



FSM – Forschungsstiftung
Strom und Mobilkommunikation
FSM – Swiss Research Foundation for
Electricity and Mobile Communication

Jahresbericht 2017 Annual Report 2017



Ganzseitige Fotos / Full-Page Photos

Martin Hood arbeitet im Generalsekretariat Kommunikation der BIZ in Basel. Privat ist er passionierter Bergsteiger und Fotograf, mit besonderem Interesse an der alpinen Fotografie.

Martin Hood works in Basel at General Secretarial Communications of BIS. In his free time he is an enthusiastic mountaineer and photographer with a special interest of his artistic work on mountains and alpinism.

IMPRESSUM

Herausgeber

FSM – Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation, c/o ETH Zürich, IEF, 8092 Zürich

Redaktion

Krisztina Meya, Gregor Dürrenberger

English Translation/Proof-Reading

elinga GmbH, Hamburg (D)

Gestaltung und Layout

Peter Nadler, Fällanden

Druck

Printset, Zürich

Bildnachweise

Seite 1 (Titelbild) Violet Kapia/iStockphoto

Ganzseitige Bilder Seiten 4, 6, 16, 18, 52: Martin Hood

Seiten 8, 13, 15: FSM

Seiten 30/31: Bonjour, SRF, Digitpol

Seiten 32/33: Michael Wyde, Gorodenkoff/iStockphoto, George Jason/iStockphoto, National Institutes of Environmental Health Sciences, Stephanie Hofschlaeger/pixelio.de,

Seiten 34/35: BEMS, zwergdesign/pixelio, Swinburne University, cosmin4000/iStockphoto,

Seiten 36/37: BEMS, Universität Bern, nantonov/iStockphoto

Inhalt

Editorial	5
Vorwort	7
Die Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation	8
Interview	10
Aktivitäten 2017	12
Ausblick	17
Projektbeschreibungen	19
Dossier: 5G – die kommende Mobilfunkgeneration	30
Forschungssplitter	32
Projektliste	38
Publikationen	45
Zahlen und Fakten	50
Organigramm	53
Stiftungsrat	54
Geschäftsstelle	54
Wissenschaftlicher Ausschuss	55

Content

<i>Editorial</i>	5
<i>Preface</i>	7
<i>Swiss Research Foundation for Electricity and Mobile Communication</i>	8
<i>Interview</i>	10
<i>Activities 2017</i>	12
<i>Outlook</i>	17
<i>Project Descriptions</i>	19
<i>Dossier: 5G – the Next Mobile Generation</i>	31
<i>Special Focus</i>	33
<i>List of Funded Projects</i>	38
<i>Publications</i>	45
<i>Facts and Figures</i>	50
<i>Organisation Chart</i>	53
<i>Foundation Board</i>	54
<i>Office</i>	54
<i>Scientific Committee</i>	55



Editorial

Editorial

Moderne Kommunikation und flächendeckende Stromversorgung sind aus der Gesellschaft nicht wegzudenken. Diese Technologien generieren verschiedeneartige elektromagnetische Felder (EMF). Einige Mitmenschen fühlen sich durch diese in ihrer Gesundheit beeinträchtigt. Allerdings sind die Interaktion von EMF mit dem Menschen und ihre biologischen Effekte unklar und ein kontroverses Thema.

In diesem Spannungsfeld kommt der FSM eine wichtige Rolle zu. Sie ist eine gemeinnützige Stiftung und fördert wissenschaftliche Forschung über potenzielle Auswirkungen von EMF. Der wissenschaftliche Ausschuss (WA) der FSM bestimmt jährlich einen Schwerpunkt für die Ausschreibung von Forschungsprojekten, evaluierter die eingehenden Anträge und entscheidet dann über die Vergabe der Mittel. Im Fokus stehen dabei innovative Projekte über biologische Wirkungsmechanismen (Molekularbiologie, experimentelle Humanstudien), gesundheitliche (Epidemiologie) und technologische Aspekte sowie gesellschaftliche Auswirkungen (Soziologie). All die nötige Expertise ist durch die Zusammensetzung des WA abgedeckt. Es ist mir wichtig zu betonen, dass der WA in seiner Entscheidung völlig frei ist und in keiner Weise durch die Sponsoren beeinflusst wird. Nur unabhängige Forschung ist glaubwürdig. Ausschlaggebend ist einzig die wissenschaftliche Qualität der Anträge. Die Forschenden publizieren ihre Ergebnisse ohne Absprache mit der FSM und den Sponsoren in wissenschaftlichen Fachzeitschriften. Somit erfüllt der WA eine wichtige «Pufferfunktion» zwischen Geldgebern und Forschenden, was letztendlich unabhängige Forschung in einem spannungsgeladenen Feld ermöglicht.

Ich möchte diese Gelegenheit nutzen und allen Mitgliedern des WA (jetzige und frühere) für ihre ehrenamtliche Tätigkeit, die neben ihrer normalen Arbeit erfolgt, herzlich danken. Ohne ihren unermüdlichen Einsatz und ihre Fachkompetenz könnte die FSM keine so hochstehende Forschungsförderung betreiben.

Prof. Dr. Peter Achermann
Universität Zürich, Institut für Pharmakologie und Toxikologie
Vorsitzender des Wissenschaftlichen Ausschusses der FSM



Prof. Dr. Peter Achermann

Telecommunication and electricity infrastructures and consumer goods are integral parts of modern society. These technologies produce various types of electromagnetic fields (EMF). Some people are convinced that the radiated fields affect their health. However, the interaction between EMF and human biology is not fully understood and a topic of public and scientific controversies.

The FSM – a not-for-profit institution – is an important funding body for EMF research. Every year, the Scientific Committee (SC) of the FSM defines a research focus for its annual call, evaluates the incoming proposals and decides about funding. The calls relate to the topics mechanisms (molecular biology, human laboratory studies), potential health impacts (epidemiology), technology (engineering) and societal aspects (social sciences). The members of the SC cover the required fields of expertise. I very clearly state that the decisions of the SC are based on scientific quality criteria and are taken completely free of any pressure from sponsors or supporters, whatsoever. This is essential, as only independent research is credible research. The researchers publish their results in international peer-reviewed journals without any intervention by FSM stakeholders. Briefly: the SC operates as both, scientific evaluation body and firewall between researchers and sponsors. This guarantees independent quality research in an area under public scrutiny.

The high quality of FSM funded research is the result of the expertise of the Scientific Committee. I warmly thank all past and present members for their valuable and indispensable work, performed honorary in addition to their daily workload.

Prof. Dr. Peter Achermann
University of Zurich, Institute of Pharmacology and Toxicology
Chairman of the FSM Scientific Committee



Vorwort

Preface

Wie im Vorjahr wurde auch 2017 ein neues Forschungsprojekt bewilligt und ins FSM Portfolio integriert. Es handelt sich dabei um eine Laborstudie, die den Einfluss von Mobilfunksignalen auf die Regulierung der Differenzierung neuraler Zellen untersuchen wird. Durchgeführt wird die Arbeit von David Schürmann, Universität Basel und Angélique Ducray, Universität Bern (Kurzbeschreibung Seite 20). In der Berichtsperiode wurden sodann vier Projekte abgeschlossen: Die Studien von Schürmann und Röösli wurden bereits im letztjährigen Jahresbericht vorgestellt. Die Resultate der Arbeiten von Sütterlin und Mattsson finden sich im vorliegenden Report ab Seite 23. Die Liste der neu erschienenen wissenschaftlichen Schriften, worunter auch eine Dissertation, findet sich im Gesamtverzeichnis der Publikationen ab Seite 36.

Die Geschäftsstelle zeichnete sich 2017 durch eine vergleichsweise intensive Forschungstätigkeit aus. Vier Studien, unterstützt durch die Bundesämter BFE, BAFU, das Deutsche Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) sowie das Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) wurden abgeschlossen, ein BfS-Projekt wurde neu akquiriert und wird Mitte 2018 abgeschlossen. Die Liste der aus diesen Aktivitäten entstandenen Publikationen sowie die im 2017 veröffentlichten Informationsmaterialien finden sich auf Seite 43.

Wie jedes Jahr wurden auch im 2017 zwei Science Brunches durchgeführt, den ersten im Juni zum Thema Akzeptanz von Hochspannungsleitungen, den zweiten im Dezember zum Thema Wissenschaftskommunikation. Zudem war die FSM Ko-Organisatorin eines von der «IKU Die Dialoggestalter» getragenen Workshops in Berlin zum Thema niederfrequente Magnetfelder und Leukämierisiken.

Zum Schluss danke ich unseren Sponsoren und Trägerorganisationen ganz herzlich für ihren grossen und absolut essenziellen Support. Es ist mir eine besondere Freude, an dieser Stelle unser neues Mitglied bei den Trägerinstitutionen, die EnDK (Konferenz Kantonaler Energiedirektoren), zu begrüssen. Mein Dank geht sodann an die Mitglieder von Stiftungsrat und Wissenschaftlichem Ausschuss, ohne deren ehrenamtliche Arbeit die FSM nicht funktionieren kann und würde. Der letzte Dank gebührt Krisztina Meya für ihre hervorragende Arbeit in der Geschäftsstelle.

Dr. Gregor Dürrenberger
Geschäftsleiter Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation



As in previous years, FSM also funded a new research project in 2017. It is a laboratory study into the Impact of cell phone radio signals on the regulation of neural differentiation (project description on page 20). This

in-vitro study is now part of the current FSM research portfolio. David Schürmann, University of Basel, and Angélique Ducray, University of Bern, will lead the project. Four studies were completed in 2017. The research findings by Schürmann and by Röösli have already been presented in the last Annual Report. Short statements about the results of the Sütterlin and the Mattsson projects can be found in this issue (page 23ff). The 2017 publications, which include a PhD thesis linked to the Sütterlin project, are listed on page 36.

The Office engaged in quite a bit of research in 2017. It completed four studies, supported by the Swiss Federal Offices of Energy (BFE) and Environment (BAFU), the German Federal Office of Radiation Protection (BfS), and the Office for Technology Assessment of the German Bundestag (TAB). A new BfS-study was acquired towards the end of 2017. It will be completed in mid-2018. A list of the scientific publications, as well as the informative material issued by the Office, can be found on page 43.

As in every year, two Science Brunches were held in 2017. The June discussion focused on acceptance issues of high voltage power lines. The December event debated the relevance of science communication in decision making. In addition, FSM was also a co-organizer (main organizer: IKU Die Dialoggestalter) of a workshop on ELF magnetic fields and leukemia risks, which was held in Berlin in March 2017.

A big thank you goes to our sponsors and supporting organizations for their vital backup. Concerning supporting organizations, I would like to warmly welcome our new member, the Conference of the Cantonal Energy Directors (EnDK). Finally, I would also like to thank the members of the Foundation Board and the Scientific Committee for their committed and honorary work. Last but not least, I thank Krisztina Meya for her excellent management of the FSM Office.

*Dr. Gregor Dürrenberger
Head of Swiss Research Foundation for Electricity and Mobile Communication*

Die Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation

Mission

Ziele der Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation (FSM) sind (i) die Förderung von innovativen Forschungsprojekten zu Technologien, die elektromagnetische Felder nutzen oder erzeugen (z.B. elektrische Installationen und Geräte, drahtlose Kommunikation, medizinische Anwendungen), (ii) die Aufarbeitung und Verbreitung von entsprechenden Forschungsergebnissen in Wissenschaft und Gesellschaft sowie (iii) die Förderung der Kommunikation unter den Interessengruppierungen.

Organisation und Finanzierung

Finanziert wird die Stiftung von der ETH Zürich sowie von den Unternehmen Swisscom und Swissgrid. Institutionell mitgetragen wird die FSM von den Bundesämtern BAG, BAKOM, BAFU und BFE sowie vom ESTI, von der Schweiz. Akademie der Technischen Wissenschaften (SATW), vom Konsumentenforum kf, dem Schweiz. Heimatschutz (SHS), der Krebsliga Schweiz, von Ingenieur Hospital Schweiz, vom Verband Schweiz. Elektrizitätsunternehmen (VSE), vom Schweiz. Verband der Telekommunikation (asut), von der Electrosuisse, von der Schweizerischen Bau-, Planungs- und Umweltdirektorenkonferenz (BPUK) und von der Konferenz Kantonaler Energiedirektoren (EnDK).

Der FSM standen für 2017 gesamthaft knapp CHF 550 000 zur Verfügung.

Swiss Research Foundation for Electricity and Mobile Communication

Mission

The aims of the Swiss Research Foundation for Electricity and Mobile Communication (FSM) are: i) to promote innovative research projects into the technologies that use or produce electromagnetic fields, e.g. electrical installations and devices, wireless communications, medical applications, ii) the refining and dissemination of the corresponding research results to science and society, and iii) the stimulation of communication amongst the stakeholders.

Organisation and Financing

The Research Foundation is sponsored by the ETH Zurich, Swisscom, and Swissgrid. Institutionally, the FSM is supported by the Swiss Federal Offices of Public Health (SFOPH), Communications (OFCOM), Environment (FOEN), and Energy (SFOE), as well as by the Federal Inspectorate for Heavy Current Installations (ESTI). In addition, the following NGOs support the Foundation: Consumer Forum (kf), the Swiss Academy of Engineering Sciences (SATW), the Swiss Heritage Society (SHS), the Swiss Cancer League, Ingenieur Hospital Schweiz, the Swiss Electricity Industry Association (SEIA), the Swiss Telecommunications Association (asut), Electrosuisse, the Swiss Conference of Ministers for Construction, Planning and the Environment (BPUK), and the Conference of Cantonal Energy Directors (EnDK).



Science Brunch 27:
Referenten Valentin Delb, AWEL; Dr. Jan-Hinrik Schmidt, Hans-Bredow-Institut, Hamburg; Mathis Brauchbar, advocacy AG; Prof. Mike S. Schäfer, Universität Zürich; Moderator Beat Glogger und Geschäftsführer Dr. Gregor Dürrenberger.

Science Brunch 27:
Speakers Valentin Delb, WVEA Zurich; Dr. Jan-Hinrik Schmidt, Hans-Bredow-Institut, Hamburg; Mathis Brauchbar, advocacy AG; Prof. Mike S. Schäfer, University of Zurich; Moderator Beat Glogger, and CEO Dr. Gregor Dürrenberger.

Der Stiftungsrat umfasst in der Regel 7 Mitglieder, verteilt auf die Bereiche Wissenschaft (4), Behörden (1), Industrie (1) und NGOs (1).

Der Wissenschaftliche Ausschuss setzt sich zusammen aus einem Vertreter des Stiftungsrates (Wissenschaftler), dem Geschäftsleiter sowie 6–7 externen WissenschaftlerInnen. Die aktuelle personelle Zusammensetzung ist auf dem Organigramm Seite 51 ersichtlich.

Die Beurteilung der eingehenden Forschungsgesuche und die Auswahl der förderungswürdigen Projekte obliegen ausschliesslich dem Wissenschaftlichen Ausschuss der FSM; die Geldgeber haben keinen Einfluss auf den Entscheidungsprozess. Der Wissenschaftliche Ausschuss garantiert für forschungspolitische Unabhängigkeit und hohe wissenschaftliche Qualität der unterstützten Projekte.

Forschungsförderung

Die FSM fördert Projekte, die für die Öffentlichkeit wichtige Fragen zu Strom- und Funktechnologien, insbesondere im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern, untersuchen. Thematisch können die Projekte im Bereich der Grundlagenforschung (A), der Risikowahrnehmung und -kommunikation (B) sowie der Technologie und angewandten Forschung (C) liegen. Es werden nur Projekte von hoher wissenschaftlicher Qualität und mit bester Laborpraxis unterstützt. Alle gesetzlichen Vorgaben und die üblichen ethischen Forschungsstandards müssen erfüllt werden.

Sowohl öffentliche wie auch private Forschungsinstitutionen in der Schweiz und international können Projekteingaben machen. Die Anträge werden vom Wissenschaftlichen Ausschuss evaluiert. Anschliessend werden die ausgewählten Antragsteller zur Ausarbeitung eines Full-Proposals aufgefordert. Bei Bewilligung eines Projekts wird ein Forschungsvertrag erstellt. Das durchschnittliche Förderungsvolumen eines Projektes beträgt CHF 100 000, für Literatur-Reviews bis CHF 50 000. Alle nötigen Formulare sind auf der Homepage verfügbar.

Termin zur Einreichung von Projektkizzen ist üblicherweise der Oktober. Die Ausschreibungen sind häufig thematisch vordefiniert.

Dienstleistungen

Die FSM bietet folgende Dienstleistungen an:

- ▶ Auskünfte und Beratung
- ▶ Teilnahme an Informationsveranstaltungen
- ▶ Gutachtertätigkeit
- ▶ Organisation von Kursen und wissenschaftlichen Anlässen
- ▶ Projektbegleitungen

Über Zusagen zur Teilnahme an Veranstaltungen entscheidet die Forschungsförderung autonom. Gutachtertätigkeiten, Weiterbildungskurse, die Organisation von wissenschaftlichen Anlässen oder Projektbegleitungen werden gegen Entschädigung durchgeführt.

In total roughly CHF 550,000 were at the Foundation's disposal in 2017.

The Foundation Board is typically made up of 7 members from the following areas: the sciences (4), the Federal Authorities (1), industry (1) and NGOs (1).

The Scientific Committee of the Foundation consists of a representative of the Foundation Board (scientific member), the Executive Officer of the Foundation and 6–7 external scientists. For details please refer to the Organisation Chart on page 51.

The FSM Scientific Committee is exclusively responsible for reviewing submitted project proposals and making decisions as to their worthiness for support. Financial sponsors have no influence on the decision-making process. The FSM Scientific Committee ensures research-political independence and a high scientific quality of the selected projects.

Forschungsfelder

A) Grundlagenforschung

In-vitro- und In-vivo-Studien
Dosimetrie
Humanstudien

B) Risikowahrnehmung und -kommunikation

Risikowahrnehmung
Risikokommunikation
Risikomanagement
Regelungsbedarf

C) Technologie und angewandte Forschung

Ökobilanzen (LCAs)
Zukünftige Technologien
Messfragen

Research Areas

A) Basic Research

In-vitro and in-vivo studies
Dosimetry
Human studies

B) Risk Perception and Risk Communication

Risk perception
Risk communication
Risk management
Regulatory issues

C) Technology and Applied Research

Eco-design (LCA's)
Emerging technologies
Measurement issues

Research Programme

The FSM funds projects which investigate important questions of public concern in respect of electricity and radio technologies, especially with respect to electromagnetic fields. Thematically, the projects may concern basic research (A), risk perception and communication (B), and technology and applied research (C). Only projects of high scientific quality, best laboratory practice and which comply with current legal and ethical standards will be supported.

Any public or private research institutions, both in Switzerland and abroad, may submit projects. The FSM Scientific Committee will evaluate the pre-proposals. Successful applicants will then be asked to present their projects in a full proposal. A research contract will be prepared on the acceptance of a project. Average funding for a project is approximately CHF 100,000, for literature reviews up to CHF 50'000. All necessary forms are available on our homepage.

