 36,42; p < 0,001$ ) und zwischen den Gruppen ( $F = 4,70; p = 0,01$ ). Letzteres kann mit einem gewissen Sättigungseffekt der Experimentalgruppen erklärt werden. Alle Gruppen hatten ein deutlich grösseres Bedürfnis nach Informationen zum Risikokontext. Vor allem die Probanden der Technologie-Gruppe äusserten in der Nachbefragung, dass sie Informationen zum Risikokontext stark vermissten.

Das wahrgenommene Risiko war bei allen drei Gruppen bei der zweiten Befragung niedriger als bei der Ersten (siehe Tabelle 7), obwohl beim Mobiltelefon ( $F = 3,08; p = 0,03; M_1 \text{ Befragung} = 2,21; M_2 \text{ Befragung} = 2,05$ ) als auch bei der Sendeanlage ( $F = 12,56; p < 0,01; M_1 \text{ Befragung} = 2,49; M_2 \text{ Befragung} = 2,23$ ). Dieser Effekt könnte eventuell darauf zurückzuführen sein, dass die Probanden durch die erste Risikobefragung etwas verunsichert waren und auf den Risikobereich sensibilisiert wurden, während die Fragen zum Risiko bei der zweiten Befragung erwartet wurden. Die Akzeptanz veränderte sich jedoch nicht zwischen den Messzeitpunkten und es zeigten sich ebenfalls keine Gruppenunterschiede. Im Allgemeinen wurde das Risiko von Mobiltelefonen geringer eingeschätzt als das Risiko von Sendeanlagen ( $F = 16,99; p < 0,001; M_{\text{Mobiltelefon}} = 2,21, M_{\text{Sendeanlage}} = 2,49$ ). Das Risiko von Mobiltelefonen wies dementsprechend höhere Akzeptanzwerte als



Informationsblätter: Risikokontext (links) und Technologie (rechts).  
Brochures: Risk context (left) and technology (right).

(see Table 7) compared to the first one (cellular phones:  $F = 5.08, p = 0.03; M_1 \text{ survey} = 2.21, M_2 \text{ survey} = 2.05$ ; base stations:  $F = 12.56, p < 0.01; M_1 \text{ survey} = 2.49, M_2 \text{ survey} = 2.23$ ). A reason for that might be that the first risk interview probably sensitised the participants, i.e., rose risk awareness; in the second questioning, participants already expected these risk questions. The acceptance of

Variable	Experimentalgruppe / Experimental group						ANOVA	
	Technologie Technology		Risiko Risk		Kontrollgruppe Control group		F	p
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>		
Risikowahrnehmung von Handys Risk perception of cellular phone	2,18	2,05	2,33	2,03	2,12	2,09	5,08	0,03*
Risikowahrnehmung von Sendeanlagen Risk perception of base station	2,37	2,12	2,53	2,27	2,57	2,31	12,56	<0,01**
Akzeptanz gegenüber Handys Acceptance of cellular phone	2,54	2,66	2,38	2,26	2,22	2,52	1,18	0,28 <sup>ns</sup>
Akzeptanz gegenüber Sendeanlagen Acceptance of base station	2,07	2,10	1,75	1,75	1,60	1,89	1,39	0,24 <sup>ns</sup>

M = Mittelwert / mean (minimum = 1, maximum = 4). M<sub>1</sub> = erste Befragung / first round, M<sub>2</sub> = zweite Befragung / second round.  
F = Prüfwert hinsichtlich Haupteffekt der Varianzanalyse / F-ratio, p = Wahrscheinlichkeit der Nullhypothese / p-value.  
\* 5%-Signifikanzniveau / significance level. \*\* 1%-Signifikanzniveau / significance level. <sup>ns</sup> nicht significant / not significant

Tabelle 7: Varianzanalyse mit Wissenstyp/Experimentalgruppe als unabhängige Variable und wahrgenommenes Risiko und Akzeptanz als abhängige Variablen mit Messwiederholung.  
Table 7: Analysis of variance with knowledge type as independent variable and perceived risk and acceptance as dependent variables.

Abhängige Variable Dependent variable	Prädiktoren Predictors	R <sup>2</sup>
Risikowahrnehmung von Handys <i>Risk perception of cellular phone</i>	Emotionale Besorgnis ( $\beta = 0,52$ ), Vertrauen in schweizerische Grenzwerte ( $\beta = -0,23$ ), Sorge um zukünftige Generationen ( $\beta = -0,23$ ) <i>Emotional concern (<math>\beta = 0.52</math>), confidence into Swiss limits (<math>\beta = -0.23</math>), and concern about future generations (<math>\beta = -0.23</math>)</i>	0,50
Risikowahrnehmung von Sendeanlagen <i>Risk perception of base station</i>	Emotionale Besorgnis ( $\beta = 0,42$ ), Vertrauen in schweizerische Grenzwerte ( $\beta = -0,33$ ), Kooperationsbereitschaft ( $\beta = -0,23$ ) <i>Emotional concern (<math>\beta = 0.42</math>), confidence into Swiss limits (<math>\beta = -0.33</math>) and willingness to co-operate (<math>\beta = -0.23</math>)</i>	0,59
Akzeptanz gegenüber Handys <i>Acceptance of cellular phone</i>	Wahrgenommene Kontrollierbarkeit ( $\beta = 0,38$ ), Vertrauen in die Mobilfunkanbieter ( $\beta = 0,30$ ), Werteübereinstimmung zu den Mobilfunkanbietern ( $\beta = 0,26$ ), Mobiltelefonieren als Störfaktor ( $\beta = -0,22$ ), sozialer Nutzen ( $\beta = 0,21$ ), Vertrauen in schweizerische Grenzwerte ( $\beta = 0,22$ ) <i>Perceived control (<math>\beta = 0.38</math>), confidence into the cellular phone companies (<math>\beta = 0.30</math>), value similarity to cellular phone companies (<math>\beta = 0.26</math>), phone-calls as disturbing factor (<math>\beta = -0.22</math>), social benefit (<math>\beta = 0.21</math>), and confidence into Swiss limits (<math>\beta = 0.22</math>)</i>	0,51
Akzeptanz gegenüber Sendeanlagen <i>Acceptance of base station</i>	Emotionale Besorgnis ( $\beta = -0,46$ ), Kooperationsbereitschaft ( $\beta = 0,32$ ), sozialer Nutzen ( $\beta = 0,26$ ) <i>Emotional concern (<math>\beta = -0.46</math>), willingness to co-operate (<math>\beta = 0.32</math>), and social benefit (<math>\beta = 0.26</math>)</i>	0,63

Der Wert  $\beta$  gibt bei der Regressionsanalyse die Gewichtung einer Variablen an (ähnlich eines Korrelationskoeffizienten). Es sind jeweils die standardisierten Werte angegeben. Das  $R^2$  gibt Aufschluss über den Erklärungswert der Prädiktoren. Ein Wert von 1 würde bedeuten, dass die abhängige Variable (resp. deren Varianz) zu 100% durch die Prädiktoren erklärt werden kann.

$\beta$  = standardized regression coefficient (strength of interrelationship between the variables).  $R^2$  = Proportion of total uncertainty attributed to the model fit. 1 means that the factors completely predict the response.

Tabelle 8: Multiple lineare Regressionsmodelle.

Table 8: Multiple linear regression models.

das Risiko von Sendeanlagen auf ( $F = 51,90$ ;  $p < 0,001$ ;  $M_{\text{Mobiltelefon}} = 2,38$ ,  $M_{\text{Sendeanlage}} = 1,81$ ).

Bei Regressionsanalysen zeigten sich folgende Muster (siehe Tabelle 8). Bei der Risikowahrnehmung von Mobiltelefonen erwiesen sich emotionale Besorgnis, Vertrauen in schweizerische Grenzwerte und Sorge um zukünftige Generationen als beste Prädiktoren, bei der Risikowahrnehmung von Sendeanlagen waren emotionale Besorgnis, Vertrauen in schweizerische Grenzwerte und Kooperationsbereitschaft die zentralen Grössen. Die Akzeptanz von Mobiltelefonen war durch wahrgenommene Kontrollierbarkeit, Vertrauen in die Mobilfunkanbieter, Werteübereinstimmung zu den Mobilfunkanbietern, Mobiltelefonieren als Störfaktor, sozialer Nutzen und Vertrauen in schweizerische Grenzwerte bestimmt. Als gute Prädiktoren für die Akzeptanz von Sendeanlagen wurden emotionale Besorgnis, Kooperationsbereitschaft und sozialer Nutzen identifiziert.

Unsere Hypothese, dass vor allem vermitteltes Wissen über den Risikokontext die Risikowahrnehmung von Laien beeinflusst, konnte nicht bestätigt werden. Bei beiden Wissensgruppen als auch bei der Kontrollgruppe sank das wahrgenommene Risiko gegenüber der ersten Befragung. Dieser allgemeine von der Wissensvermittlung unabhängige Effekt könnte u.U. damit erklärt werden, dass sich die Personen aufgrund der Befragung an

cellular phones and GSM base stations did not change significantly between the two measurement points or between the groups. Generally, the risk of cellular phones was perceived lower than the risk of GSM base stations ( $F = 16,99$ ,  $p < 0,001$ ;  $M_{\text{Cellular phone}} = 2,21$ ,  $M_{\text{GSM base station}} = 2,49$ ). In accordance to that, risk-acceptance of cellular phones was higher compared to risk-acceptance of GSM base stations ( $F = 51,90$ ,  $p < 0,001$ ;  $M_{\text{Cellular phone}} = 2,38$ ,  $M_{\text{GSM base station}} = 1,81$ ).

Regression analyses showed the following patterns (see Table 8): Whereas the best predictors for risk perception of cellular phones were emotional concern, confidence in Swiss regulations (exposure limits) and concern for future generations, the best predictors for risk perception of GSM base stations were emotional concern, confidence in Swiss regulations and willingness to co-operate. The acceptance of cellular phones was predicted by perceived control, confidence in cellular phone companies, value similarity to cellular phone companies, phone calls as disturbing factor, social benefit, and confidence in Swiss exposure limits. As good predictors for the acceptance of GSM base stations, we could identify emotional concern, willingness to co-operate and social benefits.

Our hypothesis that the transfer of knowledge about the risk context has a major influence on laypersons' risk perception could not be confirmed. Both knowledge groups

sich mit der Problematik auseinandergesetzt haben. Eine anfängliche emotionale Beunruhigung konnte eventuell auf diese Art verarbeitet werden. Die tiefere emotionale Beunruhigung führte in der Folge zu einem tiefer bewerteten Risiko.

Der Umstand, dass Wissenskomponenten bei unserer Untersuchung keinen Einfluss auf die Akzeptanz hatten, könnte ein Hinweis sein, dass sich die Einstellungen dem Mobilfunk gegenüber bereits gefestigt haben und nur schwer durch Wissensvermittlung zu verändern sind. Insofern kann Mobilfunk nicht mehr als neue Technologie angesehen werden. Andere Faktoren wie emotionale Besorgnis, Vertrauen in Grenzwerte, Kooperationswille oder Nachhaltigkeitsüberlegungen scheinen eine größere Rolle zu spielen. Dies sollte bei der Kommunikation von Mobilfunkrisiken berücksichtigt werden.

## EMF-Effekte auf Modellorganismen

### Einführung und Hintergrund

Nach gängigem physikalischem Wissen wirken hochfrequente elektromagnetische Felder (hfEMF) ausschliesslich thermisch auf organisches Material ein. Trotzdem scheint dieses Wissen durch verschiedene Laborexperimente, deren Resultate als Beleg für so genannt nicht-thermische Effekte von hfEMF interpretiert werden, in Frage gestellt. Obwohl bislang noch keine Theorie diese Interpretation ausreichend unterstützt, ist die Existenz solcher unerklärter Effekte eine Herausforderung für die wissenschaftliche Gemeinschaft.

### Methoden

Um die Effekte von hfEMF zu studieren, entschieden wir uns, einfache, lebende Organismen für die Experimente zu verwenden: die Pflanze (Moos – Bryophytaea) *Physcomitrella patens* und den Fadenwurm *Caenorhabditis elegans*. *Physcomitrella patens* ist eine kleine, gut erforschte Modell-Pflanze, die leicht im beschränkten Raum eines Wellenleiters Platz finden kann (siehe Abbildung 14). Die Idee war, Reporterproteine und/oder -gene zu benutzen,

and also the control group perceived the risk lower at the second interview. This effect is probably the result of a preoccupation with the topic stimulated by the first survey. This preoccupation has probably attenuated an initial emotional concern due to ignorance. Lower emotional concern generally means lower perceived risk.

The fact that knowledge did not influence risk acceptance may indicate that people's attitudes towards cellular telephony are already consolidated and difficult to change by knowledge transfer only. Cellular technology can no longer be considered as an unfamiliar technology. Emotional concern, confidence in exposure limits or overall social benefits of the technology become factors as important as knowledge in shaping people's preferences and concerns. These facts should be taken into account in risk communication.

## EM effects on plant and animal model organisms

### Introduction and background

According to current physical understanding, high frequency electromagnetic fields (hfEMF) are expected to act on biological material through a purely thermal effect. This view is nevertheless challenged by many experiments carried out in various laboratories; the results of those experiments are interpreted as a demonstration of a so-called non-thermal effect of hfEMF. Despite the fact that no good theory is presented to support those interpretations, the mere existence of such unexplained effect is a challenge for the scientific community.

### Methods

Following the general trend to use simple organisms to study the effects of hfEMF, we decided to set up experiments using the plant (moss – Bryophytaea) *Physcomitrella patens* and the nematode worm *Caenorhabditis elegans*. *Physcomitrella patens* is a well-studied model plant of small size which could easily be placed in the restricted space of an experimental antenna (see Fig. 14). The idea was to use reporter proteins and/or genes known

Titel	<b>Der Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung auf die Entwicklung und Molekularbiologie des Mooses <i>Physcomitrella patens</i> und des Wurms <i>Caenorhabditis elegans</i></b> <i>Influence of HF electromagnetic fields on the development and the molecular biology of the moss Physcomitrella patens and the nematode Caenorhabditis elegans</i>
Antragsteller	Prof. J-P. Zryd, Dr. F. Rachidi
Institution	Université de Lausanne, Institut d'Ecologie
Laufzeit	März 2001 – Februar 2004
Kontakt	jzryd@ie-pc.unil.ch
Referenz	6

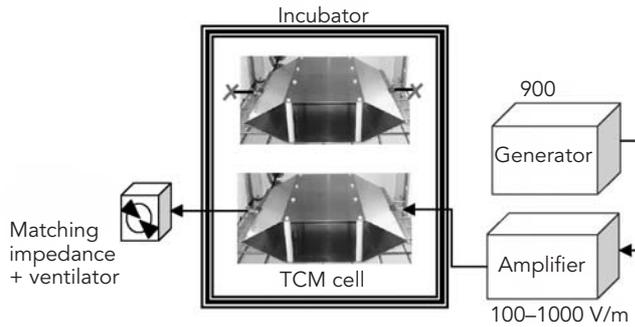


Abbildung 14: Wellenleiter-Aufbau. Zwei TEM-Zellen; die eine ist mit dem Generator verbunden, die andere dient als Kontrolle und ist nicht angeschlossen. Beide sind in einem Inkubator bei konstanter Temperatur von 25 °C platziert.

Figure 14: Antennae setup. The two TEM cells, one connected to the generator and the other used as zero field control are placed in a constant temperature incubator at 25 °C.

die bereits auf kleine Temperaturerhöhungen ansprechen, um festzustellen, ob es eine Wechselbeziehung zwischen Temperaturzunahmen im Organismus und Reaktionen auf hfEMF gibt. Wir entschieden uns, zwei verschiedene Hochfrequenz-Expositionen zu verwenden. Einerseits ein kontinuierliches Feld von 900 MHz, 500 V/m (Höchstwert), andererseits ein gepulstes Feld (20 s/60 s) von 866 V/m (Höchstwert). Beide Felder wiesen denselben Mittelwert auf ( $rms = 353 \text{ V/m}$ )<sup>1</sup>. Es ist zu erwarten, dass die thermische Wirkung im zweiten Expositionsfall aufgrund einer besseren und schnellen Wärmeableitung vernachlässigbar sein wird.

Wir haben ein biologisches Testverfahren (mit dem transgenen *P. patens*) entwickelt, das auf der Aktivität des Reporterproteins «Luciferase» beruht: unter moderater Wärmeeinwirkung von 1–2 °C wird dieses Protein «in vivo» gegenüber thermischer Inaktivierung bei hohen Temperaturen (über 40 °C) geschützt. Um in weiteren Experimenten die Hitzeschock Reaktion präziser quantifizieren zu können, haben wir eine weitere transgene Pflanze *P. patens* mit dem Reportergen *uidA* geschaffen, das durch den Sojabohnen Promotor für das Hitzeschock-Protein *hsp 17.3* kontrolliert wird.

### Resultate und Diskussion

Alle hier rapportierten Experimente wurden mit 900 MHz hfEMF durchgeführt. Die in Abbildung 15 präsentierten Resultate zeigen, dass eine Exposition der Pflanze *P. patens* bei 25 °C während 20 Stunden mit starker hfEMF

<sup>1</sup> Dies ergibt einen durchschnittlichen SAR-Wert von 0,1 W/kg, unter Annahme folgender Werte der Leitfähigkeit sowie der relativen Dielektrizitätskonstante:  $\sigma = 0,67 \text{ S/m}$  und  $\epsilon_r = 42$ .

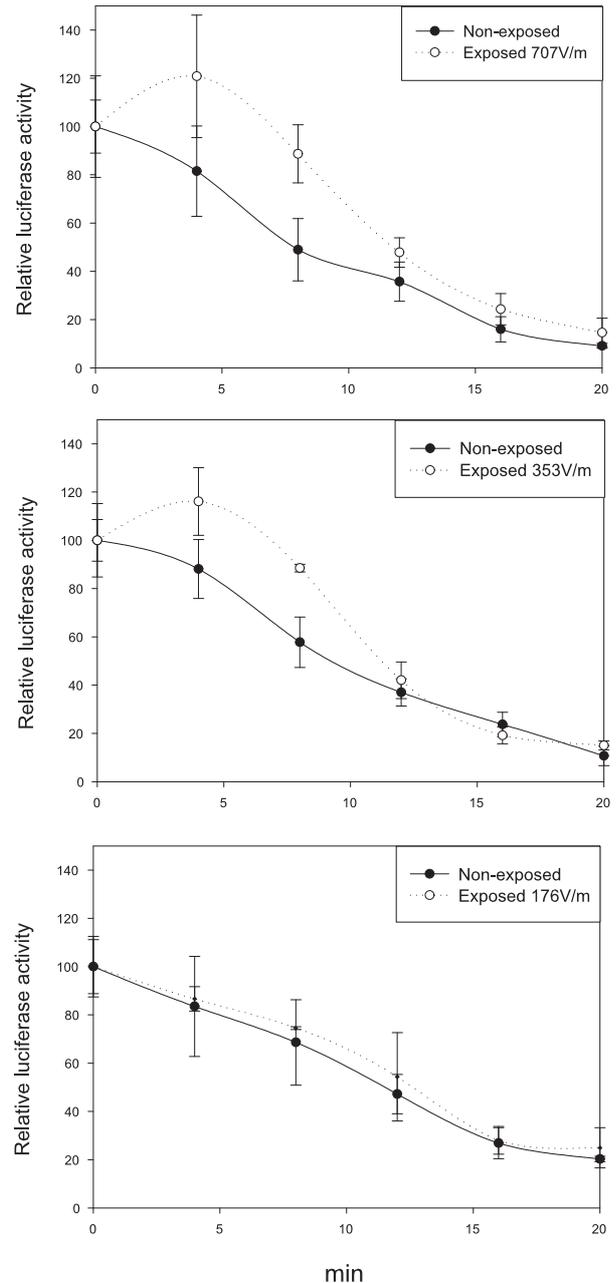


Abbildung 15: Thermische «in vivo»-Inaktivierung von «Luciferase» während 20 Minuten bei 41 °C nach 20-stündiger HF-Exposition ( $rms = 707 \text{ V/m}$  (oben),  $353 \text{ V/m}$  (Mitte) und  $176 \text{ V/m}$  (unten).

Figure 15: “In vivo” thermal inactivation of luciferase during 20 min at 41 °C after 20 hours of hfEMF exposition;  $r.m.s.$ , top: 707 V/m, middle: 353 V/m and bottom: 176 V/m.

for their response to small temperature increases to see whether there was a correlation between temperature rise inside the organism and the organism’s response to hfEMF. This was our starting hypothesis. On the other hand, we decided to use two different high frequency fields, specifically, continuous fields (900 MHz; 500 V/m peak value) and pulsed fields (900 MHz; 866 V/m peak

(quadratischer Mittelwert  $rms = 707 \text{ V/m}$ ; was einen ungefähren SAR-Wert von  $0,2 \text{ W/kg}$  ergibt) das Protein «Luciferase» effektiv vor thermischer «in vivo»-Denaturierung bei  $41 \text{ }^\circ\text{C}$  (obere gepunktete Linie) schützt. Dieser Schutz ist vergleichbar mit dem Schutz, der während einer 20-Stunden-Behandlung bei  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ , was  $2 \text{ }^\circ\text{C}$  über der Standardtemperatur liegt, erreicht wird. Auch konnten wir feststellen, dass der Schutz bei schwacher Intensität ( $rms = 176 \text{ V/m}$ ; SAR-Wert etwa  $0,05 \text{ W/kg}$ ) vernachlässigbar wird. Der Wirkungsgrad des Schutzes kann durch den Vergleich der Fläche zwischen den zwei Kurven abgeschätzt werden. Was wir nun zur Hand haben, ist ein Thermometer (Daten nicht gezeigt) sowie einen biologischen hfEMF-Meter (nur für starke Hochfrequenzfelder). Dieses Setting kann für Tests mit mehr oder weniger komplexen Feldern, wie z.B. gepulste und ungepulste, und mit unterschiedlichen Frequenzen verwendet werden.