The deadline for project pre-proposals is generally end of September of each year. The calls for proposals are often thematically predefined.

Services

The FSM offers the following services:

- ▶ Information and advice
- ▶ Participation in informative events
- ▶ Evaluations
- ▶ Organisation of courses and scientific events
- ▶ Project monitoring

All decisions in respect of event participation will be taken by the Research Foundation. Charges will apply for evaluations, training courses, the organisation of scientific events or project monitoring.

Interview

Interview

Antonio Šarolić, können Sie unseren Lesern kurz erläutern, was eine «COST Action» ist?

Eine «COST Action» ist ein vierjähriges EU-Projekt, das national finanzierte Forschung zum Thema der Aktion koordiniert. Cost-Aktionen unterstützen Networking-Aktivitäten wie Meetings, Workshops, Konferenzen, Schulungen, kurze wissenschaftliche Austauschprogramme usw. Weitere Informationen finden sich auf www.cost.eu.



Prof. Dr. Antonio Šarolić*

Antonio Šarolić, may you briefly tell the readership what exactly a COST Action is?

A COST Action is a 4-year scientific networking EU project, which coordinates nationally-funded research on the Action topics. It provides support for networking activities: meetings, workshops, conferences, training schools, short scientific exchanges etc. More details can be found at www.cost.eu.

Warum wurde die Aktion EMF-MED lanciert?

Im Rahmen meiner langjährigen Forschung zu EMF-Gesundheitsrisiken habe ich erkannt, dass viele Daten auch auf positive Wirkungen von EMF hinweisen. Diese Einsicht fiel mit dem Abschluss der COST Aktion BM0709 zusammen, welche primär Risiken untersuchte. Am letzten BM0709-Meeting wurde ohne Vorbereitung spontan die Idee für eine neue COST Aktion geboren. Vermutlich war ich nur der laute Fürsprecher einer Idee, die latent schon vorhanden war. Ich erhielt schnell viel Unterstützung. Der erste Vorschlag wurde abgelehnt. Der zweite Antrag konnte das COST-Genehmigungsverfahren und den Wettbewerb Ende 2013 erfolgreich abschliessen (4 % Erfolgsquote bei diesem Call).

Was sind die wichtigsten Forschungsfragen und wissenschaftlichen Themen der Aktion?

Die Aktion ist wie für eine COST Aktion typisch in Arbeitsgruppen (AG) gegliedert: AG1 – Wirkmechanismen und Anwendungen von EMF bei Krebs, AG2 – Nicht-krebsbezogene Wirkmechanismen und Anwendungen, AG3 – EMF-Dosimetrie – In-Silico-Tools & -Messungen. Die Aktion ist thematisch sehr breit aufgestellt und die Inhalte können nur grob in «krebsbezogen» und «nicht krebsbezogen» unterteilt werden. Häufig ist es unmöglich, Wirkmechanismen nur einem Thema zuzuordnen! AG3 wird als horizontale Aktivität betrachtet, welche AG1 und AG2 unterstützt. Sie leistet aber auch eigenständige Arbeit, um Wissen und Tools im Bereich EMF-Dosimetrie für biomedizinische Anwendungen weiterzuentwickeln.

Können Sie die wichtigsten wissenschaftlichen Erkenntnisse der Aktion erläutern?

Innerhalb AG1 wurden sowohl thermische als auch nicht-thermische EMF-basierte Krebstherapien analysiert (Hyperthermie, frequenzspezifische biologische Stimulationen). Innerhalb AG2 haben wir uns verstärkt mit Neuralstimulation, insbesondere Vagusnervstimulation und Schmerzbehandlung durch Elektrostimulation, auseinandergesetzt. AG3 beschäftigte sich mit In-Silico-Tools, der Messung von dielektrischen Eigenschaften und den damit verbundenen Unsicherheiten in Bezug auf die Dosimetrie. Das sind nur die wichtigsten Punkte. Es wurden viele weitere Themen untersucht, siehe dazu unsere Webseite.

What have been the reasons to embark on EMF-MED?

Being involved in research and assessments of EMF health risks for a long time, at one point I realized there is a lot of data showing various types of EMF interactions with human body, including those beneficial to the human health. This coincided with the end of a COST Action BM0709, which studied the risks, and a novel idea for a new COST Action was proposed at the last BM0709 meeting in early 2012, spontaneously without prior preparations. It seems that I was just a loud speaker of the idea that was already silently present among EMF researchers – the support was immediate. After initial rejection of the first proposal, we reapplied once more to finally pass through rigorous COST approval procedure and competition, by the end of 2013 (4 % success rate at that Call).

What are the main research interests and scientific topics that shape the Action?

The Action is shaped by the working groups (WGs), a structure typical for COST Actions: WG1 – Cancer EMF interactions and applications; WG2 – Non-cancer EMF interactions and applications; WG3 – EMF dosimetry – in silico tools & measurements. In fact, the scope of the Action is so broad, that we could only roughly allocate a topic to a single WG. Very often, it is impossible to study an interaction without implications to both WG1 and WG2! WG3 is regarded as a horizontal WG, providing support for both WG1 and WG2, but not only that: it is also a self-contained WG, further developing both the knowledge and the tools for EMF dosimetry in biomedical applications and setups.

Can you comment on the key scientific highlights of the Action?

Within WG1, both thermal and non-thermal EMF therapies for cancer were analyzed (hyperthermia, and stimulation using specific frequencies, respectively). In WG2, we highlighted the topic of neural stimulation, most prominent subtopics being the vagus nerve stimulation and pain treatment by electrostimulation. WG3 highlighted the in silico tools, dielectric properties measurements, and the associated uncertainties in EMF dosimetry. These are just the key highlights, many more topics were studied and can be found on our website as the topics of Action workshops.

* Vorsitzender von COST EMF-MED und Professor an der Universität Split, Lehrstuhl für Angewandte Elektromagnetik, Fachbereich für Elektrotechnik, Maschinenbau und Schiffbau (FESB).

* Action Chair and Professor at University of Split, Chair on Applied Electromagnetics, Faculty of Electrical Engineering, Mechanical Engineering and Naval Architecture (FESB).

Welche Teile der Aktion erwiesen sich als zu ehrgeizig?

Der grosse Umfang der Aktion hat es unmöglich gemacht, alle Themen im Detail zu betrachten. Manchen Aspekten haben wir ganze Workshops gewidmet, anderen konnten wir nur oberflächlich gerecht werden... Die vorhandenen Ressourcen erlaubten zwei Events pro Jahr sowie einige kleine Meetings, aber das reicht nicht aus, um die volle inhaltliche Breite abzudecken. Dennoch konnten wir die internationalen und insbesondere die europäischen Entwicklungen im Fachgebiet aktiv verfolgen und die Aktion zielorientiert führen mit Blick auf das, was uns in Zukunft im Bereich der elektromagnetischen Medizin erwarten könnte.

Hat die Aktion Ihre Erwartungen erfüllt?

Für mich persönlich war die Aktion eine Bereicherung, aber sie bedeutete auch harte Arbeit. Der Vorsitzende hat die Aufgabe, die Aktion, die keine Forschungsmittel bereitstellt, kontinuierlich zu koordinieren. Das bedeutet natürlich weniger Laborzeit und weniger Veröffentlichungen. Andererseits kann man eine enorme Mengen an Informationen und Ideen sammeln, die sicherlich zu neuen Forschungsinitiativen führen werden.

Aus wissenschaftlicher Sicht hat die Aktion meine Erwartungen in Bezug auf das Potenzial der Themen übertroffen. Im Hinblick auf die systematische wissenschaftliche Behandlung hatte ich mir zu Anfang mehr erhofft. Aber ich habe mir immer wieder gesagt, dass dies das erste systematische Projekt zu positiven Auswirkungen von EMF ist – und das mit begrenzten Mitteln. Deshalb können wir zufrieden sein, ein so grosses Netzwerk aufgebaut und das Feld mit Fokus auf die interessantesten Themen abgesteckt zu haben. Dies brachte mich auch auf die Idee, ein Instrument zu schaffen, das die Themen rund um EMF-MED auch nach dem Ende der Aktion zusammenhält: Die erste EMF-MED Weltkonferenz findet mit der EMF-MED Training School im September 2018 am Fachbereich FESB an der Universität Split in Kroatien statt. Informationen auf: EMF-Med2018.org.

Antonio Šarolić, vielen Dank für dieses Gespräch!

COST Action BM1309 «Europäisches Netzwerk für innovative EMF-Anwendungen in der Biomedizin»

COST EMF-MED unterstützt die Forschungszusammenarbeiten und den Forschungsaustausch auf dem Gebiet gesundheitsfördernder biologischer Wirkungen elektromagnetischer Felder (EMF) und deren Einsatz in biomedizinischen Anwendungen. Die Forschung zu biologischen Auswirkungen von EMF konzentrierte sich in der Vergangenheit hauptsächlich auf gesundheitliche Risiken.

Die COST Aktion BM1309 wurde durch vielversprechende neue Studien zu biomedizinisch nutzbaren EMF-Interaktionen inspiriert und zielt auf neue bahnbrechende wissenschaftliche Erkenntnisse und Entdeckungen und auf die Entwicklung innovativer biomedizinischer Technologien ab.

Die Aktion will ein besseres Verständnis der grundlegenden physikalischen und biologischen Interaktionsmechanismen liefern, und zwar in Bezug auf Krebs als auch auf anderen Erkrankungen, um so gegenwärtige Wissenslücken zu füllen. Letztendlich besteht das Ziel der Aktion darin, die Entwicklung und Optimierung sicherer, effizienter und wenig invasiver EMF-basierter Medizingeräte und -verfahren voranzutreiben. Die Interdisziplinarität der Themen und die Bedeutung der erwarteten Ergebnisse erfordern ein koordiniertes Forschungsnetzwerk auf europäischer Ebene. Webseite: <http://cost-emf-med.eu>.

Compared to the Action Plan, what turned out to be too ambitious?

The extreme broadness of the Action prevented us to go deeply and actively into all the topics we were interested in. There are several topics we dedicated whole workshops to, there are other topics processed only lightly, and those barely scratched... Realistically, the resources allow two events per year, with a few smaller extra meetings, but still not enough to cover all the interesting topics. Nevertheless, the worldwide and especially European scientific developments were at least monitored, if not actively pursued, throughout the whole scope of the Action, to be able to steer the Action properly, and to have a far look ahead what awaits us in the future in the realm of electromagnetic medicine.

Overall, did the Action meet your expectations?

From the personal aspect, it has been both rewarding and exhausting. Chairing the Action means continuously coordinating the networking project, which obviously results with much less time in the lab, and is thus not rewarding in terms of publications. But on the other hand, the amount of acquired information and new ideas is simply enormous, surely leading to new research initiatives.

Scientifically speaking, the Action exceeded my expectations in terms of topics potential. In terms of systematic scientific coverage of those topics, however, I initially hoped for more – but I constantly remind myself that this is the first systematic scientific project in the field of beneficial effects of EMF, with limited resources. Therefore, we should be content, having set up such a large network and mapped the territory, with the emphasis on the presently active topics. This lead me to the idea that we also need to set up the vehicle that would serve us to continuously pursue the topics of EMF-MED, sustaining the activities after the Action ends: the world EMF-MED conference. The first such conference, together with EMF-MED training school, is being organized this September at FESB, University of Split, Croatia, check at: EMF-Med2018.org.

Antonio Šarolić, many thanks for this interview!

COST Action BM1309 “European network for innovative uses of EMFs in biomedical applications”

COST EMF-MED provides a cooperative framework to support the research on beneficial biological effects of non-ionizing electromagnetic fields (EMFs) and their use in biomedical applications. Research on biological effects of EMFs has traditionally focused on health risks.

Inspired by promising recent studies on useful biomedical EMF interactions and applications, this Action focuses on beneficial effects, aiming for breakthrough results, new discoveries and innovative biomedical technologies.

The Action will provide a better understanding of underlying physical and biological interaction mechanisms, related to both cancer and non-cancer applications, filling the gaps in present state of knowledge. Ultimately, the Action aims to contribute to development and optimization of innovative EMF-based medical devices and procedures, which will be safer, more efficient and less invasive. Interdisciplinarity of the proposed topic and significance of the expected outcomes require a concerted research network at the European level. Website: <http://cost-emf-med.eu>.

Aktivitäten 2017

Activities 2017

Forschungsförderung und Koordination

Ausschreibungsrunde 2017

Es standen gemäss Beschluss SR CHF 150 000 zur Verfügung. Ausgeschrieben war ein Projekt, das sich mit potenziellen Wirkmechanismen schwacher EMF auf zellulärer oder subzellulärer Ebene beschäftigt. Es konnte sich auf sowohl niederfrequente als auch hochfrequente Expositionen beziehen.

Insgesamt wurden sieben Proposals im Gesamtumfang von knapp CHF 700 000 eingereicht. Der WA hat sich hinsichtlich der Förderung für folgendes Projekt entschieden:

- Projekt David Schürmann, Angélique Ducray, Universität Basel und Universität Bern: «Der Einfluss von Mobilfunksignalen auf die Regulierung der Differenzierung neuraler Zellen». CHF 150 000, Dauer: 1,5 Jahre (S. 20ff).

Projektabschlüsse

In der Berichtsperiode sind vier Projekte abgeschlossen worden. Die Resultate der Studie von Schürmann und Röösli wurden bereits vorgestellt. Die Erkenntnisse der Studien Sütterlin und Mattsson finden sich ab Seite 23.

- Projekt Schürmann: «Zelluläre und molekulare Effekte gepulster elektromagnetischer Felder». Abgeschlossen im Februar 2017.
- Projekt Röösli: «Systematischer Review von Studien zur Exposition gegenüber hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung im Alltag». Abgeschlossen im April 2017.
- Projekt Sütterlin: «Risk Perception and Acceptance of Electricity Networks in the Context of the Energy Transition». Abgeschlossen im Mai 2017.
- Projekt Mattsson: «Biological and health related effects of millimeter wave and THz exposures – Study results, quality aspects, and knowledge gaps». Abgeschlossen im April 2017.

Publikationen der Projekte

Erschienen sind im 2017 drei begutachtete Publikationen der Projekte Sütterlin und Röösli, sowie eine Dissertation (Projekt Sütterlin).

Die vollständige Liste der Publikationen ist auf der Website und in diesem Jahresbericht ab Seite 43 zu finden.

Information zu laufenden Projekten

- Projekt Heidi Danker-Hopfe, Charité Berlin: «Effekte von WLAN-Exposition auf den Schlaf». Läuft nach Plan.

Koordinations- und andere Forschungsaktivitäten

- Studie: «Fachliteratur-Monitoring «EMF von Strom-Technologien». Auftraggeber: Bundesamt für Energie. Update 2017 fertiggestellt. Studienende. Berichte auf FSM und BFE Websites.

Research Promotion and Coordination

Invitation to Apply for Sponsorship 2017

The FSM called for research proposals on coupling mechanisms of weak EMF with biological matter on the cellular or subcellular level. In terms of frequency, the call was not restricted. Applicants could focus on both ELF and/or RF exposures. The overall budget amounted to CHF 150,000.

We received seven pre-proposals with a total sum of CHF 700,000. The Scientific Committee decided to support an in-vitro study on neural cells:

- Project David Schürmann, Angélique Ducray, University of Basle and University of Berne: "Impact of mobile communication signals on the regulation of neural differentiation". CHF 150,000, Duration: 1.5 years (for the project description see page 20ff).

Project Completions

Four projects were terminated in 2017. The findings of the projects Schürmann and Röösli have already been presented. This edition presents summaries of the results of the studies by Sütterlin and Mattsson (p. 23ff).

- Projekt Schürmann: "Cellular and molecular effects of pulsed electromagnetic fields". Terminated in February 2017.
- Projekt Röösli: "Systematic review on radiofrequency electromagnetic field exposure in the everyday environment". Completed in April 2017.
- Projekt Sütterlin: "Risk Perception and Acceptance of Electricity Networks in the Context of the Energy Transition". The project was terminated in May 2017.
- Projekt Mattsson: "Biological and health related effects of millimeter wave and THz exposures – Study results, quality aspects, and knowledge gaps". Completed in April 2017.

Publications of the Projects

Three peer-reviewed papers, covering the projects Sütterlin and Röösli, appeared in 2017. Furthermore a PhD thesis related to the project Sütterlin had been accepted by ETH Zurich.

The complete list of publications can be found on the FSM website or from page 43 in this Report.

Ongoing Projects

- Project Heidi Danker-Hopfe, Charité Berlin: "Effects of WiFi exposure on sleep". On track.

Coordination and Other Research Activities

- Termination of study: "Literature-Monitoring 'EMF of Power-Technologies'". Publication of the last report by April 2017. Customer: Federal Office of Energy (BFE). All reports on FSM and BFE websites.
- Completion of study: "Energy-efficiency of and EMF exposure to wireless charging devices". Customer: Federal Office of Energy (BFE) and Federal Office for the Environment (BAFU). Contributors: Fröhlich,



FSM

- Studie: «Energieeffizienz und EMF-Immissionen von integrierten Induktionsladestationen». Auftraggeber BFE und BAU; in Zusammenarbeit mit Fields@Work GmbH. Abgeschlossen im Januar 2017. Bericht auf BFE und FSM Website. Journal-Publikation erschienen.
- Studie: «Divergierende Risikobewertungen im Bereich Mobilfunk». Hauptantragsteller Stiftung Risiko-Dialog. Förderer: Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Deutschland. Projekt im März 2017 abgeschlossen. Bericht auf FSM und BfS Websites. Fachpublikation in Zeitschrift «Sicherheitsforum».
- Studie: «Aktuelle Forschungen zu möglichen gesundheitlichen Auswirkungen bzw. Risiken der (HF-)EMF». Auftraggeber: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB); in Zusammenarbeit mit Fields@Work GmbH. Abschluss im Oktober 2017.
- Studie: «Kosmetik, Wellness und die Gesundheit – EMF-Quellen ausserhalb der Medizin. Systematische Erfassung und Charakterisierung von hoch- und niederfrequenten Quellen einschl. Ultraschall im gewerblichen Bereich und in der Anwendung für zuhause». Anfrager: Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Deutschland. In Zusammenarbeit mit Fields@Work GmbH. Läuft planmäßig.
- Beirat im Projekt «Digitale Suffizienz» der ZHAW.
- Korreferat ETH-Dissertation: Pascal Lienert «Public acceptance of high-voltage power-lines in the context of the Swiss energy transition: the influence of information and affect». Mai 2017.

fields@work; Zahner, fields@work and ETH; Dürrenberger, FSM. Final report on FSM and BFE websites. Peer-reviewed Paper published.

► Completion of the study: "Diverging risk assessments of mobile phone exposure". March 2017. Principal applicant: Stiftung Risiko-Dialog. Customer: BfS (German Federal Office for Radiation Protection). Final Report on FSM and BfS website. Technical Paper published in "Sicherheitsforum".

► Termination of study on "Current research activities on potential health impacts of RF-EMF". Customer: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB – Office for Technology Assessment of the German Bundestag). October 2017. In Co-operation with Fields@Work GmbH.