Das kritische Experiment war nun das mit dem gepulsten Feld. Die Resultate dazu sind in Abbildung 16 dargestellt und entsprachen unserer Erwartung. Man sieht, dass der Effekt bei kontinuierlichem Feld wie erwartet ist, der Schutzeffekt aber bei einem gepulsten Feld komplett verschwindet (Expositionen: 20 Stunden mit  $rms =$

value, duty cycle 20 s/60 s). Both fields have the same r.m.s. value ( $353 \text{ V/m}$ )<sup>1</sup>. It is expected that the thermal effect of the second treatment will be negligible due to a better and faster thermal dissipation.

We have developed a biological test (using a transgenic *P. patens*) based on the acquired protection of the reporter protein "Luciferase" toward thermal stresses. This test is based on the observations that after submitting the plant to a small increase in temperature ( $1\text{--}2 \text{ }^\circ\text{C}$ ), proteins are protected against "in vivo" thermal inactivation at high temperature (more than  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ ). In order to quantify more precisely the heat shock response in further experiments, we have created another transformed *P. patens* plant carrying a reporter gene (*uidA* – coding for a heat-stable protein) under the control of the soybean promoter for the heat shock protein *hsp 17.3*.

### Results and discussion

In all following experiments, we have used a  $900 \text{ MHz}$  hfEMF. The results presented in Figure 15 clearly indicate that exposure of *P. patens* plants during 20 hours to high energy hfEMF ( $r.m.s. = 707 \text{ V/m}$ , corresponding to an estimated SAR of  $0.2 \text{ W/kg}$ ) at  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  induces an effective protection of the protein luciferase against thermal denaturation "in vivo" at  $41 \text{ }^\circ\text{C}$  (dotted upper curve). This protection is similar to the protection acquired during a 20 hour treatment at  $27 \text{ }^\circ\text{C}$  that is  $2 \text{ }^\circ\text{C}$  above the standard temperature. We could also notice that the protection becomes negligible for a low-intensity field of  $r.m.s. = 176 \text{ V/m}$  (estimated SAR of  $0.05 \text{ W/kg}$ ). The effectiveness of the protection can be estimated by comparing the shapes of the two curves. What we have now on hand is a thermometer (data not shown) and a biological hfEMF field meter (albeit effective only for high intensity fields). This could be used to test different kinds of more or less complex fields, pulsed or not, altered in frequency, etc.

Using the pulsed field as described above was the critical experiment. The results are shown in Figure 16. It can be seen that the effect of the continuous field is as expected. The protective effect of a 20 hours treatment by a  $353 \text{ V/m}$  (estimated SAR  $0.1 \text{ W/kg}$ ) hfEMF disappears completely when a pulsed field is applied. Our results show that the pulsed field cannot elicit the same protection mechanism than the continuous field. This observation clearly favors a simple thermal effect of high inten-

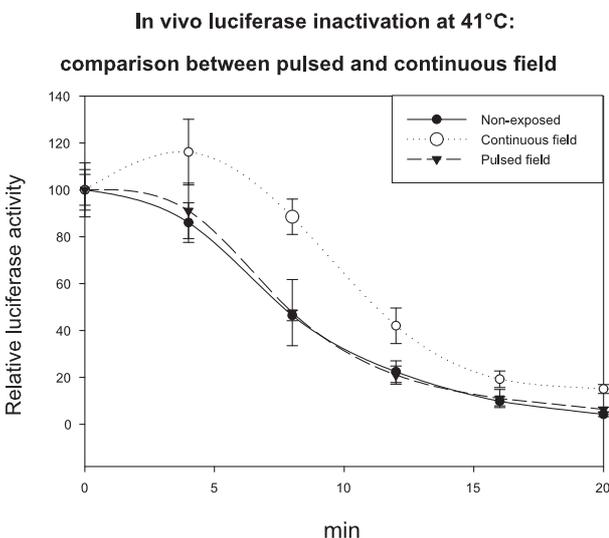


Abbildung 16: Thermische «in vivo»-Inaktivierung von «Luciferase» während 20 Minuten bei  $41 \text{ }^\circ\text{C}$  nach 20-stündiger Exposition ( $rms = 353,55 \text{ V/m}$ ). Gepulste hfEMF (gestrichelte Linie) schützt nicht; kontinuierliche hfEMF (obere, gepunktete Linie) hingegen induzieren den Schutz.

Figure 16: "In vivo" thermal inactivation of luciferase during 20 min at  $41 \text{ }^\circ\text{C}$  after 20 hours of exposition. Pulsed hfEMF (dashed line) does not protect, but continuous hfEMF (dotted upper line) induces protection (at a r.m.s of  $353,55 \text{ V/m}$  in both cases).

<sup>1</sup> This results in an average SAR of about  $0.1 \text{ W/kg}$ , adopting the following values of conductivity and relative permittivity:  $\sigma = 0.67 \text{ S/m}$  and  $\epsilon_r = 42$ .

353 V/m; angenommener SAR-Wert 0,1 W/kg). Dieses Resultat zeigt, dass gepulste Felder nicht denselben Schutzmechanismus auslösen wie kontinuierliche Felder. Das Ergebnis unterstützt die Annahme eines rein thermischen Effekts von starker, hochfrequenter EMF auf die Auslösung von Hitzeschock-Reaktionen und stellt nicht-thermische Interpretationen in diesem Zusammenhang in Frage.

Wie oben bereits erwähnt, haben wir auch eine neue transgene Pflanze konstruiert, welche ein GUS-Reporter-gen unter der Steuerung eines kleinen Hitzeschock-Protein-Promotors (sHSP) enthält. Dieses Gen reagiert äußerst effizient und höchst sensibel gegenüber kleinsten Temperaturunterschieden (Verdoppelung der Genexpression bei einer Temperaturerhöhung von 2 °C). Zur Zeit werden die Experimente ausgewertet und wir können leider noch keine Resultate präsentieren.

*Caenorhabditis elegans* ist ein gut erforschtes Tier, das auch von anderen Forschergruppen für Untersuchungen von biologischen Effekten durch hfEMF verwendet wird. Es wurde *C. elegans* (PC72-Stamm) mit einem Reporter-gen für den kleinen Hitzeschock-Promotor hsp 16 verwendet. Wir konnten bestätigen, dass sogar eine moderate Exposition von 100 V/m während 20 Stunden ausreicht,

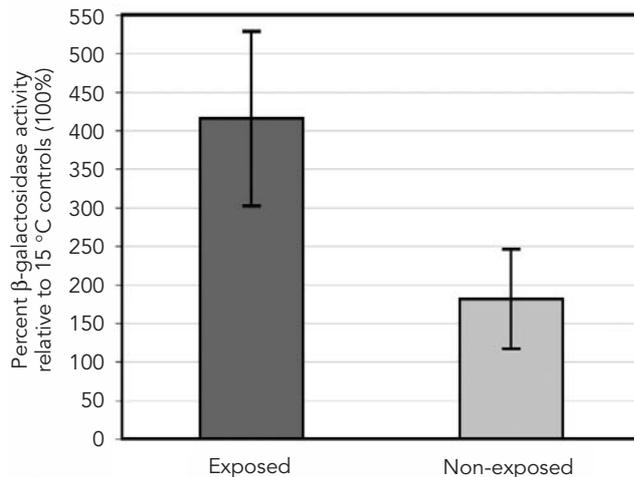


Abbildung 17: Aktivierung des Hitzeschock-Promotors hsp 16.  
 Figure 17: Induction of the heat shock promoter hsp 16.

sity, high frequency EMF on the induction of heat shock response and will challenge many claims of a non-thermal mechanism of induction.

As stated above, we have constructed a new transgenic plant containing a GUS reporter gene under the control of a small Heat Shock Protein (sHSP) promoter. This reporter system is very efficient and highly sensitive to small temperature changes as expected

with a doubling of the expression for a 2 °C increase in temperature. For the time being, we cannot say what will be the effects of an hfEMF field on this plant. Analysis of results is still in progress.

*Caenorhabditis elegans* is a well-studied animal which has already been used to investigate the biological effects of hfEMF. Animal *C. elegans* (PC72 strain) containing a reporter gene under the control of a small heat-shock promoter (hsp 16) has been used. We have confirmed that even a moderate exposure during 20 hours at 100 V/m is sufficient to stimulate the expression of the gene; the results of such an experiment are shown in Figure 17; they confirm the observations reported by de Pomerai and coworkers[1].

Many observations have shown that hfEMF affects the nervous system (human brain) and can influence sleep.

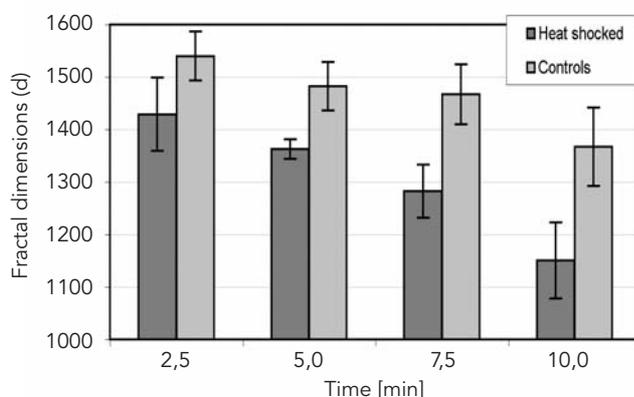
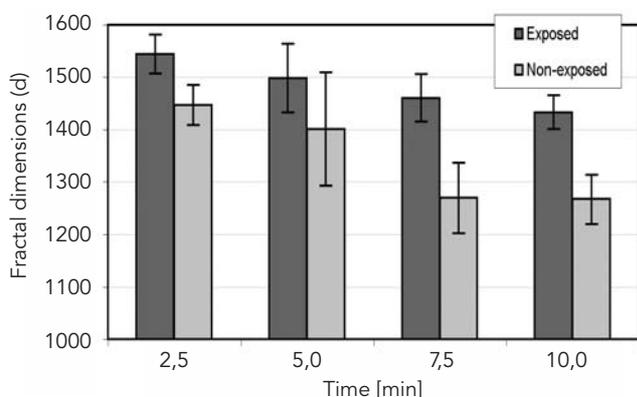


Abbildung 18: Fraktale Dimension des Fadenwurm-Bewegungsmusters. Links: Exposition und Sham-Exposition in einem 900-MHz-Feld mit 100V/m bei 25 °C während 3 Tagen. Rechts: Resultate bei Exposition und Sham-Exposition gegenüber einem Hitzeschock von 32 °C.

Figure 18: Fractal dimension of nematodes traces. Left: exposed and sham-exposed during 3 days to a 900 MHz hfEMF of 100V/m at 25 °C. Right: exposed and non-exposed during one hour to a 32 °C heat shock.

um die Genexpression zu stimulieren. Die Resultate dazu sind in Abbildung 17 gezeigt. Sie bestätigen die Beobachtungen von de Pomerai et al. [1].

Viele Beobachtungen haben gezeigt, dass hfEMF auf das menschliche Nervensystem (Gehirn) einwirken und den Schlaf beeinflussen können. Deshalb haben wir eine Untersuchung, basierend auf dem Mobilitätsverhalten von *C. elegans* entworfen, um herauszufinden, ob es möglich ist, an einem einfachen Organismus Wirkungen von hfEMF auf das Nervensystem nachzuweisen. Wir zeichneten das Wanderverhalten der Fadenwürmer digital auf und berechneten die Komplexität der Muster mit fraktalen Methoden. Diese Methode erwies sich als tauglich. Die Resultat (siehe Abbildung 18) waren erstaunlich. Der Wurm *C. elegans* reagiert auf Hitzebehandlungen sowie hfEMF-Exposition unterschiedlich und gegensätzlich. Hitzestress vermindert die Mobilität des Wurms (fraktale Dimension des Bewegungsmusters) und umgekehrt stimuliert hfEMF seine Beweglichkeit. Das würde, entgegen unseren vorgängigen Beobachtungen bei Pflanzen, andeuten, dass die thermische Stimulation und hfEMF-Exposition unterschiedlich wirken. Eine mögliche Erklärung ist, dass die hfEMF-Behandlung 3 Tage dauerte und die Hitzeschock-Stimulation nur 1 Stunde.

Unsere Experimente zeigen, dass einfache Lebensformen interessante Antworten auf Fragen bezüglich der Natur von hfEMF Effekten geben und ein grosses Feld für zukünftige Untersuchungen darstellen.

We have, therefore, decided to devise a test based on the wandering behavior of *C. elegans* to see whether it could be possible to use simple systems to probe the effects of hfEMF on nervous reactions. We have developed a method, based on time lapse digital imaging and fractal calculations, to analyze the trace complexity of the nematodes. The method appears to work, but the results are puzzling. From Figure 18, we can conclude the worm *C. elegans* responds to both heat treatment and EMF treatment with opposite and conflicting effects. A heat shock diminishes worm's mobility (fractal dimension of traces) and, conversely, hfEMF stimulates mobility. This would suggest, to the contrary of our previous observations with plants, that thermal and hfEMF stimuli are acting in distinct ways; we should nevertheless point out that the hfEMF treatment was much longer (3 days) than the heat shock treatment (only one hour).

Our experiments constitute a proof that simple organisms are well suited objects to find answers to questions about the nature of hfEMF effects and constitute a broad field of innovative investigations.

#### Referenzen / References

- [1] de Pomerai D, Daniells C, David H, Allan J, Duce I, Mutwakil M, Thomas D, Sewell P, Tattersall J, Jones D, Candido P: Non-thermal heat-shock response to microwaves. *Nature* 405: 417–418 (2000).

## Publikationen

## Publications

### Begutachtete Artikel in Zeitschriften und Bücher Reviewed articles in journals and books

Cranfield C., Wieser H.G., Dobson J. (2003): Exposure of magnetic bacteria to simulated mobile phone-type RF radiation has no impact on mortality, in: *IEEE Transactions on NanoBioscience*, 2, 146–149.

Cranfield C., Wieser H.G., Al Maddan J., Dobson J. (2003): Evaluation of ferromagnetic transduction mechanisms for mobile phone bioeffects, in: *IEEE Transactions on NanoBioscience*, 2, 40–43.

Huber R., Schuderer J., Graf T., Jütz K., Borbély A.A., Kuster N., Achermann P. (2003): Radiofrequency electromagnetic field exposure in humans: estimation of SAR distribution in the brain, effects on sleep and heart rate, in: *Bioelectromagnetics*, 24, 262–276.

Huber R., Treyer V., Borbély A.A., Schuderer J., Gottselig J.M.; Landolt H.-P., Werth E., Berthold T. Kuster N., Buck A. Achermann P. (2002): Electromagnetic fields, such as those from mobile phones, alter regional cerebral blood flow and sleep and waking EEG, in: *J. Sleep Res.* 2002, 11, 289–295.

Kramer A., Fröhlich J., Kuster N. (2002): Towards danger of mobile phones in planes, trains, cars and elevators, in: *Journal of the Physical Society of Japan*, 71, 12, 3100.

Siegrist M., Earle T.C., Gutscher H. (2003): Test of a trust and confidence model in the applied context of electromagnetic field (EMF) risks, in: *Risk Analysis*, 23, 4, 705–716.

### Andere Publikationen / Other Publications 2004

Faist Emmenegger M., Frischknecht R., Stutz M., Guggisberg M., Witschi R., Otto, T. (2004): Ökobilanz deckt Optimierungspotenzial auf, in: *Umwelt Focus*, 1, 35–37.

Comino E., Zrýd J.P., Alasonati E., Saidi Y., Zweiacker P., Rachidi F. (in press): Methods for the evaluation of possible biological effects of electromagnetic fields, in: *Progress in Electromagnetics Research Symposium, PIERS'04*, Pisa, March 28–31, 2004.

Zrýd J.P., Alasonati E., Goloubinoff P., Saidi Y., Zweiacker P., Rachidi F., (in press): Tackling the problem of thermal versus non thermal biological effects of high frequency electromagnetic radiations, in: *Progress in Electromagnetics Research Symposium, PIERS'04*, Pisa, March 28–31, 2004.

### 2003

Achermann P., Huber R., Schuderer J. et al. (2003): Effects of exposure to electromagnetic fields of type GSM on sleep EEG and regional cerebral blood flow, in: *15<sup>th</sup> International Zurich Symposium and Technical Exhibition on Electromagnetic Compatibility 2003*, Zurich, February 18–20, 2003, 289–292.

Alasonati E., Comino E., Ianoz M., Korovkin N., Rachidi F., Saidi Y., Zrýd J.P., Zweiacker P. (2003): Fractal dimension: a method for the analysis of the biological effects of electromagnetic fields, in: *5<sup>th</sup> International Symposium on Electromagnetic Compatibility and Electromagnetic Ecology*, St. Petersburg, Russia, September 2003, 405–407.

Alasonati E., Comino E., Giudice A., Ianoz M., Rachidi F., Saidi Y., Zrýd J.P., Zweiacker P. (2003): Use of the photosynthesis performance index to assess the effects of high frequency electromagnetic fields on the membrane integrity of the moss *p. patens*, in: *15<sup>th</sup> International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2003*, Zurich, February 18–20, 2003, 297–299.

Dobson J., Cranfield C.G., Al Maddan J., Wieser H.G. (2003): Cell mortality in magnetite-producing bacteria exposed to GSM radiation, in: *15<sup>th</sup> International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2003*, Zurich, February 18–20, 2003, 293–296.

Faist M., Frischknecht R., Jungbluth N., Guggisberg M., Stutz M., Otto T., Witschi R. (2003): LCA des Mobilfunksystems UMTS. *Schlussbericht*, Uster: ESU-services.

Kramer A., Nikoloski N., Kuster N. (2003): Analysis of indoor rf-field distribution, in: *15<sup>th</sup> International Zurich Symposium and Technical Exhibition on Electromagnetic Compatibility 2003*, Zurich, February 18–20, 2003, 305–306.

Lehmann H., Urech M., Pickl C. (2003): Tradescantia micronucleus bioassay for detecting mutagenicity of GSM-fields, in: *15<sup>th</sup> International Zurich Symposium and Technical Exhibition on Electromagnetic Compatibility 2003*, Zurich, February 18–20, 2003, 301–303.

Saidi Y., Alasonati E., Zweiacker P., Rachidi F., Goloubinoff P., Zrýd J.P. (2003): High frequency electromagnetic radiations induce a heat shock-like response in *Physcomitrella Patens*, in: *The Annual International Meeting for Moss Experimental Research*, St. Louis, September 7–10, 2003, 22.

Stutz M., Faist M., Frischknecht R., Guggisberg M., Witschi R., Otto T. (2003): Life cycle assessment of the mobile communication system UMTS: towards eco-efficient systems, in: *Proceedings of the IEEE International Symposium on Electronics and the Environment*, Boston, May, 2003, 141–146.

### 2002

Alasonati E., Comino E., Ianoz M., Korovkin N., Rachidi F., Schaefer D., Zrýd J.P., Zweiacker P. (2002): Use of fractal dimension for the analysis of biological effects of electromagnetic fields on the moss *P. Patens* and the nematode *C. Elegans*, in: *The International Symposium on Electromagnetic Compatibility EMC Europe 2002*, Sorrento, Sept. 9–13, 2002, 991–995.

Dürrenberger G., Kastenholz H. (2002): Pagination or animation? Examples of risk information tools for the public, in: Wiedemann P., Clauberg M. (eds.) *Integrated Risk Management: Strategic, Technical, and Organizational Perspectives*, final programme of 12<sup>th</sup> SRA Europe annual meeting 2002 of Society for Risk Analysis, Berlin, July 21–24, 2002, 62–63.

Siegrist M., Earle T.C., Gutscher H. (2002): Trust and confidence in the applied field of EMF, in: Wiedemann P., Clauberg M. (eds.) *Integrated Risk Management: Strategic, Technical, and Organizational Perspectives*, final programme of 12<sup>th</sup> SRA Europe annual meeting 2002 of Society for Risk Analysis, Berlin, July 21–24, 2002, 26–27.

Siegrist M., Earle T.C., Gutscher H. (2002): Acceptance of electromagnetic fields produced by mobile phone antenna: the influence of trust and confidence, in: *Annual Meeting of Society for Risk Analysis*, New Orleans, December 8–11, 2002, 79.

Siegrist M., Earle T.C., Gutscher H. (2002): Trust and confidence in the applied field of EMF, in: *6<sup>th</sup> Alpe Adria Conference of Psychology*, Rovereto, October 3–5, 2002, 36–37.

Thalmann A.T. (2002): The impact of information frames on the laypersons' risk appraisal, in: Wiedemann P.M., Clauberg M. (eds.) *Integrated Risk Management: Strategic, Technical, and Organizational Perspectives*, final programme of 12<sup>th</sup> SRA Europe annual meeting 2002 of Society for Risk Analysis, Berlin, July 21–24, 2002, 76.

## 2001

Achermann P., Graf T., Huber R., Kuster N., Borbély A.A. (2001): Effects of exposure to pulsed 900 MHz electromagnetic fields on sleep and the sleep electroencephalogram, in: *14<sup>th</sup> International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2001*, Zurich, February 20–22, 2001, 175.

Dürrenberger G. (2001): «Sustainable mobile communication» a new institution for research into RF-risks, in: *14<sup>th</sup> International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2001*, Zurich, February 20–22, 2001, 173–174.