► Acquisition of study "Cosmetics, Wellness and Health – EMF-sources for non-medical applications. Systematic characterisation of sources, including ultrasound, used in the service sector and in homes". Customer: BfS (German Federal Office for Radiation Protection). Co-operation partner: Fields@Work GmbH. On track.

► Member of the review committee of ZHAW-project "Digital Sufficiency".

► Second examiner of ETH-thesis of Pascal Lienert "Public acceptance of high-voltage power-lines in the context of the Swiss energy transition: the influence of information and affect". Defense: May 2017.

Eigene Veranstaltungen

- 29. Juni 2017, **Science Brunch 26.** Thema: «Akzeptanz von Hochspannungsleitungen und Energiewende». Referate von: Prof. Michael Siegrist/Dr. Bernadette Sütterlin (ETH-Z), Maurice Dierick (CTO Swissgrid), Roman Mayer (Vizedirektor BFE), Bea Heim (NR SP).
- 14. Dezember 2017, **Science Brunch 27.** Thema «Wissenschaftskommunikation – «must» oder «nice-to-have?»». Prof. Mike S. Schäfer (UZH), Dr. Jan-Hinrik Schmidt (Bedrow-Institut, Hamburg), Mathis Brauchbar (advocacy AG), Valentin Delb (AWEL).
- Ko-Organisator Workshop: «EMF und Gesundheit – Entwarnung für Leukämierisiken bei NF-EMF?». Hauptorganisator: IKU Die Dialoggestalter. Berlin, 28. März 2017.

Publikationen/Kommentare

- Dürrenberger G., Högg R., Holenstein M. (2017): Divergierende Risikobewertungen. Sicherheitsforum, 6, 17, 54–57.
- Dürrenberger G., Leuchtman P., Röösli M., Siegrist M., Sütterlin B. (2017): Fachliteratur-Monitoring «EMF von Strom-Technologien». Bericht im Auftrag des BFE.
- Dürrenberger G., Högg R., Holenstein M. (2017): Divergierende Risikobewertungen im Bereich Mobilfunk. Aktenzeichen/FKZ BFS AG-F 3–03776/FM 8865. BfS, München und Stiftung Risiko-Dialog St. Gallen.
- Fröhlich J., Zahner M., Dürrenberger G. (2017): Magnetic field exposure to wireless charging stations for mobile phones. Bioelectromagnetics, September 2017, DOI: 10.1002/bem.22087.
- Zahner M., Fröhlich J., Dürrenberger G. (2017): Energieeffizienz und EMF-Immissionen von integrierten Induktionsladestationen. Publikation SI/501312. BFE, Bern.

FSM Events

- June 29, 2017, **Science Brunch 26.** Title: "Acceptance of High Voltage Power Lines and Energy Transition". Contributions by: Prof. Michael Siegrist/Dr. Bernadette Sütterlin (ETH-Z), Maurice Dierick (CTO Swissgrid), Roman Mayer (Vice Director BFE), Bea Heim (NR SP).
- December 14, 2017, **Science Brunch 27.** Title "Science Communication – 'must' or 'nice-to-have?'". Speakers: Prof. Mike S. Schäfer (UZH), Dr. Jan-Hinrik Schmidt (Bedrow-Institute, Hamburg), Mathis Brauchbar (advocacy AG), Valentin Delb (AWEL).
- Co-Organiser of Workshop: "EMF and Health – ELF magnetic fields and leukemia risk". Main organiser: IKU Die Dialoggestalter. Berlin, March 28, 2017.

Publications/Commentaries

- Dürrenberger G., Högg R., Holenstein M. (2017): Divergierende Risikobewertungen. Sicherheitsforum, 6, 17, 54–57.
- Dürrenberger G., Leuchtman P., Röösli M., Siegrist M., Sütterlin B. (2017): Fachliteratur-Monitoring "EMF von Strom-Technologien". Bericht im Auftrag des BFE.
- Dürrenberger G., Högg R., Holenstein M. (2017): Divergierende Risikobewertungen im Bereich Mobilfunk. Aktenzeichen/FKZ BFS AG-F 3–03776/FM 8865. BfS, München und Stiftung Risiko-Dialog St. Gallen.
- Fröhlich J., Zahner M., Dürrenberger G. (2017): Magnetic field exposure to wireless charging stations for mobile phones. Bioelectromagnetics, September 2017, DOI: 10.1002/bem.22087.
- Zahner M., Fröhlich J., Dürrenberger G. (2017): Energieeffizienz und EMF-Immissionen von integrierten Induktionsladestationen. Publikation SI/501312. BFE, Bern.

Vorträge Geschäftsstelle

Presentations Made by the FSM Office

- | | |
|----------|---|
| 1.2.17 | «Mobilkommunikation und Gesundheit». TecDay SATW. Kantonsschule Willisau. |
| 7.3.17 | «Divergierende Risikobewertungen im Bereich Mobilfunk». BfS, München. |
| 28.3.17 | «Stand der Forschung ELF und Leukämie». WS EMF, Berlin. |
| 9.11.17 | «Mobilkommunikation und Gesundheit». TecDay SATW. Kantonsschule Aarau. |
| 13.11.17 | «HF-EMF und Gesundheit», PPS-Seminar, ETHZ. |
| 22.10.17 | «EMF Exposure Guidelines». IEF Seminar, ETHZ. |
| 17.11.17 | «EMF von Stromtechnologien – Situation in der Schweiz». SSK, Bonn. |

Konferenzen, Workshops, Technical Meetings

Conferences, Workshops, Technical Meetings

- | | |
|-------------|--|
| 25.1.17 | «Statistikworkshop». FSM/IEF, interne Weiterbildung. |
| 14.–15.2.17 | «First Global Summit on Blockchain Technology in the Energy Sector». Wien. |
| 2.3.17 | FSM/Swissgrid. ETH Zürich. |
| 14.6.17 | Begleitgruppenmeeting Projekt «DigiSuff», ZHAW, Zürich. |
| 30.6.17 | Kick-off Meeting TAB-Projekt, Berlin. |
| 27.7.17 | Auftaktveranstaltung BfS-Forschungsprogramm, Berlin. |
| 22.8.17 | Electrosense. |
| 29.8.17 | Delegation Reimann, zusammen mit Swisscom bei FSM. |
| 17.10.17 | Kick-off Meeting BfS-Projekt, München. |
| 27.10.17 | Technical Meeting mit BAFU. |
| 31.10.17 | Technical Meeting mit ESTI. |
| 1.11.17 | Technical Meeting mit BFE. |
| 9.11.17 | Technical Meeting mit Swissgrid |



- Leuchtmann P., Dürrenberger G. (2017): Welche Strahlen sind gefährlich? In: Solarpreis 2017, S. 34. Solar Agentur Schweiz (SAS), St.Gallen.
- Informationsblatt Mobilfunkbasisstationen und Gesundheit.
- Kurzkommentar zu: Italienische Gerichtsfälle zu Handynutzung und Tumoren im Kopfbereich

- Leuchtmann P., Dürrenberger G. (2017): *Welche Strahlen sind gefährlich?* In: *Solarpreis 2017*, p. 34. Solar Agentur Schweiz (SAS), St. Gallen.
- *Fact Sheet on mobile phone base station and health.*
- *Comment on Italian court decisions about "mobile phones and cancer".*

Stiftungsgeschäfte

Verwaltung, Gremien

- Projektverwaltung, Buchhaltung, Revision und Aufsicht, Büroadministration (Adressverwaltung, Reisewesen, Ablage etc.).
- Beitritt der Konferenz der Kantonalen Energiedirektoren (EnDK) in die Trägerschaft der FSM.

Sonstige Aktivitäten

- Gastgeber an der ICT Networking Party im Kursaal Bern; 19.1.17
- 13. Stiftungessen FSM, Zürich; 12.4.17
- Stiftungsratssitzungen, Zürich; 3.7.17, 18.12.17
- Sitzungen Wissenschaftlicher Ausschuss, Zürich; 21.11.17
- Gespräche Sponsoring; 1.9.17 (1), 1.9.17 (2), 11.10.17

Other FSM Administrative Office Activities

Administration, Membership

- Project administration, accounting, co-ordination of auditing and supervision processes, office administration (addresses, travelling, events, filing, etc.).
- New member (supporters): Conference of the Cantonal Energy Directors (EnDK).

Other Activities

- Host at the ICT Networking Party in Kursaal Berne; 19.1.17
- 13th Foundation Dinner, Zurich; 12.4.17
- Foundation Board Meetings, Zurich; 3.7.17, 18.12.17
- Scientific Committee Meetings, Zurich; 21.11.17
- Meetings with potential Supporters; 1.9.17 (1), 1.9.17 (2), 11.10.17



Ausblick

Für die Forschungsausschreibung im 2018 hat der Stiftungsrat CHF 150 000 zur Verfügung gestellt. Die disziplinäre oder inhaltliche Fokussierung ist noch nicht definiert, möglicherweise wird aber ein sozialwissenschaftlicher Schwerpunkt definiert. Wie in den letzten beiden Jahren dürfte statt zweier kleinerer Studien ein etwas grösseres Projekt gefördert werden. Die Ausschreibungsdetails werden Mitte 2018 bekannt gegeben. Projektabschlüsse werden im 2018 keine fällig.

Seitens Geschäftsstelle ist per Ende Juli der Abschluss der BfS-Studie «Kosmetik, Wellness und die Gesundheit – EMF-Quellen ausserhalb der Medizin. Systematische Erfassung und Charakterisierung von hoch- und niederfrequenten Quellen einschl. Ultraschall im gewerblichen Bereich und in der Anwendung für zuhause» fällig. Sodann wird ein kleinerer Studienauftrag der BKW zu Smart-Metering, der im März 2018 startete, abgearbeitet. Weiter sind zwei Konferenz-Inputs in Vorbereitung, und es wird gehofft, dass die Diskussionen im Deutschen Bundestag so weit vorankommen, dass der Endbericht zur TAB-Studie veröffentlicht werden kann. Schon im April publiziert worden ist der umfassende wissenschaftliche Kommentar zu zwei grossen Tierstudien: der NTP- und der Ramazzini-Studie. Der Kommentar wurde zusammen mit der Krebsliga Schweiz veröffentlicht.

Die Veranstaltungsreihe der Science Brunches wird auch im 2018 mit zwei Anlässen weitergeführt. Der erste Anlass findet im Juni zum Thema «Blockchain» statt. Der zweite Anlass ist noch nicht genauer definiert. Das Engagement an den TecDays der SATW – Wissens- und Informationsveranstaltungen an schweizerischen Mittelschulen zu aktuellen MINT-Themen, insbesondere aus den Ingenieurwissenschaften – wird fortgesetzt.

Sodann werden hinsichtlich Sponsoring die Aktivitäten weitergeführt, um die finanzielle Basis der FSM zu stärken. Gleches gilt für das Gewinnen von Trägerorganisationen, um die FSM noch stärker institutionell verankern zu können. Zuletzt werden aufgrund der Amtszeitbeschränkung auch Mutationen in den Gremien erwartet, die es zu ersetzen gilt.

Outlook

For the 2018 call-for-proposals, the Foundation Board decided to allocate CHF 150,000 to the research fund. The disciplinary and topical focus of the call is so far undefined. It may cover issues pertaining to the social sciences. As it stands, the Scientific Committee tends to ask for one larger tender instead of two or three small seed-money proposals. The call, with all details, will be launched mid-2018. No project completions are expected in 2018.

Regarding the Office's 2018 research activities, the BfS-project "Cosmetics, Wellness and Health – EMF-sources for non-medical applications. Systematic characterization of sources, including ultrasound, used in the service sector and in homes" will be completed by July. Work on a small project (March-December) funded by BKW will also be part of our 2018 activities. The project focuses on smart metering, especially on issues important for the rollout of the technology. Two contributions to scientific conferences are in preparation. We also hope that procedures within the German Bundestag will speed up so that our final report on "Current research activities on potential health impacts of RF-EMF" can be published. In April, we, together with the Swiss Cancer League, published a detailed comment on the two large-scale animal studies by NTP and the Ramazzini institute.

We will keep on with the Science Brunch series. The first event in 2018 is dedicated to the topic "blockchain". The second event will be specified and scheduled after the summer break. Our long-standing participation in the SATW (Swiss Academy of Technical Sciences) TecDays will be maintained as well. These days address STEM issues (STEM = Science, Technology, Engineering and Mathematics), with special focus on engineering, at Swiss colleges.

Finally, we are pursuing our sponsoring efforts in order to consolidate the financial basis of FSM. The same applies to our efforts concerning supporter membership. Increasing the membership helps FSM to strengthen its institutional backing. Finally, but importantly, some board members have to be replaced due to the statutory term limit.



Projektbeschreibungen

Project Descriptions

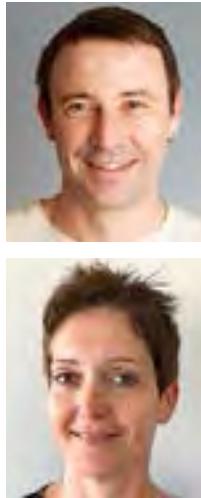
Neue Projekte

HF-EMF und Neuronenentwicklung

Dr. David Schürmann, Universität Basel, und Dr. Angélique Ducray, Universität Bern

Elektromagnetische Felder (EMF) werden als ein möglicher Umweltrisikofaktor für degenerative Hirnerkrankungen und kognitive Störungen genannt. In unserem Projekt untersuchen wir den Einfluss von modulierten hochfrequenten EMF, die in der mobilen Kommunikationstechnologie eingesetzt werden, auf kultivierte neuronale Zellen. Dabei untersuchen wir Signalwege und molekulare Mechanismen, die für die Entwicklung und Funktion von Nervenzellen, aber auch für die Entstehung neurodegenerative Erkrankungen wichtig sind und deren Beeinflussung durch hochfrequente EMF.

Seite 20



New Projects

RF-EMF and neuronal development

Dr. David Schürmann, University of Basel, and Dr. Angélique Ducray, University of Bern

EMFs were suggested to be an environmental risk factor for cognitive dysfunction and neurodegenerative diseases. Focusing on modulated EMF signals in the radiofrequency range used for mobile communication, our project aims at the explorative investigation of underlying signaling pathways and molecular mechanisms in cell culture-based neuronal model systems. Our data will give new insight on possible effects of EMF on processes known to be related to neurodegeneration.

page 20

Abgeschlossene Projekte

Millimeter- und THz-Wellen

Prof. Mats-Olof Mattsson, SciProof International AB, Stockholm

Es ist zu erwarten, dass Millimeterwellen und Terahertzwellen in Zukunft in vielen Anwendungen eingesetzt werden. Allerdings ist das Wissen bezüglich der möglichen gesundheitlichen Auswirkungen der verstärkten Nutzung und Anwendung dieser Wellen noch spärlich. In diesem Projekt wurde die Qualität relevanter Studien analysiert und bestimmt, ob ein statistischer Zusammenhang zwischen der Studienqualität und den gesundheitsbezogenen Ergebnissen besteht.

Seite 23



Completed Projects

Millimeter Wave and THz Exposures

Prof. Mats-Olof Mattsson, SciProof International AB, Stockholm

Millimeter waves and terahertz waves are expected to be used in many applications in the near future. However, knowledge regarding possible health consequences of increased applications and use of these waves is sparse. This project overviewed and analyzed the quality of relevant studies and determined if there is any statistical correlation between study quality and health related outcomes.

page 23

Risikowahrnehmung von Stromnetzen

Dr. Bernadette Sütterlin, Institut für Umweltentscheidungen, ETH Zürich

Das Projekt untersuchte, ob die Betrachtung der Stromnetzthematik im Hinblick auf eine erfolgreiche Energiewende zu einer höheren öffentlichen Akzeptanz von Stromleitungen führt und das Risiko von EMFs als tiefer wahrgenommen wird. Ein Schwerpunkt des Projekts lag dabei auf der Untersuchung des Einflusses von Gefühlen auf die Risiko- und Nutzenwahrnehmung.

Seite 26



Risk Perception of Electricity Networks

Dr. Bernadette Sütterlin, Institute for Environmental Decisions, ETH Zurich

The project examined whether people's acceptance of power lines increases when they are considered with regard to a successful energy transition, and whether the perceived risk of EMFs decreases. A special focus of the project was the impact of feelings on risk and benefit perception. page 26

Der Einfluss von Mobilfunksignalen auf die Regulierung der Differenzierung neuraler Zellen

Elektromagnetische Felder (EMF) werden seit längerem als möglicher umwelt- oder berufsbedingter Risikofaktor im Zusammenhang mit neurodegenerativen Krankheiten und funktionalen Beeinträchtigung des Nervensystems genannt. Allerdings konnte bis anhin keine überzeugende Erklärung hinsichtlich des Wirkungsmechanismus ausgearbeitet werden. Diesbezüglich zielt unser Projekt darauf ab, den Effekt von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (HF-EMF) auf die Differenzierung zu Nervenzellen und auf damit verknüpften Regulierungsmechanismen zu untersuchen, die auch im Zusammenhang mit Neurodegeneration und anderen neurologischen Erkrankungen stehen.

Im Zuge der neuronalen Differenzierung durchlaufen Zellen ausgeprägte physiologische, morphologische und epigenetische Umgestaltungen, einhergehend mit Veränderung in zellulären Signalkaskaden und Genexpressionsprofilen. Die Exposition mit HF-EMF könnte auf die Zellen bevor und/oder während des Differenzierungsprozesses einwirken, wenn diese besonders empfindlich auf Umwelteinflüsse sind. In der Tat deuten unsere vorläufigen Beobachtungen mit neuronalen Zellen verschiedenen Ursprungs darauf hin, dass elektromagnetische Signale, wie es für die Mobilkommunikation (GSM-Netz) eingesetzt wird, im relevanten SAR-Bereich den Differenzierungsprozess und Signalkaskaden beeinflussen.

In diesem Projekt setzen wir moderne mikroskopische, molekulare und zellbiologische Methoden in Kombination mit gut kontrollierten Geräten ein, die HF-EMF-Signale von Mobiltelefonen simulieren können und verblindete Exposition von Zellkulturen erlauben. Damit wird der Ein-

Impact of Mobile Communication Signals on the Regulation of Neural Differentiation

Electromagnetic fields (EMF) have long been suspected to be an environmental/occupational risk factor for neurodegenerative diseases and to affect neuronal functionality. Yet, a convincing mechanistic explanation has not been put forward. Our project aims at studying possible effects of radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMF) on neuronal differentiation and related cellular pathways known to be involved in neurodegeneration and associated diseases.

In the course of neural differentiation, cells undergo significant changes on the physiological, morphological and epigenetic level, accompanied by alteration in cellular signaling cascades and gene expression profiles. RF-EMF exposure may affect cells before and/or during the differentiation process that is especially vulnerable to environmental influences. In line with this notion, our preliminary observations indicated that exposure of neural cells of different origin with electromagnetic signals used for mobile communication systems (GSM) at relevant SAR levels influenced the differentiation process and cellular signaling.