Dürrenberger G. (2001): Die Forschungskoooperation «Nachhaltiger Mobilfunk», *Bulletin*, 283, 30–33.

Earle T.C., Siegrist M., Gutscher H. (2001): The influence of trust and confidence on perceived risks and cooperation, in: *14<sup>th</sup> International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2001*, Zurich, February 20–22, 2001, 183–184

Ebert S., Mertens R., Kuster N. (2001): Criteria for selecting specific EMF exposure conditions for bioexperiments in the context of health risk assessment, in: *14<sup>th</sup> International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2001*, Zurich, February 20–22, 2001, 181–182.

Wieser H.G., Dobson J. (2001): A ferromagnetic transduction mechanism for radio frequency bioeffects, in: *14<sup>th</sup> International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2001*, Zurich, February 20–22, 2001, 177–178.

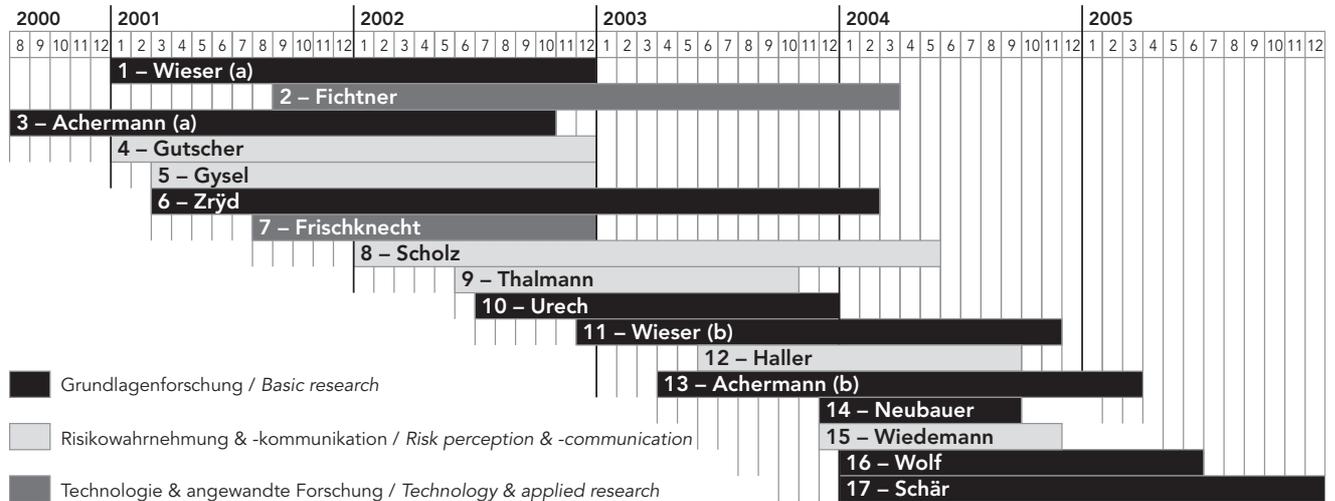
Wyss V., Kuhn H. (2001): Monitoring of media coverage of EMF risks, in: *14<sup>th</sup> International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2001*, Zurich, February 20–22, 2001, 185–186.

Zryd J.P., Ianoz M., Rachidi F., Zweiacker P. (2001): Influence of HF electromagnetic fields on the development and the molecular biology of the moss *physcomitrella patens* and the nematode *caenorhabditis elegans*, in: *14<sup>th</sup> International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2001*, Zurich, February 20–22, 2001, 179–180.

# Projektliste

# List of funded projects

Tabelle 4: Zeitachse der Forschungsprojekte / Table 4: Project Table



## Laufende Projekte / ongoing projects

- Titel:** Machbarkeit epidemiologischer Studien über mögliche Gesundheitseffekte durch Basisstationen  
*Study on the feasibility of future epidemiological studies on health effects of mobile telephone base stations*
- Antragsteller:** Dr. G. Neubauer, Dr. M. Rösli  
**Institution:** ARC Seibersdorf research GmbH  
**Laufzeit:** Dezember 2003 – September 2004  
**Kontakt:** georg.neubauer@arcs.ac.at
- Titel:** Der Einfluss von wissenschaftlichen Unsicherheiten und Vorsorgemassnahmen auf die EMF-Risikowahrnehmung  
*The Impacts of the Disclosure of Scientific Uncertainties and of Precautionary Measures on EMF Risk Perception*
- Antragsteller:** Dr. P. M. Wiedemann, A. T. Thalmann, Dr. M. A. Grutsch  
**Institution:** Forschungszentrum Jülich (MUT)  
**Laufzeit:** Dezember 2003 – November 2004  
**Kontakt:** p.wiedemann@fz-juelich.de
- Titel:** EMF und Hirn: Einfluss auf den Blutfluss, das Blutvolumen und die neuronale Aktivität des Gehirnes  
*EMF and Brain: Effects on cerebral blood flow, cerebral blood volume and neural activity*
- Antragsteller:** Dr. M. Wolf  
**Institution:** Universitätsspital Zürich, Klinik für Neonatologie  
**Laufzeit:** Januar 2004 – Juni 2005  
**Kontakt:** martin.wolf@alumni.ethz.ch

- Titel:** Einfluss von EMF auf die Stabilität des menschlichen Genoms  
*Impact of exposure to EMF on human genome stability: replication study and extension*
- Antragsteller:** Prof. P. Schär, Prof. N. Kuster  
**Institution:** Universität Basel  
**Laufzeit:** Januar 2004 – Dezember 2005  
**Kontakt:** primo.schaer@unibas.ch
- Titel:** Definieren der Messmethodik und Verkleinern der Messunsicherheit bei Immissionsmessungen in Wohn- und Geschäftsräumen  
*Defining measurement standards for and reducing measurement uncertainty of indoor EMF Measurements*
- Antragsteller:** Prof. W. Fichtner, Prof. N. Kuster  
**Institution:** ETH Zürich, Institut für Integrierte Systeme  
**Laufzeit:** September 2001 – März 2004  
**Kontakt:** kuster@itis.ethz.ch  
**Publikation:** Kramer et al. (2002)
- Titel:** Effekte niederfrequenter Signalkomponenten von Handstrahlung auf die Gehirnaktivität  
*Examination of the effects of low frequency mobile phone emissions on EEG recorded brain electrical activity*
- Antragsteller:** Prof. H.G. Wieser, Prof. J. Dobson  
**Institution:** Universitätsspital Zürich, Neurologische Klinik  
**Laufzeit:** Dezember 2002 – November 2004  
**Kontakt:** hgwepi@neurol.unizh.ch
- Titel:** Begleitforschung zum Dialog nachhaltiger Mobilfunk  
*Scientific evaluation of the participation project "Dialogue on sustainable mobile communication"*
- Antragsteller:** M. Haller, B. Zucker, K. Meier  
**Institution:** Stiftung Risiko-Dialog, St. Gallen  
**Laufzeit:** Juni 2003 – September 2004  
**Kontakt:** katrin.meier@risiko-dialog.ch

**Titel:** Dosis-Wirkung-Beziehung von GSM-Feldern (Typ Handy) auf Schlaf und Schlaf-EEG  
(Ref. 13)  
*Dose-effect relationship of electromagnetic field strengths ("handset-like" GSM signal) on sleep and sleep EEG*

**Antragsteller:** PD Dr. P. Achermann, Prof. N. Kuster  
**Institution:** Universität Zürich, Institut für Pharmakologie und Toxikologie  
**Laufzeit:** April 2003 – März 2005  
**Kontakt:** acherman@pharma.unizh.ch

### Abgeschlossene Projekte / completed projects

**Titel:** Bedingungen der Risikowahrnehmung von Mobilfunk und ihre Abhängigkeit von der Vermittlung verschiedenartigen Wissens  
(Ref. 8)  
*Conditions of risk perception concerning EMF and its dependency on different types of knowledge transfer*

**Antragsteller:** Prof. R.W. Scholz, D. Grasmück  
**Institution:** ETH Zurich, Umweltnatur- und Sozialwissenschaften  
**Laufzeit:** Januar 2002 – Mai 2004  
**Kontakt:** scholz@uns.umnw.ethz.ch

**Titel:** Der Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung auf die Entwicklung und Molekularbiologie des Mooses *Physcomitrella patens* und des Wurms *Caenorhabditis elegans*  
(Ref. 6)  
*Influence of HF electromagnetic fields on the development and the molecular biology of the moss physcomitrella patens and the nematode caenorhabditis elegans*

**Antragsteller:** Prof. J-P. Zryd, Dr. F. Rachidi  
**Institution:** Université de Lausanne, Institut d'Ecologie  
**Laufzeit:** März 2001 – Februar 2004  
**Kontakt:** jzryd@ie-pc.unil.ch  
**Publikationen:** Alasonati et al. (2003); Saidi et al. (2003)

**Titel:** Mutagenitätsuntersuchungen von GSM- und UMTS-Feldern mit dem *Tradescantia*-Kleinkerntest  
(Ref. 10)  
*Tradescantia micronucleus bioassay for detecting mutagenicity of GSM fields*

**Antragsteller:** Dr. M. Urech, Dr. H. Lehmann, Dr. Ch. Pickl  
**Institution:** puls Umweltberatung, Swisscom, ÖkoTox GmbH  
**Laufzeit:** Juli 2002 – Dezember 2003  
**Kontakt:** martin.urech@pulsbern.ch

**Titel:** Einfluss des Darstellungsformats von EMF-Studien auf die Risikoeinschätzung und Bewertung des wissenschaftlichen Gesamtbilds bei Laien  
(Ref. 9)  
*Impact of information frames on laypersons' risk appraisal*

**Antragsteller:** A. T. Thalmann, Dr. P.M. Wiedemann, H. Schütz  
**Institution:** Forschungszentrum Jülich  
**Laufzeit:** Juni 2002 – Oktober 2003  
**Kontakt:** a.t.thalmann@fz-juelich.de

**Titel:** Ein ferromagnetischer Wirkmechanismus für biologische Effekte hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung  
(Ref. 1)  
*A ferromagnetic transduction mechanism for radio frequency bioeffects*

**Antragsteller:** Prof. H.G. Wieser, Prof. J. Dobson  
**Institution:** Universitätsspital Zürich, Neurologische Klinik  
**Laufzeit:** Januar 2001 – Dezember 2002  
**Kontakt:** hgwepi@neurolog.unizh.ch  
**Publikationen:** Cranfield et al. (2003); Dobson et al. (2003); Cranfield et al. (2003)

**Titel:** Auswirkungen elektromagnetischer Felder des Typs GSM auf Schlaf, Schlaf-EEG und regionale Hirndurchblutung  
(Ref. 3)  
*Effects of EMF exposure of type GSM on sleep, sleep EEG and cerebral blood flow*

**Antragsteller:** PD Dr. P. Achermann  
**Institution:** Universität Zürich, Institut für Pharmakologie und Toxikologie  
**Laufzeit:** August 2000 – Oktober 2002  
**Kontakt:** acherman@pharma.unizh.ch  
**Publikation:** Achermann et al. (2003); Huber et al. (2003); Huber et al. (2002)