Thus, we will apply advanced microscopy and molecular and cell biological methodology in combination with state-of-the-art exposure set-ups simulating mobile phone telecommunication signals and allowing for observer-blinded exposure of cultured cells to investigate effects of GSM-modulated RF-EMF on distinct neuronal cell populations before and during differentiation aiming at the identification and characterization of affected molecular pathways playing a role in neuronal differentiation and degeneration. Specifically, we will

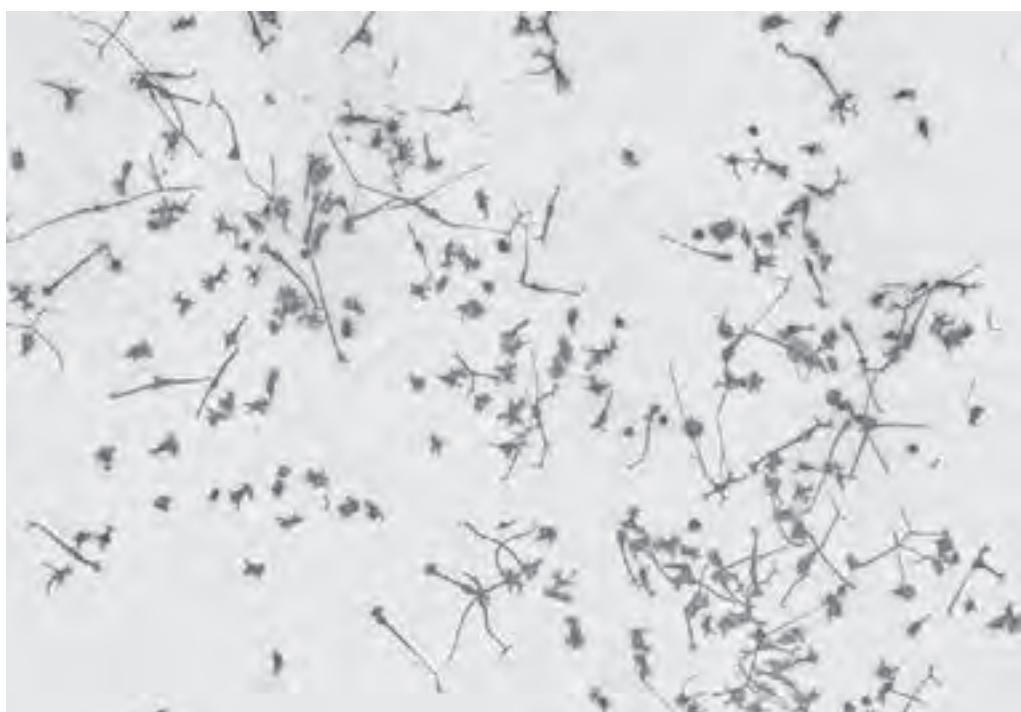


Abbildung 1: Morphologische Veränderungen von Neuroblastoma-Zellen nach dem Induzieren von Neuriten-Wachstum.

Figure 1: Morphological changes of neuroblastoma cells during induced neurite outgrowths.

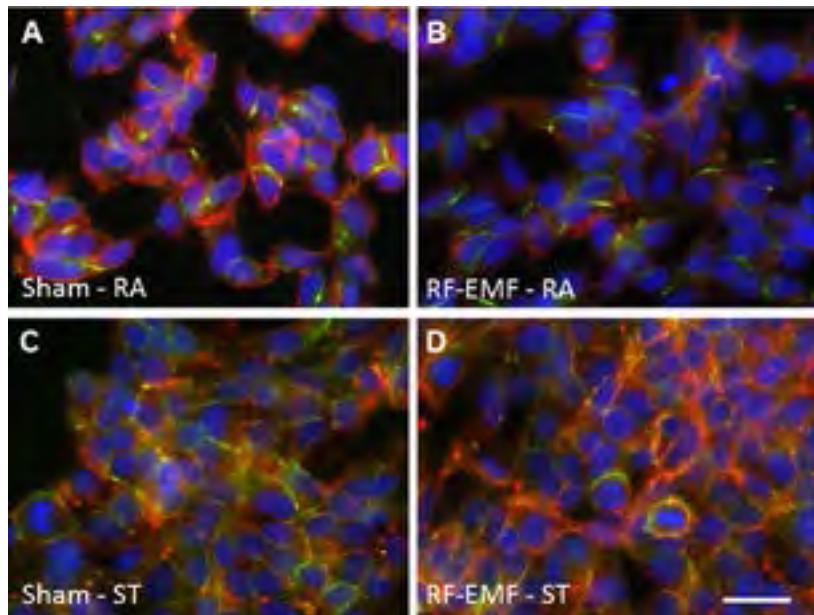


Abbildung 2: Representative mikroskopische Darstellung der Morphologie von neuronenähnlichen (SH-SY5Y) Zellen, die mittels Retinsäure (RA) oder Staurosporin (ST) differenziert wurden und 24 Stunden vor der Differenzierung (A und C) oder HF-EMF, SAR 4 W/kg (B und D) scheinexponiert wurden. Am Ende der Differenzierungsphase wurden die Zellen mit β -Catenin (grün), einem Marker des Wnt-Signalweges, Phalloidin (Zytoskelett; rot) und Hoechst (Zellkern; blau) gefärbt.

Figure 2: Representative microscopic images showing morphological features of neuron-like (SH-SY5Y) cells, differentiated with retinoic acid (RA) (A-B) or with staurosporine (ST) (C-D). Cells were sham-exposed (A and C) or exposed to RF-EMF, SAR: 4 W/kg (B and D) for 24 hours before differentiation. At the end of the differentiation period, cells were stained with β -catenin (green), a key player of the Wnt pathway, the cell cytoskeleton was counterstained with acti-stain phalloidin (red) and cell nuclei with Hoechst (blue).

fluss von GSM-modulierten HF-EMF auf eine spezifische Population von neuronalen Zellen vor und während der Differenzierung zu Neuronen untersucht, mit dem Ziel, beeinträchtigte molekulare Mechanismen zu identifizieren und zu charakterisieren und in den Zusammenhang mit Differenzierung und Degeneration zu stellen. Im Einzelnen werden wir

1. den Einfluss auf neuronale Differenzierung beschreiben,
2. zelluläre Signalkaskaden und veränderte Expression von zentralen Genen/Proteinen untersuchen,
3. mitochondriale Aktivität als wichtiger Indikator für neuronale Alterung und Degeneration analysieren, und
4. Veränderungen der epigenetischen Information durchleuchten.

Diese Projektziele werden in Experimenten mit kultivierten Zellen angegangen, unter anderem mit neuronenähnlichen und neuronalen Stamm-/Vorläuferzellen. Der Fortschritt der Differenzierung und der Phänotyp der ausdifferenzierten Neuronen beschreiben wir mit Immunfluoreszenz-Mikroskopie von Stammzell- und Neuronen-Marker in Kombination mit morphologischen Analysen wie das Auswachsen der Neuriten. Diese Untersuchungen werden komplementiert durch eine quantitative Analyse von Hauptakteuren von zellulären Signalwegen (z.B.: ERK/MAP-K, PI3-K/Akt, Wnt/ β -catenin), die solche morphologischen Veränderungen regulieren.

Mitochondriale Funktionsstörung führt zu erhöhter Produktion von reaktiven Sauerstoffradikalen. Solch eine oxidative Stresssituation wird häufig in frühen Phasen der Pathogenese von neurodegenerativen Erkrankungen, aber auch wiederholt im Zusammenhang mit EMF-Exposition genannt und hat ein offensichtliches Potenzial, die genetische, aber auch die epigenetische Stabilität der Zellen zu gefährden. Deshalb werden wir die Integrität der Mitochondrien als Indikator für Alterungs- und Degenerationsprozesse quantitativ evaluieren.

Um den Einfluss der HF-EMF-Exposition auf die Zusammensetzung und das Verhalten der differenzierenden Zellpopulation zu untersuchen, werden globale Genexpressionsprofile von Einzelzellen erstellt. Cluster-

- evaluate the impact of on neural differentiation,
- investigate cellular signaling pathways and altered expression of possible key players,
- analyze mitochondrial activity as important indicator of neuronal aging and degeneration, and
- explore for altered epigenetic modifications.

These goals will be achieved by applying cell culture-based experimentations including neuron-like and neuronal stem/progenitor cells. Progression of differentiation and phenotypic characterization will be assessed by fluorescence microscopy of stem cell and neuronal markers combined with high-content analysis and evaluation of morphology (i.e. neurite outgrowth). These analyses will be complemented by the assessment of key players of cellular pathways (e.g. the ERK/MAP-K, PI3-K/Akt, Wnt/ β -catenin), involved in differentiation but are also involved in the development of neurodegenerative diseases. Underlying morphological changes such as neurite outgrowth will be studied in a quantitative manner.

Mitochondrial dysfunction during neurodegeneration was shown to increase the production of reactive oxygen species (ROS). Oxidative stress is a frequent early condition in the pathogenesis of neurodegenerative diseases, is often observed in cells upon EMF exposure and has an evident potential to compromise genetic as well as epigenetic stability. Mitochondrial integrity, an important indicator of neuronal aging and degeneration, will be investigated quantitatively.

To assess the impact of RF-EMF exposure on the composition and behavior of the differentiating neural cell population, gene expression profiling (transcriptomics) of single cells before and after differentiation will be performed. Cluster analysis of gene expression profiles will describe the dynamics of the cell population and potentially result in the identification of target regions with altered epigenetic modifications. Target-specific quantitation of DNA methylation and histone modifications at regulatory elements (e.g.: promoter, enhancer) of identified

analysen dieser Profile können die Dynamik der Zellpopulation beschreiben und führen zur Identifikation von genomischen Zielregionen mit veränderten epigenetischen Signaturen. Die epigenetischen Modifikationen der DNS und der Histone solcher Regionen wie auch regulatorischen Regionen (Gen-Promotoren, Enhancers) von bekannten neuronalen Markern werden dann charakterisiert durch Pyrosequenzierung von Bisulfitekonvertierter DNS und durch Chromatin Immunoprecipitation.

Die Untersuchung von neuronalen Zellen bezüglich möglicher negativen Einflüsse von Exposition mit für die mobile Kommunikation relevante modulierten HF-EMF ist die übergeordnete Zielsetzung dieser *In-vitro*-Studie. Die Analyse der Morphologie und molekularen Marker während der neuronalen Differenzierung in Kombination mit der Quantifizierung von Hauptakteuren der zugrunde liegenden Signalwege, Genexpression und epigenetischen Modifikation wird neue und kritische Erkenntnisse in das bis anhin lückenhafte Wissen über den Interaktionsmechanismus zwischen HF-EMF und neuronalen Zellen bringen. Diese mechanistischen Daten werden helfen, die vermuteten Einflüsse der Exposition auf die Entstehung und Degeneration von neuronalen Strukturen und Funktionen weiter zu verdeutlichen oder zu verwerfen. Insgesamt wird dieses Projekt den Wissensstand über die zugrunde liegenden molekularen Mechanismen für EMF-induzierte neuronale Funktionsstörungen erweitern.

genes, markers of neural stem cell and the neuronal lineage will be analyzed by pyrosequencing of bisulfite-converted DNA and by chromatin immunoprecipitation.

This project aims at the investigation of possible adverse effects of exposure to modulated RF-EMF as used for mobile communication with impact for human health. Our investigations focus on signaling cascades and physiology as well as on morphological and epigenetic characteristics of neural cells in vitro. The analysis of morphology and molecular markers in the course of neural differentiation in combination with the examination of key proteins in the underlying signaling pathways, gene expression and epigenetic features will provide new and critical insight into the elusive interaction mechanism between EMF exposure and neuronal cells. These mechanistic data will help to clarify a putative adverse impact of exposure on the generation and degeneration of neuronal structure and function. Altogether, this work intends to expand our knowledge about the underlying mechanisms for RF-EMF-induced neural dysfunctions.

Biologische und gesundheitsbezogene Auswirkungen des Kontakts mit Millimeterwellen und THz – Studienergebnisse, Qualitätsaspekte und Wissenslücken

Das Projekt untersuchte, ob elektromagnetische Strahlung vom Typ LTE (Long-Term Evolution; vierte Mobilfunkgeneration für schnelle Kommunikation und Datentransfer), im Bereich der Millimeterwellen (MMW) und im Submillimeterbereich (sog. Teraherzstrahlung – THz) biologische bzw. gesundheitliche Wirkungen besitzt. In den MMW- und THz-Bändern gibt es einige wenige Anwendungen. Experten gehen davon aus, dass die Anzahl in den kommenden Jahren stark wachsen wird.

Es ist für Entscheidungsträger in Wirtschaft und Politik deshalb wichtig, dass mögliche Gesundheitsrisiken, falls es solche gibt, frühzeitig erkannt werden.

Methoden

Um den Stand des Wissens zusammenzustellen, analysierte das Projekt die wissenschaftlichen Publikationen über experimentelle biologische Studien (*in vivo* und *in vitro*), die LTE-, MMW- oder THz-Strahlung eingesetzt haben. Es wurden Studien berücksichtigt, die bis Ende Januar 2017 veröffentlicht wurden. Insgesamt flossen 113 wissenschaftlich begutachtete Artikel (LTE/5; MMW/81; THz/33; einige wenige Artikel deckten mehr als ein Frequenzband ab) in die Analyse ein. Für jeden Artikel wurde auch die Qualität der durchgeföhrten Experimente über folgende vier bis fünf Parameter bestimmt: Schein-/reale Exposition, dosimetrische Charakterisierung, Positivkontrollen, Verblindung, Temperaturkontrolle. Schnell wurde klar, dass die vergleichsweise wenigen Artikel alle sehr unterschiedliche Expositionen verwendeten und auch hinsichtlich der biologischen Endpunkte heterogen waren. Mit einigen wenigen Ausnahmen war keine Studie mit einer anderen vergleichbar.

Die Anzahl Studien zu nicht-thermischen Effekten von LTE-, MMW- und THz-Strahlung ist sehr beschränkt, v.a. zu LTE. Obwohl es mehr Arbeiten zu MMW gibt, primär weil dieser Bereich seit längerer Zeit für Anwendungen von Interesse ist, sind biologische Effekte auch in diesem Frequenzband erst ungenügend erforscht.

Weil die untersuchten biologischen Effekte insgesamt sehr heterogen sind, konnte keine sinnvolle statistische Analyse der Daten gemacht werden. Aus diesem Grund unterschieden wir in der Zielgrössse nur zwischen (nicht-thermischem) Effekt und kein Effekt. Als unabhängige Variablen dienten alle experimentellen Parameter, die in den Artikeln veröffentlicht wurden.

Resultate

Das grösste Problem (neben der geringen Anzahl Studien), das uns begegnete, war die Qualität der Experimente. Deshalb lässt sich auch keine robuste Antwort auf die Fragen geben, ob die untersuchten Expositionen nicht-thermische Effekte bewirken oder nicht.

Wir berichten in diesem Kurzartikel über die Situation bei den Studien zu MMW und THz. Es wird vergleichsweise breit über biologische Wirkungen unterhalb der thermischen Schwelle berichtet, und zwar

Biological and Health Related Effects of Millimeter Wave and THz exposures – Study Results, Quality Aspects, and Knowledge Gaps

The project dealt with possible health-related effects of exposure to three different frequency windows of the electromagnetic spectrum: long-term evolution (LTE) as a telecommunication standard for high-speed wireless communication for mobile telephony and data transmission; the millimetre wave (MMW) region (also called extremely high frequency, EHF); and the terahertz (THz) band (also called submillimetre radiation). All three regions are already used in different applications and it is forecasted that their presence will increase substantially in the near future. It is thus of interest for various stakeholders in both the public and the private sector to assess the safety of the technologies.

Antragsteller	Prof. Mats-Olof Mattsson
Institution	SciProof International AB, Stockholm
Laufzeit	1.3.2016–31.1.2017
Kontakt	Mats-Olof.Mattson@ait.ac.at
Status	abgeschlossen

Methods

To this end, we analyzed the published scientific literature on experimental studies (*in vivo* and *in vitro*) about biological effects from LTE, MMW and THz exposures. The literature search included studies published until end of January 2017. We identified 113 peer-reviewed publications (LTE/5; MMW/81; THz/33; some articles covered more than one frequency range) and collected quality characteristics, such as sham/control, dosimetry, positive control, blinded experimental manner, and temperature control from the publications. When analysing the details in the studies, it is apparent that the relatively modest number of identified papers cover many different exposure conditions and biological endpoints. With a few exceptions, almost no studies are comparable to any other.

The number of studies suitable for an analysis of the possible biological effects of LTE, MMW and THz at exposure below the ones causing tissue heating is limited, especially for LTE. Although MMW studies are more frequent, primarily due to that this part of the frequency spectrum has been of interest for applications for a longer time, also this frequency band is insufficiently investigated.

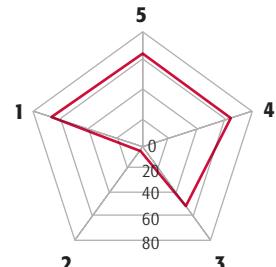
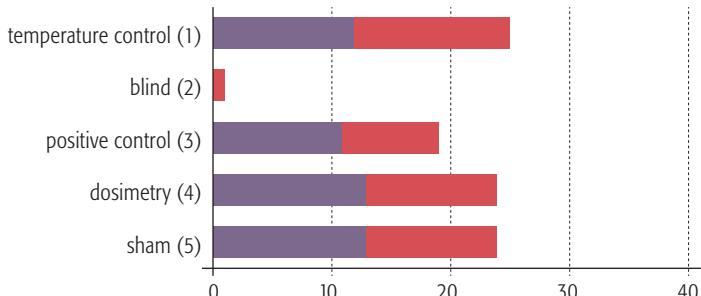
Because of the heterogeneous biological endpoints that were used, a statistical analysis of the data was not feasible, only a biological non-thermal response or no response was considered. We collected all information regarding the physical and experimental parameters that were available.

Results

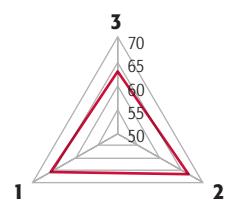
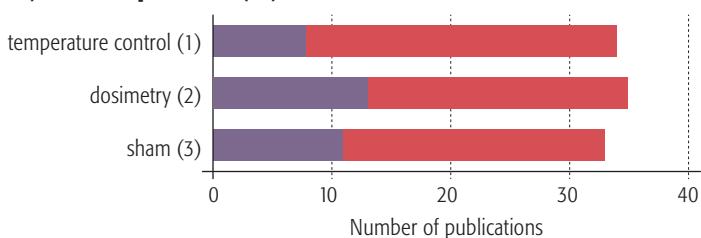
Besides the paucity of studies, a major problem resides in the quality of studies, which in general preclude a firm conclusion about the presence of possible "non-thermal" effects.