**Titel:** Elektromagnetische Felder: Risikowahrnehmung, Vertrauen, Konfidenz  
(Ref. 4)  
*Electromagnetic fields – perceived risks, social trust and confidence*

**Antragsteller:** Prof. H. Gutscher, Dr. M. Siegrist, Dr. T.C. Earle  
**Institution:** Universität Zürich, Psychologisches Institut  
**Laufzeit:** Januar 2001 – Dezember 2002  
**Kontakt:** siegrist@sozpsy.unizh.ch  
**Publikation:** Siegrist et al. (2003)

**Titel:** Monitoring von Medienleistungen bei der Thematisierung von EMF-Risiken  
(Ref. 5)  
*Analysing and monitoring print media coverage on EMF-risks*

**Antragsteller:** Dr. U. Gysel, H. Kuhn, Dr. D. Perrin, Dr. V. Wyss  
**Institution:** Zürcher Hochschule Winterthur  
**Laufzeit:** März 2001 – Dezember 2002  
**Kontakt:** heinrich.kuhn@zhwin.ch

**Titel:** Ökobilanz Mobilfunksystem UMTS im Hinblick auf öko-effiziente Systeme  
(Ref. 7)  
*Life cycle assessment of the mobile communication system UMTS towards eco-efficient systems*

**Antragsteller:** Dr. R. Frischknecht  
**Institution:** ESU-services, Uster  
**Laufzeit:** August 2001 – Dezember 2002  
**Kontakt:** frischknecht@esu-services.ch  
**Publikation:** Faist Emmenegger et al. (2004)

## Zahlen und Fakten

## Facts and Figures

### Finanzübersicht

### Financial reporting

Bilanz / *Balance per 31.12.2003*

alle Zahlen in SFr. / all figures in SFr.

Aktiven / <i>Assets</i>	2003
<b>Umlaufvermögen / <i>Current Assets</i></b>	
Flüssige Mittel / <i>Liquid Funds</i>	829 533
Aktive Rechnungsabgrenzung / <i>Accrued Income</i>	850
	830 383
<b>Anlagevermögen / <i>Fixed Assets</i></b>	
	0
<b>Total Aktiven / <i>Total Assets</i></b>	<b>830 383</b>

Passiven / <i>Liabilities</i>	2003
<b>Fremdkapital / <i>Third-party Liabilities</i></b>	
Verbindlichkeiten / <i>Payables</i>	634 008
Passive Rechnungsabgrenzung / <i>Accrued Expenses</i>	6 200
	640 208
<b>Eigenkapital / <i>Foundation Capital</i></b>	
Einbezahltes Stiftungskapital / <i>Paid-up Capital</i>	400 000
Jahresergebnis / <i>Excess Income Over Expenditure</i>	-209 825
<b>Total Passiven / <i>Total Liabilities</i></b>	<b>830 383</b>

Erfolgsrechnung / *Income and Expenditure Account 01.01.2003–31.12.2003*

alle Zahlen in SFr. / all figures in SFr.

Ertrag / <i>Income</i>	2003
Übertrag Saldo Forschungskoooperation / <i>Balance brought forward from Research Cooperation</i>	181 124
Spenden von Unternehmungen / <i>Donations</i>	699 999
Zinsertrag / <i>Interest Income</i>	15 503
<b>Total Ertrag / <i>Total Income</i></b>	<b>896 626</b>
Aufwandüberschuss / <i>Excess Expenditure over Income</i>	209 825
	<b>1 106 451</b>

Aufwand / <i>Expenditure</i>	2003
Personalaufwand (inkl. Honorare Dritter) / <i>Personnel Expenditure</i>	217 880
Sachaufwand (Verwaltungsaufwand, Geschäfts- stelle, Stiftungsrat, Wiss. Ausschuss, Revision, Oberaufsicht) / <i>Office Expenditure (Management costs, Head Office, Foundation Board, Scientific Committee, Revision, Supervision)</i>	14 837
Öffentlichkeitsarbeit/PR / <i>Public Relation Expenditure</i>	10 534
<b>Vergabungen / <i>Contributions</i></b>	
Finanzierung Forschungsprojekte 2003 / <i>Financing of Research Projects</i>	395 000
Vergabungen Forschungsprojekte 2004 / <i>Contributions</i>	468 200
<b>Total Aufwand / <i>Total Expenditure</i></b>	<b>1 106 451</b>
Ertragsüberschuss / <i>Excess Income over Expenditure</i>	
	<b>1 106 451</b>

## Eckdaten

## Key figures

### Gründungsprozess / History

- 19.07.2002: Notarielle Gründung der Forschungsstiftung Mobilkommunikation: Zürich  
*Certification of Swiss Research Foundation on Mobile Communication: Zurich*
- 03.10.2002: Konstituierende Stiftungsrats-Sitzung  
*Constituent Meeting of foundation board*
- 06.01.2003: Handelsregister-Eintrag: Zürich  
*Commercial Register entry: Zurich*
- 01.01.2003: Beginn 1. Geschäftsjahr  
*Start of 1. business year*
- 03.02.2003: Eintritt Nicole Heuberger  
*Employment Nicole Heuberger*
- 14.10.2003: Anpassung Stiftungsreglement  
*Amendment of foundation's regulation*
- 13.01.2004: Anpassung Handelsregister-Eintrag  
*Amendment of Commercial Register entry*

### Projekt-Ausschreibungen / Call for Proposals

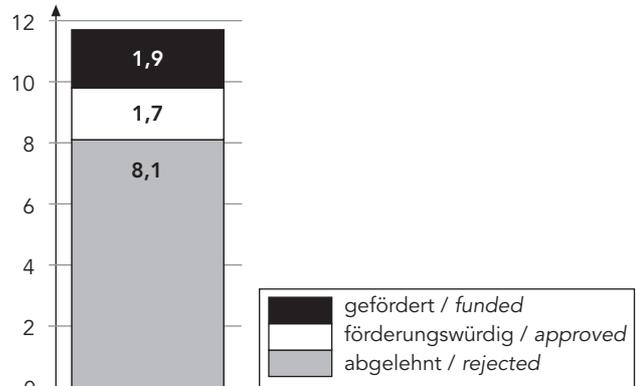
Jahr Year	Projektanträge Applicants	Bewilligte Projekte Granted
2000	21	6
2001	7	2
2002	19	5
2003	27	4
Total	74	17

01.09.2004: nächste Runde / next Call for Proposal

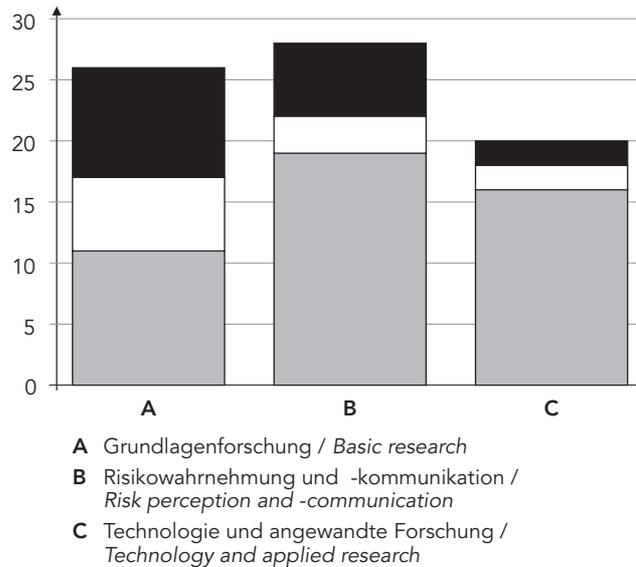
## Statistiken

## Statistics

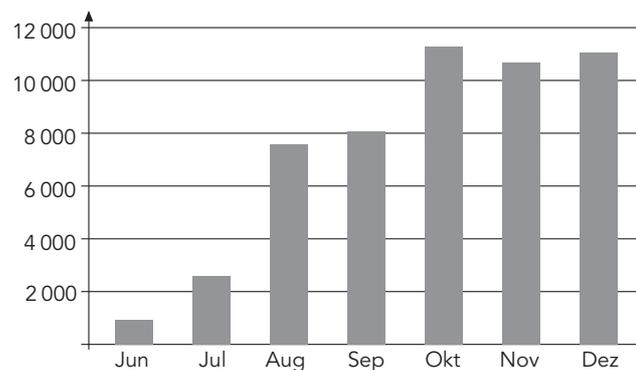
2000–2003: Projektanträge in Mio. SFr.  
*Proposals in million SFr.*



2000–2003: Projektanträge nach Forschungsfelder  
*Proposals by research areas*



06.–12.2003: Entwicklung Internet-Zugriffe  
*Trend of Internet requests*



## Stiftungsrat Foundation Board



**Prof. Dr. Werner Bächtold** (Präsident)  
 Professor an der ETH Zürich, Departement  
 Informationstechnologie und Elektrotechnik,  
 Leiter der Fachgruppe Höchsthfrequenzelek-  
 tronik, Präsident der Forschungskommission  
 der ETH Zürich, 1994–1998.



**Dr. Mirjana Moser** (Vizepräsidentin)  
 Leiterin der Sektion «Physik und Biologie» der  
 Abteilung Strahlenschutz, Bundesamt für  
 Gesundheit (BAG), Bern.



**Dr. med. Bernhard Aufderreggen**  
 Allgemeinpraktiker in Visp, Präsident der  
 Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz AefU  
 (Vereinigung von 2200 Schweizer Ärztinnen  
 und Ärzten).



**Prof. Dr. Dieter Imboden**  
 Professor für Umwelphysik an der ETH  
 Zürich, Departement für Umweltnaturwis-  
 senschaften, Institut für Gewässerschutz und  
 Wassertechnologie (IGW).



**Prof. Dr. Niels Kuster**  
 Professor an der ETH Zürich, Departement  
 Informationstechnologie und Elektrotechnik,  
 Direktor IT'IS.



**Gert Rieder**  
 Chief Operating Officer, Bereich «Mobile»,  
 Sunrise, TDC Switzerland AG, Zürich



**Prof. Dr. med. Heinz-Gregor Wieser**  
 Leitender Arzt der Neurologischen Univer-  
 sitätsklinik Zürich, Leiter der Abteilung  
 Epileptologie & Elektroenzephalographie,  
 Leiter des Programms prächirurgische  
 Epilepsiediagnostik und Epilepsiechirurgie.

## Wissenschaftlicher Ausschuss Scientific Committee



**Prof. Dr. Heinz Gutscher** (Vorsitz)  
 Professor an der Universität Zürich, Psycho-  
 logisches Institut, Abteilung Sozialpsycho-  
 logie.



**Dr. Peter Achermann**  
 Privatdozent am Institut für Pharmakologie  
 und Toxikologie der Universität Zürich, Leiter  
 des Human-Schlaf Labors.



**Prof. Dr. Werner Bächtold**  
 Professor an der ETH Zürich, Departement  
 Informationstechnologie und Elektrotechnik,  
 Leiter der Fachgruppe Höchsthfrequenz-  
 elektronik, Präsident der Forschungskommis-  
 sion der ETH Zürich, 1994–1998.



**Prof. Dr. med. Christoph Beglinger**  
 Leiter der Division Gastroenterologie des  
 Universitätsspitals Basel.



**Prof. Dr. med. Charlotte Braun-Fahländer**  
 Privatdozentin und Leiterin der Forschungs-  
 abteilung Umwelt und Gesundheit am Institut  
 für Sozial- und Präventivmedizin der Univer-  
 sität Basel.



**Dr. Gregor Dürrenberger**  
 Leiter der Forschungsstiftung Mobilkommu-  
 nikation.



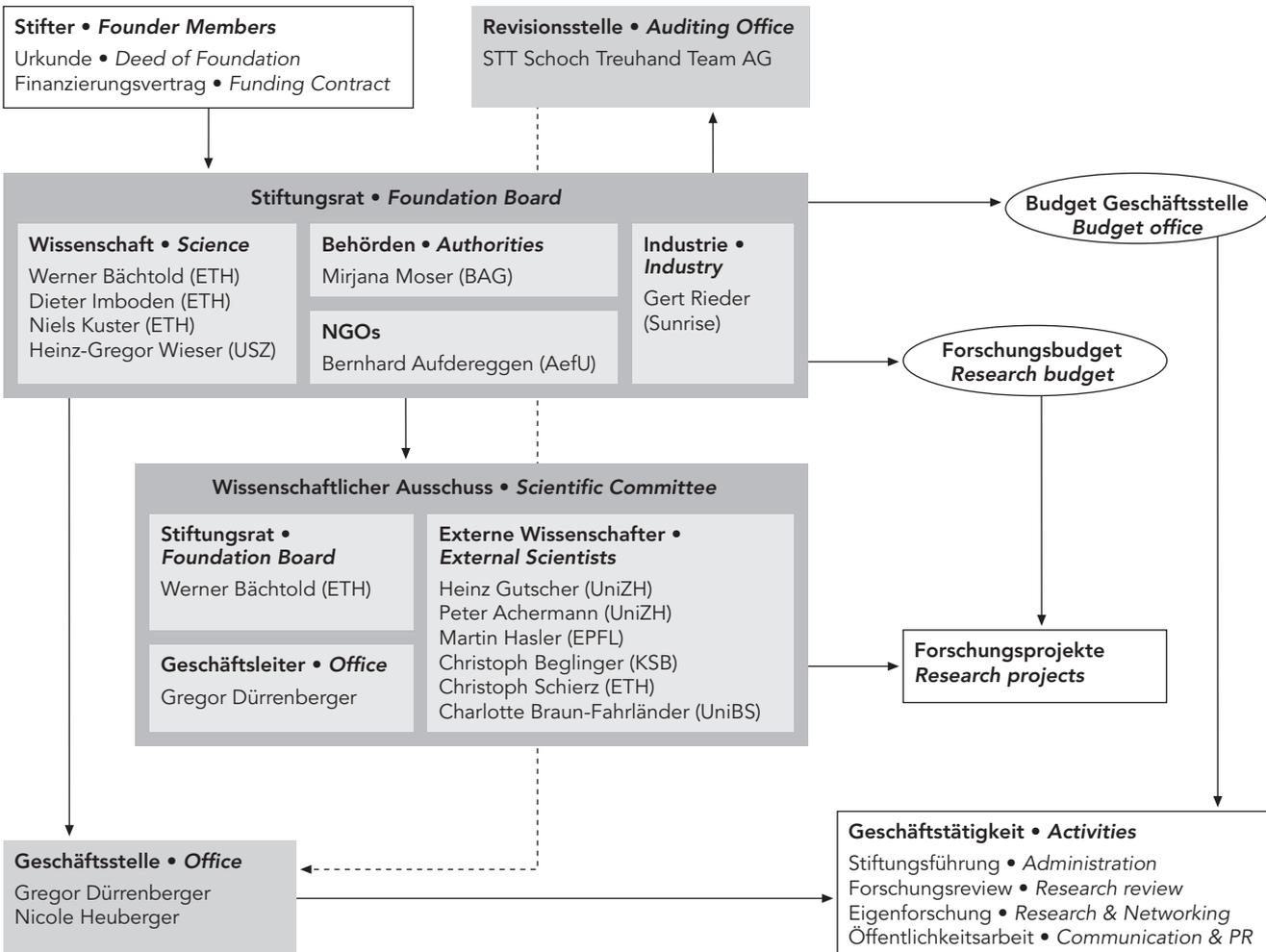
**Prof. Dr. Martin Hasler**  
 Professor an der ETH Lausanne, Faculté  
 Informatique et Communications, Laboratoire  
 de systèmes non linéaires, Mitglied des  
 Forschungsrates des Schweizerischen  
 Nationalfonds.



**Dr. Christoph Schierz**  
 Oberassistent am Institut für Hygiene und  
 Arbeitsphysiologie. Leiter der Arbeitsgruppe  
 «Physikalische Umwelt – Umweltergonomie»  
 an der ETH Zürich.

## Organigramm

## Organisation Chart



## Adressen

## Addresses

### Beteiligte Forscher / Participating Scientists

#### PD Dr. Peter Achermann

Institut für Pharmakologie und Toxikologie  
Universität Zürich  
Winterthurerstr. 190  
CH-8057 Zürich  
Tel. +41 1 635 59 54, Fax +41 1 635 57 07  
acherman@pharma.unizh.ch  
Projekt-Referenz: 3 + 13

#### Prof. Alexander A. Borbély

Institut für Pharmakologie und Toxikologie  
Universität Zürich  
Winterthurerstr. 190  
CH-8057 Zürich  
Tel. +41 1 635 59 59, Fax +41 1 635 57 07  
borbely@pharma.unizh.ch  
Projekt-Referenz: 3

#### Prof. Jon Dobson

Department of Biomedical Engineering and Medical Physics  
Centre for Science and Technology in Medicine  
Keele University  
Thornburrow Drive, Hartshill  
ST4 7QB  
United Kingdom  
Tel. +44 1782 554 253, Fax +44 1782 747 319  
j.p.dobson@bemp.keele.ac.uk  
Projekt-Referenz: 1 + 11

#### Dr. Timothy C. Earle

Western Institute for Social and Organisational Research  
Department of Psychology  
Western Washington University  
Bellingham WA 98225-9089  
USA  
Tel. +1 360 733 70 57, Fax +1 360 650 68 11  
timearle@nessie.cc.wvu.edu  
Projekt-Referenz: 4

**Dr. Mireille Faist**

ESU-Services  
Kanzleistr. 4  
CH-8610 Uster  
Tel. +41 1 940 61 35, Fax +41 1 940 61 94  
faist@esu-services.ch  
Projekt-Referenz: 7

**Prof. Maria Feychting**

Institute of Environmental Medicine  
Karolinska Institutet  
Box 210  
SE-171 77 Stockholm  
Sweden  
Tel. +46 8524 8 74 65, Fax +46 831 39 61  
maria.feychting@imm.ki.se  
Projekt-Referenz: 14

**Prof. Wolfgang Fichtner**

Institut für integrierte Systeme  
ETH-Zürich  
CH-8092 Zürich  
Tel. +41 1 632 53 33, Fax +41 1 632 11 94  
fichtner@iis.ee.ethz.ch  
Projekt-Referenz: 2

**Dr. Rolf Frischknecht**

ESU-services  
Kanzleistr. 4  
CH-8610 Uster  
Tel. +41 1 940 61 91, Fax +41 1 940 61 94  
frischknecht@esu-services.ch  
Projekt-Referenz: 7

**Dirk Grasmück**

Umweltnatur- und Sozialwissenschaften  
ETH-Zürich, HAD  
CH-8092 Zürich  
Tel. +41 1 632 63 13, Fax +41 1 932 10 29  
grasmueck@uns.umnw.ethz.ch  
Projekt-Referenz: 8

**Dr. Markus A. Grutsch**

Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
D-52425 Jülich  
Tel.: +49 2461 613164, Fax +49 2461 612950  
m.grutsch@fz-juelich.de  
Projekt-Referenz: 15

**Prof. Heinz Gutscher**

Psychologisches Institut  
Sozialpsychologie  
Universität Zürich  
Plattenstr. 14  
CH-8032 Zürich  
Tel. +41 1 634 21 13 (10), Fax +41 1 634 49 31  
gutscher@sozpsy.unizh.ch  
Projekt-Referenz: 4

**Prof. Ulrich Gysel**

Zürcher Hochschule Winterthur  
Postfach 805  
CH-8401 Winterthur  
Tel. +41 52 267 72 51, Fax +41 52 268 72 51  
ulrich.gysel@zhwin.ch  
Projekt-Referenz: 5

**Prof. Matthias Haller**

Institut für Versicherungswirtschaft der Universität St. Gallen  
Kirchlistrasse 2  
CH-9010 St. Gallen  
Tel. +41 71 243 40 10, Fax +41 71 243 40 40  
matthias.haller@unisg.ch  
Projekt-Referenz: 12

**Prof. Yngve Hamnerius**

Chalmers University of Technology  
Electromagnetics  
41296 Gothenburg  
Sweden  
Tel. +46 31 772 1905, Fax +46 31 772 1573  
yngve@elmagn.chalmers.se  
Projekt-Referenz: 14

**Prof. Leeka Kheifets**

UCLA School of Public Health  
Department of Epidemiology  
73-284 CHS  
650 Charles E. Young Drive South  
Los Angeles, CA 90095-1772  
USA  
Tel. +1 310 825 6950, Fax +1 310 206 6039  
kheifets@ucla.edu and kheifetsl@who.int  
Projekt-Referenz: 14

**Dr. Axel Kramer**

IT'IS  
ETH Zürich  
CH-8092 Zürich  
Tel. +41 1 245 96 96, Fax +41 1 245 96 99  
kramer@itis.ethz.ch  
Projekt-Referenz: 2

**Prof. Heinrich Kuhn**

Kompetenzzentrum für Sicherheit und Risikoprävention (KSR)  
Zürcher Hochschule Winterthur  
Postfach 805  
CH-8401 Winterthur  
Tel. +41 52 267 77 30, Fax +41 52 268 77 30  
heinrich.kuhn@zhwin.ch  
Projekt-Referenz: 5

**Prof. Niels Kuster**

IT'IS  
ETH-Zürich  
CH-8092 Zürich  
Tel. +41 1 245 96 90, Fax +41 1 245 96 99  
kuster@itis.ethz.ch  
Projekt-Referenz: 2, 3, 13 + 14

**Dr. Hugo Lehmann**

Swisscom Innovations  
Environment and Electromagnetic Compatibility  
CH-3050 Bern  
Tel. +41 31 892 48 48, Fax +41 31 892 39 17  
hugo.lehmann@swisscom.com  
Projekt-Referenz: 10