The MMW and THz studies reported in this article present biological responses including all major cellular processes and most organ systems at power density levels that are "non-thermal". However, due to the quality deficiencies it is necessary to interpret the findings very carefully, since the design of the studies more often than not, have disregarded the need for proper sham control conditions, positive controls, blinded

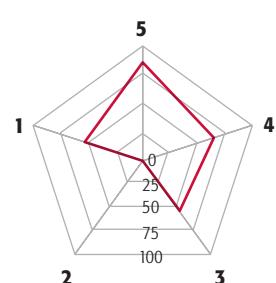
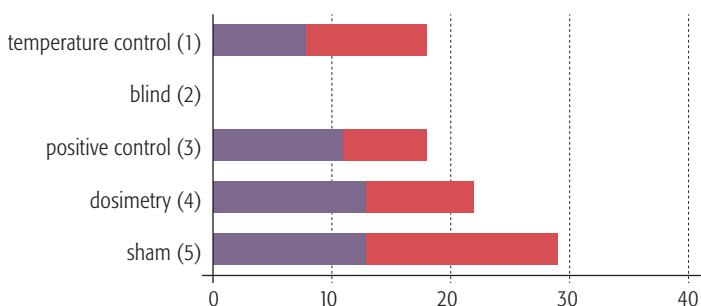
1a) in vitro experiments (37)



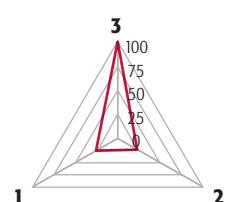
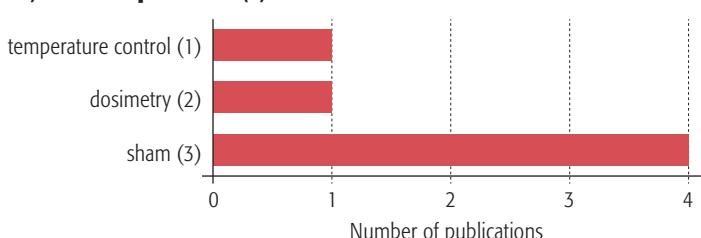
1b) in vivo experiments (52)



2a) in vitro experiments (33)



2b) in vivo experiments (4)



Abbildungen 1 und 2: Anzahl In-vitro- (a) und In-vivo- (b) Experimente (blau: kein Effekt, rot: Effekt) nach Qualitätskriterien (y-Achse). Das Spinnendiagramm zeigt die %-Verteilung der Experimente nach den Qualitätskriterien.

hinsichtlich der meisten Zellprozesse und Organsysteme. Aufgrund der Qualitätsmängel der Experimente (z.B. keine Scheinexposition, keine Positivkontrollen, fehlende Verblindung, keine Temperaturmessungen, fehlende Dosimetrie) bzw. der Berichterstattung über die Experimente, müssen die Befunde aber mit grosser Vorsicht genossen werden: Keine einzige Studie, die die minimalen Qualitätskriterien erfüllte, konnte einen Effekt unterhalb der thermischen Schwelle feststellen.

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen die Resultate der Studien in Abhängigkeit von der Studienqualität. Abbildung 1 basiert auf 89 Studien zu MMW, Abbildung 2 auf 37 Studien zu THz.

Figures 1 and 2: The number of a) in vitro, b) in vivo experiments (blue: no response, red: response) that employed the listed quality characteristics (y-axis). The spider nets presents the percentage of the investigations as a function of the quality characteristics

procedures, and temperature and dosimetry measurements. No single study fulfilling the identified minimum quality criteria presented effects of exposure at "non-thermal" levels.

Figure 1 shows the quality of the MMW related data read out from 89 studies, figure 2 exhibits the same analysis for the included 37 THz studies.

Conclusions

Taken together, our overall conclusion is that there is insufficient evidence to ascertain that "non-thermal" effects of MMW and THz expo-

Schlussfolgerungen

Aus den publizierten wissenschaftlichen Daten zu biologischen Effekten von MMW- und THz-Strahlung kann keine Evidenz für nicht-thermische Effekte abgeleitet werden. Hinsichtlich LTE können wegen der zu geringen Anzahl Studien keine begründeten Aussagen gemacht werden. Allerdings liegt die LTE-Strahlung im Frequenzbereich anderer im Mobilfunk verwendeter und in Laborexperimenten eingesetzten Signalprotokolle, sodass deren Resultate mit grosser Wahrscheinlichkeit auch auf LTE zutreffen dürften.

Die im Projekt analysierten Studien geben Hinweise auf biologische Wirkungen sowohl von MMW als auch von THz, die nicht ohne weiteres mit thermischen Wirkmechanismen erklärt werden können. Allerdings ist die Anzahl Studien gering, sodass man daraus keine weitreichenden Schlussfolgerungen ziehen darf. Zudem hat keine Studie Wirkmechanismen untersucht oder gezielte Hinweise darauf geliefert, was in zukünftiger Forschung untersucht werden sollte. Sodann mangelt es an Dosis-Wirkungs-Studien, etwa um allfällige Schwellenwerte zu erkennen. Zuletzt: Aus den publizierten Daten lässt sich nicht erkennen, ob es Frequenzfenster oder Expositionsdauern gibt, die besonders wirksam wären, oder ob gewisse biologische Strukturen speziell empfindlich sind.

Ein mögliches therapeutisches Potenzial von MMW und THz kann nur auf der Basis künftiger, qualitativ hochstehender Studien, die physikalische, biophysikalische und biologische Aspekte im Hinblick auf mögliche gesundheitliche Wirkungen hin gezielt untersuchen, abgeschätzt werden.

sures have been documented in the available studies. No conclusions can be drawn regarding LTE based on the few studies using that protocol for exposure. However, LTE exposures are in the same frequency range as other available digital mobile communication protocols. Thus findings from studies using those protocols for exposure can very likely be used for extrapolation to LTE.

The investigated studies provide some evidence for both MMW and THz that can influence biological systems in a manner that is not obviously driven by tissue heating. However, the number of relevant studies is very small which severely limits the drawing of any far-reaching conclusions. Furthermore, the studies have not addressed specific interaction mechanisms and do not provide hints for future mechanistic studies. Another problem with the studies is a lack of dose-response experiments that address the existence of possible thresholds for effects. Also, the literature does not indicate any specific importance regarding frequencies or exposure duration. It is also unclear if any specific biological endpoints are especially sensitive.

Any therapeutic potential of MMW or THz has to be evaluated based on future high-quality studies dealing with physical, biophysical, and biological aspects that have specific health-related perspectives in mind.

Reference

- Mattsson M.-O., Zeni O., Simkó M. (2018):
Is there a Biological Basis for Therapeutic Applications of Millimetre Waves and THz Waves? J Infrared Milli Terahz Waves,
doi.org/10.1007/s10762-018-0483-5.

Risikowahrnehmung und Akzeptanz von Stromnetzen im Kontext der Energiewende

Das Ziel des Projekts bestand darin, zu untersuchen, ob die Wahrnehmung des Stromnetzes im Kontext der Energiewende zu Veränderungen der Akzeptanz (von Hochspannungsleitungen – HSL) und der Risikowahrnehmung (elektromagnetische Felder – EMF) führt. Des Weiteren untersuchten wir den Einfluss von HSL Freileitungen auf die emotionale Bewertung von Landschaften und die Auswirkungen von Informationen über Erdverkabelungen auf die Risiko- und Nutzenwahrnehmung von Erdkabeln im Vergleich zu Freileitungen.

Die Ergebnisse des Projekts haben bedeutende Auswirkungen auf die Risikokommunikation über den Ausbau und die Modernisierung von Übertragungsnetzen. Sie weisen auf potenzielle Akzeptanzprobleme hin und zeigen vielversprechende Ansatzpunkte für die Risikokommunikation auf. Darüber hinaus bietet das Projekt Antworten auf die Frage, ob der Kontext der Energiewende zu einer Veränderung der Risikowahrnehmung von Stromnetzen führt und die Akzeptanz von HSL erhöht. Schliesslich bieten die Ergebnisse Einblicke in Standortpräferenzen von Stromleitungen.

Methoden

Das Projekt basierte auf einem multimethodischen Ansatz. In der ersten Phase wurden Fokusgruppen durchgeführt, um die relevanten Aspekte zur öffentlichen Wahrnehmung von Hochspannungsleitungen zu erfassen. Als nächstes setzten wir einen Online-Fragebogen ein, um zu untersuchen, ob das Bewusstsein des Zusammenhangs zwischen Netzausbau und Energiewende die Akzeptanz von Hochspannungsleitungen, die Risiko- und Nutzenwahrnehmung sowie die Akzeptanz der Energiewende im Allgemeinen und erneuerbarer Energie im Speziellen beeinflusst. Drittens führten wir eine Online-Studie sowie einen Eye-Tracking-Versuch durch, um den Einfluss von Freileitungen auf die emotionale Bewertung verschiedener Umgebungen zu klären. Zuletzt untersuchten wir in einer Online-Studie den Einfluss von Informationen über problematische Aspekte unterirdisch verlegter Hochspannungsleitungen auf die Wahrnehmung.

Ergebnisse

1. Fokusgruppen

Die Ergebnisse der Fokusgruppen (2 Gruppen, 11 Teilnehmer) bestätigten frühere Ergebnisse aus Praxis und Theorie zur Akzeptanz des Netzausbau. Visuelle Beeinträchtigungen der Natur sowie gesundheitliche Risiken von elektromagnetischen Feldern limitieren die Akzeptanz. Auch das vergleichsweise tiefe Vertrauen in Netzbetreiber wiegt negativ. Die Teilnehmer wünschen mehr Informationen aus unabhängigen Quellen und möchten am Planungsprozess beteiligt werden. Darüber hinaus fordern sie wiederholt die Verlegung von Freileitungen in den Boden. Schliesslich scheint die Energiewende grosse Unterstützung zu genießen, aber die Menschen stellen keinen Zusammenhang zwischen dem Netzausbau und der Energiewende her.

Risk perception and Acceptance of Electricity Networks in the Context of the Energy Transition

The goal of the project was to examine whether people's view of the power distribution network topic in the context of a successful energy transition will lead to changes in acceptance of power lines and perceived risks from EMFs. Furthermore, we examined the influence of HVPLs on the affective evaluation of different surroundings and the impact of information about undergrounding on people's risk and benefit perception of underground cable vs. overhead high-voltage power lines (HVPL).

The results of the project have important implications for risk communication in respect of the expansion and modernisation of power transmission networks. They indicate potential acceptance problems and reveal promising starting points for risk communication. Furthermore, the project provides findings about the question whether the context of the energy transition brings about a change to risk perception of power distribution networks and increases acceptance of HVPLs. Finally, the results provide insights into people's preferences regarding the location of power lines.

Methods

The project used a multi-methodological approach. In a first step, focus groups were conducted to get a first impression of the issues related to HVPLs that play an important role in shaping the public's perception. In a next step, an online questionnaire was used to investigate whether the awareness of the link between the grid expansion and the energy transition influences people's acceptance of HVPLs, their risk- and benefit perception in this context, as well as the acceptance of the energy transition in general and renewables in particular. Third, we conducted an online experiment and an eye-tracking experiment in order to clarify the influence of HVPLs on the affective evaluation of different surroundings. Lastly, we investigated the influence of information provision on possible drawbacks of underground HVPLs on public perception in an online study.

Findings

1. Focus Groups

The results of the focus groups (2 groups, 11 participants) confirmed existing findings from practice and theory concerning the acceptance of grid expansions. Visual intrusions of nature and health concerns related to EMF play an important role in this context. Furthermore, trust in network operators is dented. Participants want more information from independent sources and wish to participate in planning processes. Additionally, they repeatedly demanded the relocation of power lines from overhead to underground. Lastly, the energy transition seems to be very well supported, but people do not make the link between energy transition and grid expansions.

2. Fragebogen

In einer ersten Studie (Lienert, Sütterlin & Siegrist, 2015) erhielten die Teilnehmer ($N = 248$) unterschiedliche Hintergrundinformationen zum Zusammenhang zwischen Netzausbau und Energiewende. Im Anschluss beantworteten sie Fragen bezüglich der Akzeptanz, der Risiko- und Nutzenwahrnehmung und der emotionalen Haltung zu Übertragungsleitungen.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Kontext der Energiewende tatsächlich einen positiven Einfluss auf die Wahrnehmung und die Akzeptanz des Netzausbaus haben kann. Allerdings stellen die Teilnehmer den Zusammenhang nicht automatisch her. Ungefähr ein Drittel der Befragten war der Ansicht, dass die Energiewende einen weiteren Netzausbau überflüssig macht. Sie argumentierten, dass Haushalte aufgrund der dezentralen Produktion eigenständig werden können und nicht länger an das Netz angeschlossen sein müssen. Diese Meinung erwies sich als recht beständig gegenüber gegenteiligen Informationen (in Form eines kurzen Informationstexts über den Zusammenhang zwischen Energiewende und Netzausbau) und sie unterscheidet sich deutlich von der Energiewende, wie sie die Regierung anvisiert.

Das potenziell fehlende Bewusstsein über mit der Energiewende verbundene nötige Anpassungen des Stromnetzes könnte einer der Gründe sein, warum die öffentliche Akzeptanz der Energiewende vergleichsweise hoch ist. Wir schlagen deshalb vor, die Stromwende in ihrer Gesamtheit zu debattieren, unter Berücksichtigung der unterschiedlichen strategischen Optionen mit ihren Vor- und Nachteilen, anstatt sich auf einzelne Aspekte wie den Ausstieg aus der Atomkraft zu konzentrieren.

Darüber hinaus hat die Studie gezeigt, dass die allgemeine Akzeptanz von Stromnetzen höher ist als die lokale Akzeptanz, wobei Erstere primär durch die Nutzenwahrnehmung bestimmt wird, letztere durch die emotionale Haltung gegenüber Freileitungen.

3. Experimente

Studie 1 (Online-Studie)

Den Teilnehmern ($N = 94$) wurden 15 Abbildungen mit unterschiedlichen Umgebungen gezeigt; dabei wurde die emotionale Reaktion gemessen.

2. Questionnaire

In a first study (Lienert, Sütterlin, & Siegrist, 2015), participants ($N = 248$) were provided with different background information regarding the link between grid expansions and energy transition. Afterwards, they answered questions regarding their acceptance, their risk- and benefit perception, and the affect related to transmission lines.

We found that the context of the energy transition can in fact have a positive influence on the perception and acceptance of grid expansions. However, people do not make this link automatically. About a third of the people in our sample believed that the energy transition renders further grid expansions unnecessary. They think that due to the decentralization of the energy system, households will become self-contained and do not need to be connected to the electricity grid anymore. These beliefs proved to be quite resistant to the provision of contrary information (in form of a short information text on the relation between energy transition and grid expansions) and differ greatly from the energy transition envisioned by the government.

The potential unawareness of the necessary trade-offs related to the energy transition, such as the required changes to the electricity grid, might help to explain why public acceptance of the energy transition is quite high. We thus propose that the change of the energy system needs to be discussed in its entirety, taking into account different transition pathways and their respective advantages and disadvantages, instead of solely focussing on single aspects like the phase-out of nuclear energy.

Furthermore, the study showed that general acceptance was higher than local acceptance and was predicted best by people's perception of benefits related to HVPLs, while local acceptance was directly influenced by people's affective reaction towards HVPLs.

3. Experiments

Study 1 (Online Study)

Participants ($N = 94$) were presented with 15 pictures of different surroundings and the affective response was measured. Each picture was shown twice: Once with HVPLs and once without HVPLs (see Figure 1).



Abbildung 1: Beispiele von in der Studie gezeigten Abbildungen, unterteilt in verschiedene Umgebungsarten.

Figure 1: Example pictures shown in the study, subdivided into different types of surroundings

Jede Abbildung wurde zweimal vorgelegt: einmal mit und einmal ohne Freileitung (siehe Abbildung 1).

Die Ergebnisse (Lienert, Sütterlin & Siegrist, 2017) zeigen, dass die Abbildungen mit HSL signifikant mehr negative Emotionen wecken als die gleichen Abbildungen ohne Leitungen. Diese Unterschiede traten bei allen Umgebungsarten auf. Der Einfluss ist jedoch grösser bei positiv wahrgenommenen ländlichen Umgebungen, wie z.B. natürlichen oder naturnahen Landschaften (z.B. Erholungsgebiete) sowie bei Wohngebieten (siehe Abbildung 2). Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung der Standortwahl im Hinblick auf die Akzeptanz von HSL.

Studie 2 (Eye-Tracking)

Diese Studie wurde mithilfe von Eye-Tracking-Technologien durchgeführt. Ein Eye-Tracker erfasst die Augenbewegungen einer Person und zeichnet beispielsweise die Blickdauer, die Häufigkeit der Fixierungen bestimmter Bildelemente und die Pupillenweite auf (siehe Abbildung 3). Diese Parameter können als implizites Mass der emotionalen Reaktion auf das Bild gewertet werden (Bradley, Miccoli, Escrig & Lang, 2008). Den Teilnehmern ($N = 95$) wurden neun Abbildungen mit unterschiedlichen Umgebungen gezeigt; vier mit positiven Emotionen assoziierte, vier mit negativen Emotionen assoziierte und eine neutral wahrgenommene Abbildung. Jede Abbildung wurde zweimal vorgelegt: einmal mit und einmal ohne Hochspannungsleitungen. Nach Abschluss des Eye-Tracking-Experiments beantworteten die Teilnehmer eine kurze Online-Umfrage zur Akzeptanz, zur Risiko- und Nutzenwahrnehmung sowie zum visuellen Einfluss von Hochspannungsleitungen.

Die Analyse der Daten zeigte einige interessante Ergebnisse (Lienert, Sütterlin, & Siegrist, 2017). Erstens wurden die Ergebnisse aus Studie 1 validiert: Die Abbildungen mit Hochspannungsleitungen waren mit signifikant mehr negativen Emotionen verbunden als ihre Gegenstücke ohne HSL; dabei war die Differenz grösser bei positiv bewerteten Umgebungen (Abbildung 4).

Des Weiteren untersuchten wir das Verhältnis zwischen der emotionalen Haltung und

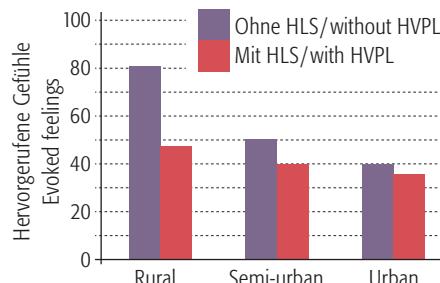


Abbildung 2: Emotionen bei der Betrachtung der Abbildungen (0 = sehr negative Emotionen, 50 = neutrale Emotionen, 100 = sehr positive Emotionen). Ergebnisse der intrasubjektiven Vergleiche.

Figure 2: Evoked feelings while viewing of the pictures (0 = very negative feelings, 50 = neutral feelings, 100 = very positive feelings). Results of within-subject comparisons are shown.



Abbildung 3: Beispiel für eine Abbildung einer natürlichen Landschaft, die während des Eye-Tracking-Experiments gezeigt wurde. Interessensbereiche (AOI) sind gelb markiert, Fixierungen und ihre Dauer (in Millisekunden) sind in Türkis angegeben.

Figure 3: Example picture of a natural landscape shown in the eye-tracking experiment. Areas of interest (AOI) are depicted in yellow, fixations and their duration (ms) are depicted in turquoise.