**Katrin Meier**

Stiftung Risiko-Dialog  
Kirchlistr. 2  
CH-9010 St. Gallen  
Tel. +41 71 243 40 14, Fax +41 71 243 40 40  
katrin.meier@risiko-dialog.ch  
Projekt-Referenz: 12

**Dr. Georg Neubauer**

ARC Seibersdorf Research GmbH  
Business Unit Mobile Communications Safety  
A-2444 Seibersdorf  
Tel. +43 50 550 28 07, Fax +43 50 550 28 13  
georg.neubauer@arcs.ac.at  
Projekt-Referenz: 14

**Dr. Christina Pickl**

ÖkoTox GmbH  
Wollgrasweg 49  
D-70599 Stuttgart  
Tel. +49 711 451017 520, Fax +49 711 451017 522  
pickl@oekotox.com  
Projekt-Referenz: 10

**Dr. Farhad Rachidi**

Swiss Federal Institute of Technology  
Power Systems Laboratory  
CH-1015 Lausanne  
Tel. +41 21 693 26 20, Fax +41 21 693 46 62  
farhad.rachidi@epfl.ch  
Projekt-Referenz: 6

**Dr. Martin Röösl**

Institut für Sozial- und Präventivmedizin  
Universität Bern  
Finkenhubelweg 11  
CH-3012 Bern  
Tel. +41 31 631 38 67, Fax +41 31 631 35 20  
roeoelsi@ispm.unibe.ch  
Projekt-Referenz: 14

**Michael Schanne**

Arbeitsgruppe für Kommunikationsforschung & -beratung  
Venusstr. 27  
CH-8050 Zürich  
Tel. +41 1 311 61 73, Fax +41 1 312 50 16  
schanne@agk-zh.ch  
Projekt-Referenz: 5

**Prof. Primo Schär**

Institut für Biochemie und Genetik  
DKBW, Universität Basel  
Vesalgasse 1  
CH-4051 Basel  
Tel. +41 61 267 07 68  
Fax +41 61 267 35 66  
primo.schaer@unibas.ch  
Projekt-Referenz: 17

**Prof. Roland Scholz**

Umweltnatur- und Sozialwissenschaften  
ETH-Zürich, HAD  
CH-8092 Zürich  
Tel. +41 1 632 58 91, Fax +41 1 932 10 29  
scholz@uns.umw.ethz.ch  
Projekt-Referenz: 8

**PD Dr. Joachim Schüz**

Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie  
und Informatik (IMBEL)  
Universität Mainz  
D-55101 Mainz  
Tel. +49 6131 17 31 13, Fax +49 6131 17 29 68  
schuez@imbei.uni-mainz.de  
Projekt-Referenz: 14

**PD Dr. Michael Siegrist**

Psychologisches Institut  
Universität Zürich  
Plattenstr. 14  
CH-8032 Zürich  
Tel. +41 1 634 44 71, Fax +41 1 634 49 31  
siegrist@sozpsy.unizh.ch  
Projekt-Referenz: 4

**Thomas Stalder**

Arbeitsgruppe für Kommunikationsforschung & -beratung  
Venusstr. 27  
CH-8050 Zürich  
Tel. +41 1 305 60 57, Fax +41 1 312 50 16  
thomas.stalder@sfdrs.srg-ssr.ch  
Projekt-Referenz: 5

**Andrea Thalmann**

Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
D-52425 Jülich  
Tel. +49 2461 613536, Fax +49 2461 612950  
a.t.thalmann@fz-juelich.de  
Projekt-Referenz: 9 + 15

**Dr. Martin Urech**

puls Umweltberatung  
Mühlemattstr. 45  
CH-3007 Bern  
Tel. +41 31 372 20 28, Fax +41 31 371 90 46  
martin.urech@pulsbern.ch  
Projekt-Referenz: 10

**Dr. Joe Wiart**

France Telecom R&D  
38-40, rue du General Leclerc  
F-92794 Issy les moulineaux Cedex 9  
Tel. +33 1 45 29 58 44, Fax +33 1 45 29 41 94  
joe.wiart@francetelecom.com  
Projekt-Referenz: 14

**Dr. Peter M. Wiedemann**

Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
D-52425 Jülich  
Tel. +49 2461 614806, Fax +49 2461 612950  
p.m.wiedemann@fz-juelich.de  
Projekt-Referenz: 9 + 15

**Prof. Heinz-Gregor Wieser**

Neurologische Klinik  
Abteilung für Epileptologie und EEG  
Universitätsspital Zürich  
CH-8091 Zürich  
Tel. +41 1 255 55 30 (31), Fax +41 1 255 44 29  
hgwepi@neurolog.unizh.ch  
Projekt-Referenz: 1 + 11

**Dr. Martin Wolf**

Klinik für Neonatologie  
BORL  
Universitätsspital Zürich  
Frauenklinikstr. 10  
CH-8091 Zürich  
Tel. +41 1 255 53 46, Fax +41 1 255 44 42  
martin.wolf@alumni.ethz.ch  
Projekt-Referenz: 16

**Dr. Vinzenz Wyss**

Zürcher Hochschule Winterthur ZHW  
Institut für Angewandte Medienwissenschaft IAM  
Postfach 805  
Kesselschmiede 35  
CH-8401 Winterthur  
Tel. +41 52 267 77 76  
Vinzenz.Wyss@zhwin.ch  
Projekt-Referenz: 5

**Prof. Jean-Pierre Zryd**

Laboratoire de Phytogénétique Cellulaire  
Département de Biologie moléculaire végétale  
Université de Lausanne  
CH-1015 Lausanne  
Tel. +41 21 692 42 51, Fax +41 21 692 42 55  
jzryd@ie-pc.unil.ch  
Projekt-Referenz: 6

**Betty Zucker**

Stiftung Risiko-Dialog  
Kirchlistr. 2  
CH-9010 St. Gallen  
Tel. +41 71 243 40 14, Fax +41 71 243 40 40  
betty.zucker@risiko-dialog.ch  
Projekt-Referenz: 12

## Stiftungsrat / Foundation Board

### Prof. Werner Bächtold (Präsident)

Institut für Feldtheorie und Höchstfrequenztechnik  
ETH-Zentrum  
Gloriastrasse 35  
CH-8092 Zürich  
Tel. +41 1 632 28 09, Fax +41 1 632 11 98  
baechtold@ifh.ee.ethz.ch

### Dr. Mirjana Moser (Vizepräsidentin)

BAG - Bundesamt für Gesundheit  
Facheinheit Strahlenschutz und Chemikalien  
CH-3003 Bern  
Tel. +41 31 322 95 75, Fax +41 31 322 83 83  
mirjana.moser@bag.admin.ch

### Dr. Bernhard Aufderreggen

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz  
Kantonsstr. 14  
CH-3930 Visp  
Tel. +41 27 946 56 46, Fax +41 27 946 56 77  
aufderreggen.bernhard@swissonline.ch

### Prof. Dieter Imboden

Umweltphysik  
ETH-Zentrum  
VOD, Voltastrasse 65  
CH-8092 Zürich  
Tel. +41 1 632 73 47, Fax +41 1 632 16 91  
imboden@up.umw.ethz.ch

### Prof. Niels Kuster

IT'IS  
ETH-Zürich  
CH-8092 Zürich  
Tel. +41 1 245 96 90, Fax +41 1 245 96 99  
kuster@itis.ethz.ch

### Gert Rieder

COO Mobile  
sunrise/TDC Switzerland AG  
Thurgauerstr. 60  
CH-8050 Zürich  
Tel. +41 76 300 55 00, Fax +41 1 300 41 60  
gert.rieder@sunrise.net

### Prof. Heinz-Gregor Wieser

Neurologische Klinik  
Abteilung für Epileptologie und EEG  
Universitätsspital Zürich  
CH-8091 Zürich  
Tel. +41 1 255 55 30 (31), Fax +41 1 255 44 29  
hgwepi@neurolog.unizh.ch

## Wissenschaftlicher Ausschuss / Scientific Committee

### Prof. Heinz Gutsch (Vorsitz)

Institut für Psychologie  
Universität Zürich  
Plattenstr. 14  
CH-8032 Zürich  
Tel. +41 1 634 21 13 (10), Fax +41 1 634 49 31  
gutsch@sozpsy.unizh.ch

### PD Dr. Peter Achermann

Institut für Pharmakologie und Toxikologie  
Universität Zürich  
Winterthurerstr. 190  
CH-8057 Zürich  
Tel. +41 1 635 59 54, Fax +41 1 635 57 07  
acherman@pharma.unizh.ch

### Prof. Werner Bächtold

Institut für Feldtheorie und Höchstfrequenztechnik  
ETH-Zentrum  
Gloriastrasse 35  
CH-8092 Zürich  
Tel.: +41 1 632 28 09 / Fax +41 1 632 11 98  
baechtold@ifh.ee.ethz.ch

### Prof. Christoph Beglinger

Departement für Innere Medizin  
Kantonsspital Basel  
Petersgraben 4  
CH-4031 Basel  
Tel. +41 61 265 38 46, Fax +41 61 265 38 47  
beglinger@tmr.ch

### Prof. Charlotte Braun-Fahrländer

Institut für Sozial- und Präventivmedizin  
Universität Basel  
Steinengraben 49  
CH-4051 Basel  
Tel. +41 61 270 22 20, Fax +41 61 267 22 25  
C.Braun@unibas.ch

### Dr. Gregor Dürrenberger

Forschungsstiftung Mobilkommunikation  
c/o ETH-Zentrum/IFH/K86  
Gloriastrasse 35  
CH-8092 Zürich  
Tel. +41 1 632 28 15, Fax +41 1 632 11 98  
gregor@mobile-research.ethz.ch

### Prof. Martin Hasler

Laboratoire de Systèmes non linéaires  
Faculté Informatique et Communications  
EPFL  
CH-1015 Lausanne  
Tel. +41 21 693 26 22 (56), Fax +41 21 693 67 00  
martin.hasler@epfl.ch

### Dr. Christoph Schierz

Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie  
ETH Zentrum  
CH-8092 Zürich  
Tel. +41 1 632 39 80, Fax +41 1 632 11 73  
schierz@iha.bepr.ethz.ch

## Geschäftsstelle / Office

### Dr. Gregor Dürrenberger (Leiter)

Forschungsstiftung Mobilkommunikation  
c/o ETH-Zentrum/IFH/K86  
Gloriastrasse 35  
CH-8092 Zürich  
Tel.: +41 1 632 28 15 / Fax +41 1 632 11 98  
gregor@mobile-research.ethz.ch

### Nicole Heuberger (Sekretariat)

Forschungsstiftung Mobilkommunikation  
c/o ETH-Zentrum/IFH/K86  
Gloriastrasse 35  
CH-8092 Zürich  
Tel.: +41 1 632 59 78 / Fax +41 1 632 11 98  
nicole@mobile-research.ethz.ch