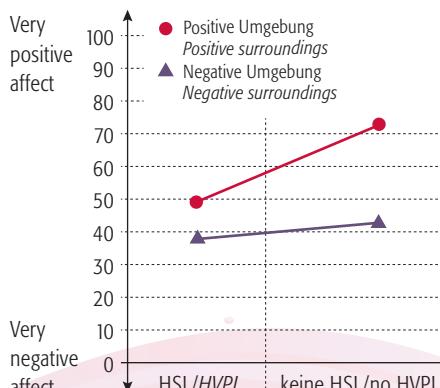


Abbildung 4: Auswirkung der Art der Umgebung (negative vs. positive) und der Präsenz von Hochspannungsleitungen (HSL) auf die emotionale Haltung (affect).

Figure 4: Impact of type of surrounding (negative vs. positive) and the presence of high-voltage power lines (HVPL vs. no HVPL) on affect.

The results in (Lienert, Sütterlin, & Siegrist, 2017) showed that pictures with HVPLs evoke significantly more negative feelings compared to the same pictures without HVPLs. These differences emerged for all types of surroundings. Moreover, the effect is bigger for positively perceived rural surroundings like natural landscapes, landscapes with positive man-made influences (e.g., recreation areas) and residential areas (see Figure 2). These results further underline the importance of siting in the context of acceptance of HVPLs.

Study 2 (Eye Tracking)

This study was conducted using the eye-tracking technique. The eye tracker captures the eye movements of a person and records, for example, eye gaze dwell time, frequency of fixation and pupil dilation (see Figure 3). These parameters can be seen as an implicit measure of affect (Bradley, Miccoli, Escrig, & Lang, 2008). Participants ($N = 95$) were presented with nine pictures of different surroundings; four pictures associated with positive feelings, four pictures evoking negative feelings, and one neutrally perceived picture. Each picture was shown twice: Once with HVPLs and once without HVPLs. After finishing the eye tracking experiment, participants answered a short online survey containing questions regarding their acceptance of HVPLs, their risk- and benefit perception and the visual impacts of HVPLs.

Data analysis yielded some interesting results (Lienert, Sütterlin, & Siegrist, 2017). Firstly, the findings from Study 1 were validated: Again, pictures with HVPLs were related to significantly more negative feelings than their counterparts without HVPLs, with the difference being greater for positive surroundings (see Figure 4).

Moreover, we investigated the relation between affect and the total time participants spent looking at the HVPLs (dwell time). We found that the relative dwell time on the power lines (compared to the total dwell time on the whole stimulus) was negatively correlated with the affective responses of the participants. This was the case for positive surroundings, but not for negative surroundings, which indicates that the presence of HVPLs negatively influences people's feelings especially when they

der Gesamtdauer, mit welcher die Teilnehmer die Hochspannungsleitungen betrachteten (Betrachtungszeit). Es zeigte sich, dass die relative Betrachtungszeit von Stromleitungen (im Vergleich zur gesamten Betrachtungsdauer des Bildes) negativ korreliert ist mit der emotionalen Reaktion der Teilnehmer. Dies war bei positiven Umgebungen der Fall, aber nicht bei negativen, was darauf hindeutet, dass die Präsenz von Hochspannungsleitungen einen negativen Einfluss auf die emotionale Haltung hat, insbesondere wenn diese sich in einer andernfalls positiv wahrgenommenen Umgebung befinden.

4. Wahrnehmung von unterirdischen Hochspannungsleitungen

Praxiserfahrungen aus verschiedenen Netzausbauprojekten zeigen, dass die Verlegung von oberirdischen Hochspannungsleitungen in den Boden häufig bevorzugt wird. In der letzten Projektphase untersuchten wir die Wahrnehmung von Hochspannungs-Erdkabeln und den Einfluss von bereitgestellten Informationen darüber (Lienert, Sütterlin & Siegrist, 2018). N = 637 Personen nahmen an der Online-Umfrage teil. Die Teilnehmer in der Kontrollgruppe erhielten lediglich allgemeine Informationen über oberirdische und unterirdische Stromleitungen, während die Teilnehmer in der Informationsgruppe zusätzliche Informationen zu elektromagnetischen Emissionen und Landschaftsveränderungen im Zusammenhang mit Erdkabeln erhielten.

Entgegen unserer Erwartung verbesserte sich die Akzeptanz von Freileitungen nicht stark, wenn man zuvor Informationen über die Nachteile unterirdischer Leitungen vermittelte. Die Teilnehmer zogen unterirdische Hochspannungsleitungen weiterhin oberirdischen Leitungen vor. Direkte Vergleiche der beiden Technologien zeigen jedoch, dass die Bereitstellung von Informationen die wahrgenommenen Unterschiede zwischen den beiden Technologien verringert (siehe Abbildung 5).

Auf der Grundlage dieser Ergebnisse kommen wir zu dem Schluss, dass unterirdische Hochspannungsleitungen die Probleme im Hinblick auf die gesellschaftliche Akzeptanz von Netzausbauprojekten nicht vollständig lösen können. Menschen neigen dazu, die Vorteile von unterirdischen Leitungen hinsichtlich elektromagnetischer Emissionen zu überschätzen und die visuellen Beeinträchtigungen (Feihaltekordore, Bauten) zu unterschätzen. Obgleich es vereinzelt möglich ist, dass Erdverkabelungen negative visuelle Beeinträchtigungen der Landschaft eliminieren, ist dies nicht zwangsläufig und immer der Fall.

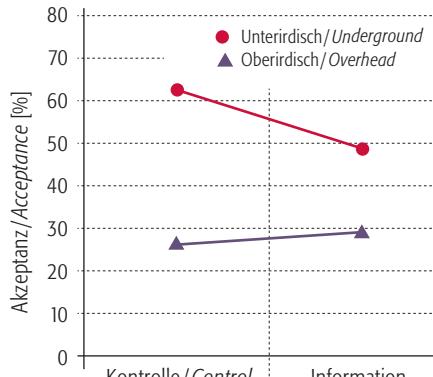


Abbildung 5: Auswirkung der Informationsbedingung (Kontrolle vs. Information) auf die Akzeptanz der Technologie (unterirdische HLS vs. oberirdische HLS).

Figure 5. Impact of information condition (control vs. information) and technology (underground HVPLs vs. overhead HVPLs) on acceptance.

are sited in an otherwise positively perceived surrounding.

4. Perception of Underground HVPLs

Practical experiences from various grid expansion projects show that people often prefer overhead HVPLs to be buried underground. In a final step of the project, we investigated people's perception of underground HVPLs and the influence of information provision (Lienert, Sütterlin, & Siegrist, 2018). N = 637 people completed the online-survey. People in the control condition received only general information about overhead and underground power lines, while people in the information condition were provided with additional information on EMF emissions and landscape alterations related to underground HVPLs.

Contrary to our expectations, people's acceptance of overhead HVPLs did not improve significantly, when they received information about negative aspects of underground cables. Participants still favoured underground HVPLs to overhead lines. However, direct comparisons of the two technologies revealed that the provision of information reduced perceived differences between the two technologies (see Figure 5).

Based on these findings, we conclude that the burying of HVPLs cannot entirely solve social acceptance issues related to grid-expansion projects. People tend to overestimate the advantages of undergrounding regarding EMF emissions and visual intrusions on the landscape. Although in some cases it might be true that undergrounding HVPLs eliminates negative visual impacts to the surface, this is not always the case.

References

- Bradley M.M., Miccoli L., Escrig M.A., Lang P.J. (2008): The pupil as a measure of emotional arousal and autonomic activation. *Psychophysiology*, 45(4), 602–607. doi:10.1111/j.1469-8986.2008.00654.x
- Lienert P., Sütterlin B., Siegrist M. (2015): Public acceptance of the expansion and modification of high-voltage power lines in the context of the energy transition. *Energy Policy*, 87, 573–583. doi:10.1016/j.enpol.2015.09.023
- Lienert P., Sütterlin B., Siegrist M. (2017): The influence of high-voltage power lines on the feelings evoked by different Swiss surroundings. *Energy Research & Social Science*, 23, 46–59. doi:10.1016/j.erss.2016.11.010
- Lienert P., Sütterlin B., Siegrist M. (2018): Public acceptance of high-voltage power lines: The influence of information provision on undergrounding. *Energy Policy*, 112, 305–315.

Dossier: 5G – die kommende Mobilfunkgeneration

Der Mobilfunk hat sich in den letzten 15 Jahren rasant entwickelt. Inzwischen unterscheidet man fünf unterschiedliche Technikgenerationen. Während die erste Generation noch analog war, setzen alle Nachfolgetechnologien auf digitale Signalverarbeitung. Das wesentliche Merkmal der jeweils neueren Generation ist die höhere Datenrate. Damit kann mehr Kapazität bereitgestellt werden. Zur Steigerung der Datenraten sowie anderer technischer Parameter (etwa die Reaktionszeit des Systems, sog. Latenzeit), hat man (i) die Bandbreiten vergrössert, (ii) die Modulationsverfahren effizienter gemacht und (iii) die Art, wie das Endgerät auf das Signal zugreift, verändert. Diese Verbesserungen waren nur möglich, weil sich die Hardware bzw. die Signalverarbeitung in den letzten 20 Jahren enorm weiterentwickelt hat. Im Folgenden stellen wir die wichtigsten Merkmale der kommende 5G-Technologie vor.

Weshalb ein neuer Standard?

Der Hauptgrund für den neuen Standard ist das anhaltend stark wachsende Datenvolumen, das die heute leistungsfähigste Generation, 4G bzw. LTE, in einigen Jahren an ihre Kapazitätsgrenzen bringen wird. Sodann zeichnen sich neue Anwendungen ab, die kürzere Latenzen als heute möglich notwendig machen (etwa für selbstfahrende Fahrzeuge). Weiter ist absehbar, dass der zunehmende Einsatz von Sensoren und intelligenten Geräten (Stichwort: Internet der Dinge), die aus Kostengründen drahtlos ans Internet angebunden sein werden, Systeme benötigen wird, die viele tausend Verbindungen bedienen können. LTE und die Vorgängerstandards sind nicht auf solche massenhaften Anbindungen optimiert. Aus diesen und weiteren Gründen wurde die 5. Generation Mobilfunk entwickelt. Sie soll die Digitalisierung der Gesellschaft unterstützen und vorantreiben. Die von 5G oder New Radio (NR) angestrebten Eigenschaften zur Bewältigung der zukünftigen Anforderungen finden sich in Abbildung 3 im Vergleich mit den Kennzahlen der bisherigen Technologien.

Stand der Entwicklung

Die fünfte Mobilfunkgeneration – auch New Radio (NR) genannt – ist gegenwärtig (Anfang 2018) noch nicht fertig standardisiert. Das gilt auch hinsichtlich der Frequenzen, welche 5G dereinst nutzen wird. Zunächst wird die Technologie mit den bisherigen Mobilfunkfrequenzen arbeiten, ab 2019/2020 werden Bänder im Bereich 3,4–3,8 GHz hinzukommen (siehe Abbildung 1). Die hohen Frequenzen im zweistelligen GHz Bereich werden erst in den frühen 20erJahren aktuell sein. Ein in Diskussion befindliches Band für solche Millimeterwellen liegt um 26 GHz (24,25–27,5 GHz). Den kommerziellen Betrieb wollen die Betreiber schon 2020 aufnehmen. Erste Endgeräte werden per 2019 erwartet.

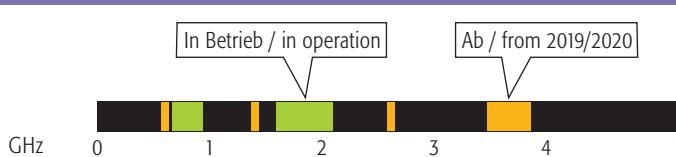


Abbildung 1: Frequenzbänder für Mobilfunk (Quelle Bakom).

Figure 1: Frequencies for mobile communication.

Die Technik hinter 5G

Funktechnisch wird «New Radio» wie LTE aufgebaut sein, allerdings mehr Bandbreite belegen. Mehr Bandbreite heisst höhere Datenrate, also mehr Kapazität. Angestrebt ist etwa das Doppelte des leistungsfähigsten LTE-Standards (LTE-A). Wie bei LTE können auch bei 5G Bandbreiten aggregiert und so Kapazitäten flexibel an Bedürfnisse angepasst werden.

Ebenfalls wie bei LTE werden Mehrfachantennen (sog. MIMO) eingesetzt. Im 26-GHz-Band (international noch nicht dem Mobilfunk zugewiesen) und bei noch höheren Frequenzen ist massive MIMO (mMIMO, siehe Abbildung 2)

für das Beamforming vorgesehen. Beim Beamforming wird die Leistung wie in einer Parabolantenne gebündelt und gezielt in den Raum abgestrahlt. Es können gleichzeitig mehrere Strahlenbündel gebildet und unabhängig von einander von der Antenne in unterschiedliche Raumrichtungen «verschickt» werden. Ob und wann das auch für mobile Nutzer (Endgeräte) möglich sein wird, ist noch nicht absehbar. Durch die Bündelung entsteht weniger «Streustrahlung» im freien Raum. Tendenziell sinken dadurch die durchschnittlichen Immissionspegel.



Abbildung 2: Mehrfachantennen (massive MIMO).

Oben: Eine Visualisierung des Beamforming (gezielte Ansteuerung von Nutzern mit solchen Antennen).

Links: Beispielhaft eine 8x8-Antenne.

Ein weiteres Charakteristikum von NR bzw. 5G ist das sog. Slicing: Auf derselben Hardware können softwaremäßig Subnetze mit ausgewählten Eigenschaften (Quality of Services) virtuell definiert werden. Diese Netzvirtualität ermöglicht es, Dienste unabhängig vom «restlichen» Verkehr – also störungsfrei – zu garantieren. Kritische Anwendungen in Industrie, Mobilität, bei öffentlichen Infrastrukturen oder in der Sicherheit (Blaulichtdienste) können so über 5G abgewickelt werden. Bau und Betrieb eigener Infrastrukturen und Funklösungen ist nicht mehr nötig.

Eigenschaften	Technologiestandards		
	3G	4G	5G
Kapazität	✗	✗	✓
Latenzzeit	✗	✗	✓
Mehrfachantennen	✗	✓	✓
flexible Strahlungsbündelung	✗	✗	✓
Netzvirtualität	✗	✗	✓

Abbildung 3: 5G im Vergleich zu 3G und 4G.

Fazit

5G ist mehr als nur ein schnelles 4G. Es ist in quantitativer und in qualitativer Hinsicht ein Quantensprung. Abbildung 3 zeigt beispielhaft, was 5G mehr als die Vorgängertechnologien 3G (bekannt auch als UMTS) und 4G (LTE) leistet (nicht aufgelistet ist die bald ausser Betrieb gehende zweite Generation, auch als GSM bekannt). Einen ausführlichen Vergleich, insbesondere in technischer Hinsicht, findet sich auf unserem «Informationsblatt 5G». Dort sind im Glossar auch alle wichtigen technischen Begriffe erläutert (download: www.emf.ethz.ch/de/angebot/veroeffentlichungen/archiv-informationsmaterialien/?text=50%25252520hz. 5p).

Literatur

- FSM (2018): Informationsblatt 5G. <https://www.emf.ethz.ch/de/angebot/veroeffentlichungen/archiv-informationsmaterialien/?text=50%25252520hz>. 5p.
Freund R. et al. (2018): 5G-Datentransport mit Höchstgeschwindigkeit. In: Neugebauer R. (Hrsg.). Digitalisierung. Springer-Verlag. ISBN 978-3-662-55889-8, p. 89–112.

Dossier: 5G – the Next Mobile Generation

Mobile communications have grown rapidly in the last 15 years. Four different technology generations have been developed and the fifth is just around the corner. While the first generation was still analog, all successors have relied on digital signal processing. The essential feature of each newer generation is a higher data rate which allows greater capacity. To achieve this and other improvements (e.g. system response time, so-called latency time), (i) bandwidths have been increased, (ii) modulation methods have been made more efficient, and (iii) the way in which the terminal device accesses the signal has been changed. These improvements have only been possible because the hardware and signal processing have evolved enormously over the past 20 years. The key features of the upcoming 5G technology are set out below.

Why a New Standard?

The main reason for the new standard is the continued strong growth in data volume, which will push today's most powerful generation, 4G or LTE, to its capacity limits within a few years. In addition, new applications are emerging that will require shorter latencies than is currently possible (for example, for self-driving vehicles). Furthermore, it is foreseeable that the increasing use of sensors and intelligent devices (keyword: Internet of Things), which, for cost reasons, will be wirelessly connected to the Internet, will require systems that can serve thousands of connections. LTE and its predecessor standards are not optimized for such mass connectivity. It is for these, and other, reasons that the 5th generation of mobile telephony has been developed. It should support and promote the digitization of society. Figure 6 compares 5G's or New Radio's (NR) target characteristics to meet future requirements with those of previous technologies.

can also be aggregated with 5G, allowing capacities to be flexibly adapted to client requirements.



Figure 5: 5G for modern mobility.

Multiple antennas (known as MIMO) are also used, just as with LTE. Massive MIMO (mMIMO, see Figure 2) is intended for beamforming in the 26 GHz band (not yet assigned to mobile telephony internationally) and at even higher frequencies. In beamforming the output is bundled, as if it were in a single parabolic antenna, and transmitted directionally. Several beams can be bundled simultaneously and "sent" independently of each other in different spatial directions. If or when this will also be possible for mobile users (terminal devices) is not yet foreseeable. Bundling results in less "scattered radiation" in free space. This tends to reduce the average immission levels. Another characteristic feature of NR or 5G is what is known as "slicing": subnetworks with selected properties (Quality of Services) can be defined virtually by software on the same hardware. This capacity to define virtual networks makes it possible to guarantee services independent of any "other" traffic - i.e. free of interference and jamming. This means that critical applications in industry, transport, public infrastructures, or security (blue light services) can be handled via 5G. It will no longer be necessary to construct and operate separate infrastructures and wireless solutions.

Parameter	Technology		
	3G	4G	5G
Capacity > 1 Gbps	✗	✗	✓
Latency < 1 ms	✗	✗	✓
Multi-Antennas	✗	✓	✓
Beamforming	✗	✗	✓
Slicing	✗	✗	✓

Figure 6: 5G compared to 3G and 4G.

Conclusion

5G is more than just a fast 4G. It is a quantum leap in terms of both quantity and quality. Figure 6 illustrates key differences between 5G and its predecessor technologies, 3G (also known as UMTS) and 4G (LTE): (the second generation, also known as GSM, which will soon go out of service, is not listed). A detailed comparison, especially from a technical aspect, can be found in our 5G information sheet "Informationsblatt 5G". This also includes a glossary with explanations of all the important technical terms (download: www.emf.ethz.ch/de/angebot/veroeffentlichungen).

Figure 4: 5G – higher capacity, lower latency.

Current State of Development

The fifth generation of mobile communications – also known as New Radio (NR) – is currently (early 2018) not yet fully standardized. This also applies to the frequencies that 5G will one day use. Initially, the technology will work with the existing mobile radio frequencies; bands in the 3.4–3.8 GHz range will be added from 2019/2020 (see Figure 1). The high frequencies in the two-digit GHz range will only come into use in the early 2020s. One band under discussion for such millimeter waves is around 26 GHz (24.25–27.5 GHz). The operators want to start commercial operation as early as 2020. The first terminal devices are expected by 2019.

The Technology Behind 5G

In terms of wireless technology, "New Radio" will have the same structure as LTE but will occupy more bandwidth. More bandwidth means higher data rates, and consequently greater capacity. The aim is to double the performance of the most powerful LTE standard (LTE-A). As with LTE-A, bandwidths

Literature

- FSM (2018): Informationsblatt 5G. <https://www.emf.ethz.ch/de/angebot/veroeffentlichungen/archiv-informationsmaterialien/?text=50%25252520hz>. 5p.
Freund R. et al. (2018): 5G-Datentransport mit Höchstgeschwindigkeit. In: Neugebauer R. (Hrsg.). Digitalisierung. Springer-Verlag. ISBN 978-3-662-55889-8, p. 89–112.

FORSCHUNGSSPLITTER

Diese Rubrik widmet sich jeweils einer ausgewählten wissenschaftlichen Publikation, die in der Fachwelt besondere Resonanz erzeugt hat. Die Arbeit wird zuerst vorgestellt, danach beantworten Experten Fragen zur Studie.

Im Jahresbericht 2017 stellen wir folgende Publikationen vor:

Michael Wyde, Mark Cesta et al. (2018): Toxicology and Carcinogenesis Studies in Hsd: Sprague Dawley® SD Rats exposed to whole-body radiofrequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. NTP Technical Report 595, US National Toxicology Program (NTP).

Michael Wyde, Amy Brix et al. (2018): Toxicology and Carcinogenesis Studies in B6C3F1/N: Mice exposed to whole-body radiofrequency radiation at a frequency (1,900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. NTP Technical Report 596, US National Toxicology Program (NTP).



Studie und Ergebnisse

Es handelt sich um die bislang grösste Tierstudie, die vom NTP je durchgeführt wurde. Die Kosten beliefen sich auf insgesamt über 25 Mio. Dollar. Untersucht wurde die Frage, ob Mobilfunkstrahlung das Krebsrisiko bei Ratten und Mäusen erhöht.

Exponiert wurden Ratten mit 900 MHz GSM und CDMA, Mäuse mit 1900 MHz GSM und CDMA. Die Nager wurden in Echokammern einzeln am ganzen Körper befeldet. Die Tiere konnten sich somit frei bewegen. Die Expositionen (Ganzkörper-SAR) betrugen bei den Ratten 0 (Kontrollbedingung), 1,5, 3 und 6 W/kg, bei den Mäusen 0, 2,5, 5 und 10 W/kg.

Die Tiere wurden lebenslang, beginnend im Mutterleib, bestrahlt. Nach dem Absetzen sind die Tiere in männliche und weibliche Expositionsgruppen von etwas über 100 Tieren in Einzelkäfigen gehalten worden. Die Bestrahlungsdauer mit den Mobilfunksignalen wurde in einem 10-Minuten-on/off-Rhythmus während 18 Stunden pro Tag, 7 Tage die Woche durchgeführt. Die kumulierte Exposition während 24 Stunden betrug damit 9 Stunden. Die Haltungsbedingungen der Tiere entsprachen allen Laborstandards.



Nach dem Tod der Tiere wurden alle Organe und wichtige Gewebe histopathologisch auf Auffälligkeiten hinsichtlich Krebs untersucht.

Ein Befund (Schwannome des Herzens bei männlichen Ratten) zeigte einen möglichen Zusammenhang zwischen Krebs und Exposition. Bei acht Geweben zeigten sich gemäss Autoren nichteindeutige Hinweise, wobei sechs Gewebe männliche, zwei weibliche Ratten betrafen. Darunter befanden sich, bei beiden Geschlechtern, Glia-Zellen des Gehirns. Bei den Mäusen fand man nur unklare Hinweise für das Auftreten von verschiedenen Formen von Krebs in Haut, Lunge und Leber bei männlichen Tieren, in der Lymphe bei weiblichen Tieren.

Die genotoxischen Analysen zeigten laut Autoren keinen Zusammenhang zwischen DNA-Schädigung und Krebsinzidenzen. Das NTP-Team schlussfolgert, dass die erhöhte Anzahl Schwannomen des Herzens bei männlichen Ratten durch die Exposition zustande gekommen sein könnte.

Detaillierte Beschreibung der Studie mit Kommentar von FSM und KLS (Krebsliga Schweiz) auf www.emf.ethz.ch (unter → Angebot → Veröffentlichungen → Kommentare).



SPECIAL FOCUS

This column is dedicated to a selected scientific paper that received special interest in the research community. In the first part, the paper is shortly introduced, in the second part, experts comment on selected aspects of the study.

We introduce following publications:

Michael Wyde, Mark Cesta et al. (2018): Toxicology and Carcinogenesis Studies in Hsd: Sprague Dawley® SD Rats exposed to whole-body radiofrequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. NTP Technical Report 595, US National Toxicology Program (NTP).

Michael Wyde, Amy Brix et al. (2018): Toxicology and Carcinogenesis Studies in B6C3F1/N: Mice exposed to whole-body radiofrequency radiation at a frequency (1,900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. NTP Technical Report 596, US National Toxicology Program (NTP).



Study and Study Results

This is the largest animal study ever conducted by NTP. The total costs amounted to over 25 million dollars. The subject of the study was to examine cancerogenicity of cell phone radiofrequency radiation in rats and mice.

Rats were exposed to 900 MHz GSM and CDMA signals and mice to 1900 MHz GSM and CDMA signals. The rodents were individually irradiated over the whole body in reverberation chambers. Exposures were conducted in free-moving, unrestrained animals. The exposures (whole-body SAR) were 0 (sham), 1.5, 3 and 6 W/kg in rats and 0, 2.5, 5 and 10 W/kg in mice.

The animals were radiated for the whole of their lives, beginning before they were weaned. After weaning, the animals were kept in single cages in male and female exposure groups of just over 100 animals. The exposure to the cell phone radiofrequency signals was a 10 minute on/off pattern for 18 hours a day, 7 days a week. Consequently, the cumulative exposure over a 24-hour period amounted to 9 hours. The housing conditions of the animals met all laboratory standards.



After the death of the animals, all organs and important tissues were subjected to histopathological examination for cancerous abnormalities.

One finding (schwannomas of the heart in male rats) showed a possible connection between cancer and exposure. According to the authors, 8 tissues, six from male rats and two from female rats, showed ambiguous results. These included glia cells in the brains of both sexes. In mice, there were only unclear indications of the occurrence of various forms of cancer in the skin, lungs, and liver in male animals, and in the lymph in female animals.

According to the authors, genotoxic analyses showed no connection between DNA damage and incidences of cancer. The NTP team concludes that the increased number of schwannomas of the heart in male rats may have been caused by exposure.

There is a detailed description of the study with comments from FSM and KLS (Swiss Cancer League) at www.emf.ethz.ch → Services → FSM Publications → Commentaries (German only).



KOMMENTAR VON PROF. DR. ANDREW WOOD

Prof. Andrew Wood arbeitet an der Swinburne University of Technology in Australien. Er ist auch Präsident der Bioelectromagnetics Society und Redaktor des Journals Bioelectromagnetics.



Fragen an Prof. Dr. Andrew Wood

FSM: Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten wissenschaftlichen Erkenntnisse der Studie?

AW: Lobenswert ist zunächst einmal die seriöse Planung der Experimente, insbesondere die Aufmerksamkeit, die der Expositionseinrichtung geschenkt wurde, um SAR-Expositionen mit möglichst kleinen Unsicherheiten zu erhalten. Sodann wurde in der Pilotstudie bestimmt, welche SAR-Expositionen Mäuse und Ratten tolerieren, sodass für die nachfolgende 2-Jahres-Studie sinnvolle Dosisniveaus festgelegt werden konnten. Drittens wurden die Analysedaten veröffentlicht. Solche Transparenz auch bei grossen Studien ist sehr positiv. Viertens wurden in der Hauptstudie genügend Tiere eingesetzt um statistisch akzeptable Resultate zu erhalten.

Das war in andere Studien in der Vergangenheit nicht immer so. Allerdings: Weil viele der untersuchten Endpunkte unter Wildtypen-Ratten und den gewählten Hybrid-Mäusen seltene Krankheiten sind, ist die Interpretation der wenigen gefundenen Tumorfälle schwierig.

FSM: Die Forscher analysierten um 40 Gewebearten je Spezies und Expositionsbedingung und erhielten ein Ergebnis mit «some evidence of carcinogenic activity». Das sieht nach Zufallsbefund aus. Könnte man das sagen?

AW: Viele Leute haben diese Sachlage kommentiert. Es gab tatsächlich eine grosse Anzahl von Vergleichen, mehr als 300 nach meiner Zählweise. Natürlich müssen bei so vielen Analysen signifikante Befunde erwartet werden, wovon einige auf erhöhte, andere auf tiefere Risiken hinweisen dürften, und genau das war der Fall. Der Fokus auf Schwannome und Gliome ist hauptsächlich das Resultat von Erkenntnissen aus epidemiologischen Studien, in denen erhöhte Risiken für diese Gewebe gefunden wurden (Vestibularisschwannom ist ein anderer Name für Akustikusneurinom). Das signifikante Resultat in der Studie bezog sich auf Schwannome des Herzens und nicht solche andernorts und betraf nur männliche Ratten und keine Mäuse. Der signifikante Dosisrend verleiht diesem Ergebnis jedoch Gewicht. Die höhere Überlebensrate der exponierten Tiere (sie liegt näher bei derjenigen der historischen Kontrollen) ist eine weitere Auffälligkeit, die schwer zu erklären ist. Alles in allem: Obwohl für einige Endpunkte (Gewicht, Temperatur, Organe bei Jungtieren) statistische Anpassungen wegen Mehrfachvergleichen vorgenommen wurden, kann aus den Berichten nicht entnommen werden, ob das auch für andere Endpunkte gemacht wurde.

FSM: Menschen und kleine Nager unterscheiden sich sehr bezüglich der Absorption von Hochfrequenzstrahlung. Ist es wissenschaftlich zulässig, Resultate aus solchen Tierstudien auf den Menschen zu verallgemeinern?

AW: Vielleicht, aber sicher nicht unbesehen. Vergleiche von Temperaturveränderungen in Organen von Nagern und Menschen können durchaus sinnvoll sein.

Die Pilotstudie, die inzwischen in der Zeitschrift Bioelectromagnetics veröffentlicht ist, ermittelte die maximale SAR-Dosis, welche die Thermoregulation der Tiere nicht ausser Kraft setzte. Wir haben die Daten der maximal tolerierten (Ganzkörper-)Dosis bei Menschen, sodass man hier durchaus Vergleiche anstellen kann. Weil aber das Verhältnis zwischen Oberfläche und Körpervolumen bei Ratten 6-mal grösser ist als beim Menschen, können Nager, trotz des Fells und der geringeren Anzahl Schweißdrüsen, viel höhere SAR-Dosen ausregulieren als Menschen. Verallgemeinerungen sind trotz allem nicht so einfach. Es muss auch darauf hingewiesen werden, dass die in der NTP-Studie gemessenen Temperaturanstiege der Tiere mindestens eine Größenordnung über den Werten liegen, welche Menschen bei maximal zulässiger Exposition erfahren würden (Bruchteile von einem Grad Celsius).



COMMENTARY

PROF. DR. ANDREW WOOD

Prof. Dr. Andrew Wood, Dpt. of Health and Medical Sciences, Swinburne University of Technology, Australia. President of the Bioelectromagnetics Society. Editorial Board Member of the Journal Bioelectromagnetics



Questions to Prof. Dr. Andrew Wood

FSM: *In your opinion, what are the most important scientific accomplishments of the study?*

AW: Firstly, the deliberative planning of the experiment is commendable, as is attention to the exposure system design, to ensure, as far as possible that the SAR levels were predictable within narrow limits. Secondly, the pilot experiment determined separately for rats and mice what SAR levels could be tolerated so that the subsequent 2 year experiments used a reasonable range of levels. Thirdly, making the analyses publicly available, represents a welcome trend to greater transparency in large-scale programs of this type. Fourthly the use of sufficient numbers of animals in the 2 year study to give acceptable statistical power is welcome, given that this has often been a criticism of animal experiments in the past.

However, it should be recognized that, since many of the disease endpoints are rather rare in wild-type rats and the hybrid mice chosen, the low numbers of animals with tumours makes meaningful analysis difficult.

FSM: *The researchers analysed roughly 40 tissues per species and exposure condition and registered one outcome with "some evidence of carcinogenic activity". This looks like a chance finding. Did I get the study stats all wrong?*

AW: A number of people have commented on this. There were certainly a large number of comparisons, in excess of 300 according to my reckoning. Of course, with such a large number, some significant changes would be expected, with some indicating increased risk and some the other way and this is what was found. The focus on Schwannoma and glioma risk is largely driven by human epidemiological studies, where similar evidence of risk was found (another name for acoustic neuroma is vestibular Schwannoma). However, the significant result in this study was by restricting the analysis to Schwannomas of the heart rather than the whole body and was restricted to male rats and not to mice. Nevertheless, the significant trend adds weight to this particular result. The higher survival rate for exposed animals (closer to historical controls) is also an anomaly which is hard to explain adequately. Overall, although multiple comparisons adjustments were explicitly made in the case of certain endpoints (weights, temperatures and pup organs) it is uncertain from the reports whether this was done for other endpoints.

FSM: *The absorption of RF energy is very different between small rodents and large humans. Is it scientifically valid to extrapolate findings from such animal studies to humans?*

AW: Well, maybe, but it is not straightforward. The temperature rise in target organs is a quantity that is amenable for comparison between rodents and humans.

The pilot study, now published in Bioelectromagnetics, was to ensure that in the subsequent studies the maximum SAR used did not overcome the animals' ability to thermo-regulate. We do have data on the maximum (whole body) SAR which can be safely tolerated in humans, so there is possibility of comparison in that. However, since the surface area to volume ratio in rats is over six times that in humans, they are much better adapted to cope with high SAR values, despite fur covering and fewer sweat glands, so extrapolation is not without difficulty. It should be remembered that the maximum temperature rise measured in the animals in the NTP experiment is at least an order of magnitude higher than that predicted to occur in humans exposed at the limits set by standards (which is a fraction of a degree).



KOMMENTAR VON PROF. DR. MEIKE MEVISSEN

Prof. Mevissen ist Leiterin der Abteilung für Veterinär-Pharmakologie & Toxikologie an der Universität Bern. Eines ihrer Forschungsschwerpunkte sind Untersuchungen zu möglichen Effekten nicht-ionisierender Strahlung und Nanopartikeln.



Fragen an Prof. Dr. Meike Mevissen

FSM: Es heisst, dass die Studie eine hohe wissenschaftliche Qualität hat. Was genau zeichnet die Experimente gegenüber anderen Arbeiten aus?

MM: Die Qualität der NTP-Studie ist definitiv hoch. Folgende Faktoren sind dafür mitbestimmend: Die Tiere wurden lebenslang exponiert, was eine Beurteilung der Tumorinzidenz über die gesamte Lebensdauer ermöglicht. Zudem wurden Mäuse und Ratten sowie beide Geschlechter verwendet. Die Studie wurde unter sehr gut kontrollierten Bedingungen durchgeführt. Parameter, die eine Tumorentwicklung beeinflussen, wie Licht oder Futter, wurden während der gesamten Dauer der Studie kontrolliert.

Nicht zuletzt ist es die grösste Studie, in der die Tiere in Käfigen und nicht in Röhren, für nur wenige Stunden, exponiert wurden. Die gewählte Ganzkörper-Exposition erlaubte Beobachtungen zur Inzidenz von Tumoren im gesamten Körper und nicht nur im Hirn.

Insgesamt gibt es eine sehr hohe Transparenz der Prozesse, der Daten und der Bewertung. Alle Prozesse, Ergebnisse und Berichte sind öffentlich und können jederzeit eingesehen werden.

FSM: Gibt es auch Schwachpunkte?

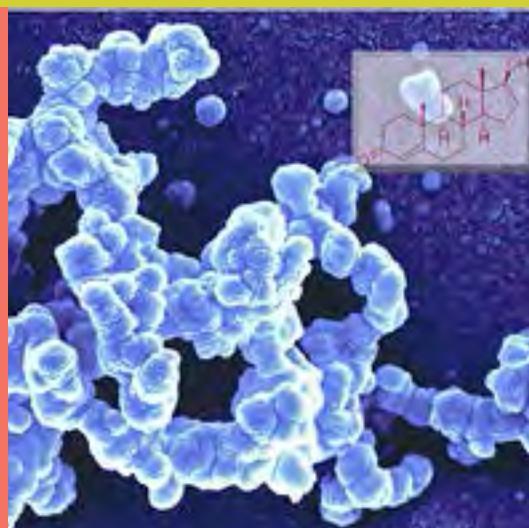
MM: Eine Schwäche der Studie ist, dass es nur eine Kontrollgruppe für beide Expositionen gab. Daher sind die zwei Teilstudien (GSM und CDMA) nicht unabhängig. Die Temperatur in der höchsten Dosisgruppe (männliche Ratten) war um $<1^{\circ}$ Celsius höher. Ein Zusammenhang mit der höheren Rate an Gliomen (nicht signifikanter Anstieg) sowie der signifikant höheren Tumorraten der Herz-Schwannome ist jedoch unwahrscheinlich, da keine Studien bekannt sind, wonach eine Temperaturerhöhung von diesem Ausmass die Tumorinzidenz beeinflusst.

Die Überlebensrate der männlichen Ratten in der höchsten Dosisgruppe ($SAR = 6 \text{ W/kg}$) war signifikant höher im Vergleich zu den scheinexponierten Kontrollen was aber in der statistischen Evaluation inkl. Tumorinzidenz berücksichtigt wurde.

Nachteilig an der Studie ist allenfalls die Tierzahl. Insgesamt ist eine Tierzahl/Gruppe von 90 als ausreichend einzustufen. Da allerdings die Tumorinzidenz für Glioma und Herz-Schwannoma sehr gering ist, ist es entsprechend unwahrscheinlicher bei einer Tierzahl von 90 Tieren pro Gruppe einen signifikanten Effekt zu erzielen. Hier kommen die historischen Kontrollen ins Spiel, die über einen langen Zeitraum sehr gut dokumentiert wurden.

FSM: Was bedeuten die Resultate im Kontext der bislang verfügbaren Befunde aus Tierstudien mit Mobilfunkstrahlung?

MM: In der NTP-Studie wurden verschiedene Tierarten sowie verschiedene Stämme verwendet. Dazu kommt die Lebenszeitexposition und die Exposition im Käfig/freilaufender Tiere (Ganzkörperexposition). Das bedeutet, dass es eine komplett neue Studie ist, die nicht eine Replikation einer vorherigen Studie darstellt. Die Ergebnisse unterstützen den Entscheid der IARC aus dem Jahr 2011 «possible carcinogen» (möglicherweise krebserregend).



FSM: Sonstige wichtige Punkte, die man erwähnen sollte?

MM: Interessanterweise sind Herz-Schwannoma verwandt mit den Akustikusneurinomen (vestibuläres Schwannom (im Gleichgewichtsorgan), deren Auftreten in einigen epidemiologischen Studien mit RF-EMF-Exposition erhöht war.

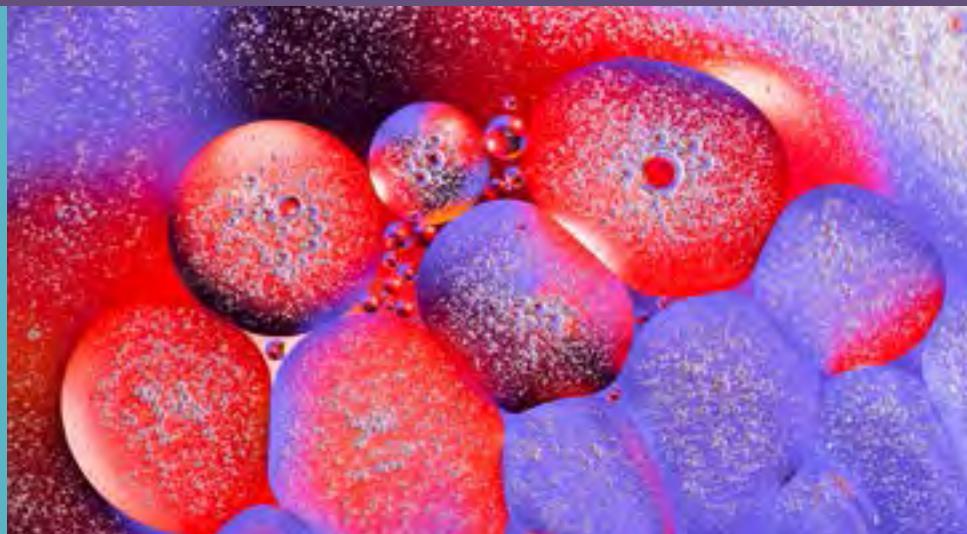
COMMENTARY

PROF. DR.

MEIKE

MEVISSEN

Prof. Mevissen is the Head of Division of Veterinary Pharmacology & Toxicology at the University of Bern. One of her research focusses addresses effects of non-ionising radiation and effects and uptake of nanoparticles



Questions to Prof. Dr. Meike Mevissen

FSM: *The study is said to be of high scientific quality. What exactly distinguishes the experiments from other works?*

MM: The quality of the NTP study is definitely high. The following factors play a part in this: The animals were exposed for life, which allows an assessment of the incidence of tumors over the entire lifetime. Also, both mice and rats of both sexes were used. The study was conducted under highly controlled conditions. Parameters that affect tumor development, such as light or food, were controlled throughout the study.

Finally, it is the largest study in which animals were exposed in free-moving cages and not restrained in tubes for a few hours per day. The choice of whole-body exposure allowed observations on the incidence of tumors throughout the body and not only in the brain.

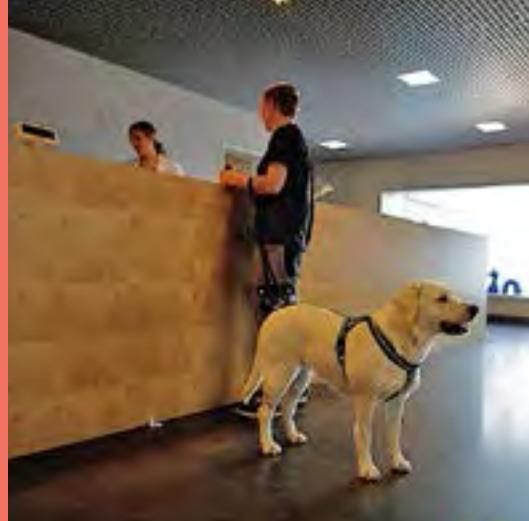
Overall, there is a very high level of transparency of the processes, data, and data-evaluation. All processes, results and reports are in the public domain and can be viewed at any time.

FSM: *Are there any weak points?*

MM: A weakness of the study is that there was only one control group for both exposures. Therefore, the two sub-studies (GSM and CDMA) are not independent. The body temperature in the highest dose group (male rats) was increased ($<1^{\circ}$ Celsius). However, a connection with the higher rate of gliomas (non-significant increase) and the significantly higher tumor rate of heart schwannomas is unlikely, as no studies are known, in which a temperature increase of this magnitude affects the incidence of tumors.

The survival rate of male rats in the highest dose group (SAR = 6 W/kg) was significantly higher compared to the sham exposed controls, but this was considered in the statistical evaluation including tumor incidence.

A disadvantage of the study is the number of animals. Generally speaking, 90 animals per group is sufficient. However, as the tumor incidence for glioma and heart schwannoma is very low, it is correspondingly less likely to achieve a statistically significant effect with 90 animals per group. This is where the historical controls come into play, which have been very well documented over a long period of time.



FSM: *What new scientific insights do the results add to the present knowledge?*

MM: Different animal species and different strains were used in the NTP study. In addition, lifetime exposure and whole-body exposure in a free-moving cages was administered. This means that it is a completely new study that is not a replication of a previous work. The results support the 2011 IARC conclusion of RF as a 'possible carcinogen'.

FSM: *Are there other important points worth mentioning?*

MM: Interestingly, heart schwannomas are related to acoustic neuromas (vestibular schwannomas in the vestibular system). This cancer was increased in some epidemiological studies with RF EMF exposure.

Projektliste | List of Funded Projects

Der Einfluss von Mobilfunksignalen auf die Regulierung der Differenzierung neuraler Zellen

Impact of mobile communication signals on the regulation of neural differentiation

Dr. David Schürmann, Dr. Angélique Ducray / Universität Basel, Vetsuisse Bern / 1.4.2018–30.9.2019

Das Projekt untersucht *in vitro* potenziell schädliche Effekte modulierter Hochfrequenzstrahlung vom Typ GSM auf die Signalpfade, die Physiologie, die Morphologie und epigenetischen Eigenschaften von Neuroblastomzellen und neuronalen Stammzellen.

The project will provide a significant and critical insight into the adverse effects of exposure to modulated RF-EMF as used for mobile communication (GSM) on signaling cascades and physiology as well as on morphological and epigenetic characteristics of neural cells in vitro.

Effekte von WLAN Exposition auf den Schlaf

Effects of WLAN Exposure on Sleep

Prof. Dr. Heidi Danker-Hopfe, Dr. Ing. Hans Dorn / Charite- Universitätsmedizin Berlin / 1.4.2017–31.3.2019

Drahtlose lokale Netzwerke (WLAN, Wi-Fi) werden seit einigen Jahren weit verbreitet in Haushalten betrieben. Viele Menschen fühlen sich durch die Anwesenheit von Hochfrequenztechnologien gesundheitlich beeinträchtigt. Schlafprobleme gehören zu den am häufigsten geklagten Beschwerden. Diese human-experimentelle Studie soll zur Klärung beitragen, inwieweit es objektivierbare, biologische Effekte einer WLAN-Exposition auf den Schlaf gibt.

Since a few years, most homes and offices are equipped with wireless local networks. Many people attribute their unspecific health symptoms to the radiation of this technology. Sleep disorders are among the most reported effects. The study investigates in a laboratory setting whether Wi-Fi exposure has causal impacts on the sleep.

Biologische und gesundheitsbezogene Auswirkungen des Kontakts mit Millimeterwellen und THz – Studienergebnisse, Qualitätsaspekte und Wissenslücken

Biological and health related effects of millimeter wave and THz exposures – Study results, quality aspects, and knowledge gaps

Prof. Mats-Olof Mattsson / SciProof International AB / 1.3.2016–31.1.2017

Es ist zu erwarten, dass Millimeterwellen und Terahertz-Wellen in der Zukunft in vielen Anwendungen eingesetzt werden. Allerdings ist das Wissen bezüglich der möglichen gesundheitlichen Auswirkungen der verstärkten Nutzung und Anwendung dieser Wellen noch spärlich. In diesem Projekt wird die Qualität relevanter Studien analysiert und bestimmt, ob ein statistischer Zusammenhang zwischen der Studienqualität und den gesundheitsbezogenen Ergebnissen besteht.

Millimeter waves and terahertz waves are expected to be used in many applications in the near future. However, knowledge regarding possible health consequences of increased applications and use of these waves is sparse. This project will overview and analyze the quality of relevant studies and determine if there is any statistical correlation between study quality and health related outcomes.

Systematischer Review von Studien zur Exposition gegenüber hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung im Alltag

Systematic review on radiofrequency electromagnetic field exposure in the everyday environment

Prof. Dr. Martin Röösli / Swiss TPH / 1.3.2015–29.2.2016

Das Ziel des Projekts ist eine systematische Literaturauswertung von Daten zur Verteilung der Alltags-Hochfrequenzeexposition in Europa für spezifische Bevölkerungsteile und Alltagsumgebungen (micro-environments).

The objective of this project is to conduct a systematic review of the distribution of RF EMF exposure in the everyday environment in Europe for population samples and specific microenvironments.

Identifikation und Gruppenbildung experimenteller Parameter von In-vitro-Studien mit hochfrequenter EMF (GROUPER)

Identification and grouping of relevant experimental parameters to evaluate the effects of radiofrequency electromagnetic fields in in vitro studies (GROUPER)

Prof. Dr. Myrtill Simkó / AIT Austrian Institute of Technology GmbH / 1.3.2015–29.2.2016

Das Projekt untersucht die in In-vitro-Studien mit hochfrequenter elektromagnetischer Exposition verwendeten experimentellen Parameter mit dem Ziel, relevante Gruppen von biologischen Endpunkten zu finden, welche physiologische Zellantworten widerspiegeln.

The project will focus on the identification of parameters used in RF EMF in vitro studies with the aim to identify relevant groups of biological endpoints representing cell physiological responses.

Risikokommunikation zum Stromnetzausbau: Konfliktanalyse von internationalen Erfahrungen und Schlussfolgerungen für eine Anticipatory Governance in der Schweiz

Risk communication about the expansion of the electricity grid – Conflict analysis of international experiences and lessons for anticipatory governance in Switzerland

Prof. Dr. habil. Urs Dahinden / HTW Chur / 1.3.2014–31.8.2015

Welche Erfahrungen wurden im In- und Ausland mit Konflikten um den Stromnetzausbau gesammelt? Welche Lehren können daraus für das künftige Konfliktmanagement gezogen werden? Ein neues Forschungsprojekt will diese Fragen mit Hilfe einer Analyse von Medieninhalten (Zeitungen, Online-Quellen) und Experteninterviews beantworten.

Which experiences have been gathered in Switzerland and abroad with conflicts about the expansion of the electricity grid? Which lessons can be drawn for the future conflict management? A new research project aims to answer these questions with the help of an analysis of media content (newspapers, online sources) and expert interviews.

Risikowahrnehmung- und -akzeptanz von Stromnetzen im Kontext der Energiewende

Risk Perception and Acceptance of Electricity Networks in the Context of the Energy Transition

Dr. Bernadette Sütterlin, Dr. Simone Dohle, Prof. Dr. Michael Siegrist / ETH Zürich / 1.3.2014–28.2.2017

Das Projekt untersucht, ob die Betrachtung der Stromnetzthematik im Hinblick auf eine erfolgreiche Energiewende zu einer höheren öffentlichen Akzeptanz von Stromleitungen führt und das Risiko von EMF als tiefer wahrgenommen wird. Ein Schwerpunkt des Projekts liegt dabei auf der Untersuchung des Einflusses von Gefühlen auf die Risiko- und Nutzenwahrnehmung.

The project examines whether people's acceptance of power lines increases when they are considered with regard to a successful energy transition, and whether the perceived risk of EMFs decreases. A special focus of the project will be the impact of feelings on risk and benefit perception.

Neue Ansätze, um den Beitrag von Nahkörperquellen an der persönlichen HF-Exposition zu erfassen
Novel approaches to assess the contribution of close-to-body devices of the personal radiofrequency electromagnetic field exposure

Dr. Jürg Fröhlich, Prof. Dr. Martin Röösli / ETH Zürich / 1.4.2013–31.3.2015

Das Projekt will persönliche Exposimeter hard- und softwareseitig erweitern, dass die Felder von nahe am Körper benutzten HF-Geräten berücksichtigt und die Technologie für zukünftige epidemiologische Studien praktisch einsetzbar wird.

In the project, the hard- and software of a smartphone-based personal exposure measurement system will be extended and improved to allow exposure assessment of close-to-body devices, particularly with regard to future epidemiological studies.

Zelluläre und molekulare Effekte gepulster elektromagnetischer Felder
Cellular and molecular effects of pulsed electromagnetic fields

Dr. David Schürmann, Prof. Dr. Primo Schär / Universität Basel / 1.4.2013–31.3.2015

Das Projekt untersucht auf experimenteller Basis, wie insbesondere die Zellproliferation durch PEMF beeinflusst wird und welche Mechanismen dabei im Spiel sind. Es interessiert, ob es sich um allgemeine oder um zellspezifische (krebszellenspezifische) Effekte handelt.

The project performs experiments to reveal whether PEMF-mediated reduction of cell-proliferation is a common phenomenon of cancer cells or rather restricted to a spectrum of responsive cancers, and to understand the mechanistics underlying the effects.

Ursachen unterschiedlicher individueller Reaktionen auf elektromagnetische Felder
Investigating the origin of individual differences in the response to electromagnetic field exposure

Prof. Dr. Reto Huber, Prof. Dr. Peter Achermann / Kinderspital Zürich, Universitäts-Kinderklinik Eleonorenstiftung / 1.3.2012–28.2.2014

Das Projekt versucht, mit bildgebenden Verfahren (MRI) anatomische Merkmale im Gehirn aufzudecken, die für individuelle Unterschiede in der EEG-Antwort auf Exposition gegenüber pulsmodulierten Hochfrequenzfeldern zuständig sind.

The project applies magnetic resonance imaging (MRI) to reveal anatomical markers responsible for the individual differences in the EEG response to pulse-modulated RF EMF exposure.

Neuroinflammation und Mobilfunkexposition – NIMPHE
Neuroinflammation and Mobile Phone Exposure – NIMPHE

Dr. Isabelle Lagroye, Dr. Bernard Veyret / ENSCPB-CNRS, PIOM Laboratory / 1.1.2012–31.12.2013

Das Projekt untersucht am Tiermodell (Ratten) die Wirkung von GSM-900- und UMTS-1960-Signalen auf das Gehirn (Astroglia- und Mikrogliazellen), um abzuklären, ob und allenfalls welche neuroinflammatorischen Prozesse aktiviert werden.

The project applies magnetic resonance imaging (MRI) to reveal anatomical markers responsible for the individual differences in the EEG response to pulse-modulated RF EMF exposure.

Abschätzung der durch Mobiltelefone (GSM, UMTS) induzierten niederfrequenten Ströme im menschlichen Kopf
Assessment of ELF Current Distribution induced in the Human Head from UMTS and GSM Mobile Phones

Prof. Dr. Niels Kuster, Dr. Sven Kühn / IT'IS Foundation / 1.2.2011–30.6.2012

Das Projekt charakterisiert die maximalen und mittleren nutzungsabhängigen elektrischen Felder und Ströme, welche durch niederfrequente Magnetfelder von Mobiltelefonen im Kopf induziert werden.

The project evaluates the maximum and the average usage-dependent induced electric fields and currents due to the exposure to LF magnetic fields created from mobile telephones operated at the human head.

Verpasste Chancen? Altersspezifische digitale Ungleichheiten bei der Nutzung von Mobilkommunikation
Missed opportunities? A digital divide perspective on age related differences in the use of mobile communication

Prof. Dr. habil. Urs Dahinden / Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Chur / 1.4.2010–30.6.2012

Das Projekt untersucht, auf welche Erklärungsfaktoren die relative Abstinenz von älteren Personen bei der Mobilkommunikationsnutzung zurückgeführt werden kann und ob die altersbedingte tiefe Nutzungsintensität für die Betroffenen eine «verpasste Chance» darstellt.

This project focuses on the digital divide between age groups. The project asks for age-specific opportunities and threats in the use of mobile communications, with a special emphasis on middle-aged and elderly people.

Handygebrauch bei Schweizer Jugendlichen: Grenzen zwischen engagierter Nutzung und Verhaltenssucht
The use of mobilephones by Swiss adolescents: investigation into the borderline between engagement and addiction

Prof. Dr. habil. Daniel Süss, Gregor Waller / Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaft, Dep. angewandte Psychologie / 1.4.2010–31.5.2011

Diese Umfragestudie erfasst das Handynutzungsverhaltens von Schweizer Jugendlichen (12- bis 19-Jährige). Es werden vier Nutzertypen unterschieden: «Nicht-Nutzer», «zurückhaltende Nutzer», «engagierte Nutzer» und «Verhaltenssüchtige».

This survey-study investigates into the mobile telephone usage behaviour among young people (12 to 19 years old) in Switzerland. Four user types are defined: "non-users", "conservative users", "engaged users" and "behaviourally addictive".

Erfassung des Erinnerungsfehlers zur Lateralität bei Hirntumor-Studien
Assessing the recall bias with regard the laterality of cell phone use

Dr. Peter M. Wiedemann / Private Universität für Gesundheitswissenschaften, Dep. für Human- und Wirtschaftswissenschaften / 1.4.2010–31.3.2011

Diese experimentelle Studie prüft, ob Personen, die wissen, dass bei einer virtuellen Person (Avatar) ein Hirntumor vorliegt, dazu neigen, die Telefonierhäufigkeit des Avatars auf der tumorbetroffenen Seite zu überschätzen.

This experimental study investigates whether subjects that have been informed about a brain tumor in an avatar overestimate ipsilateral cell phone use of the avatar compared to subject that did not get this information.

Mobiltelefon: Schlaf und kognitive Leistungen *Cell phones, sleep and cognitive performance*

Prof. Dr. Reto Huber / Kinderspital Zürich, Universitäts-Kinderklinik Eleonorenstiftung / 1.7.2009 – 30.6.2011

Das Projekt untersucht bei Jugendlichen Wirkmechanismen von gepulster EMF auf Aktivitäten der Hirnrinde während des Schlafs und wie sich solche Veränderungen auf die kognitive Leistungsfähigkeit auswirken.

The project explores mechanisms of how EMF pulses affect cortical activity of adolescents during sleep and how this change might be translated into changes in cognitive performance.

Analyse des Einflusses von HF und NF-EMF auf Signalpfade zwischen Genen und Krankheiten *RF and ELF-EMF: Gene-Pathway-Disease Analysis*

Prof. Dr. Meike Mevissen, Prof. Dr. Christopher J. Portier / Universität Bern, Abteilung Veterinär-Pharmakologie und Toxikologie / 1.7.2009 – 30.6.2011

Das Projekt identifiziert mittels statistischer Analysen bestehender Studien diejenigen Gene, die durch elektromagnetische Felder (Hoch- und Niederfrequenz) modifiziert werden, und berechnet Korrelationen zu den dazugehörigen Signalwegen mit Krankheiten.

The project identifies the cellular components that are modified by exposure to low and radio frequency electric and magnetic fields, links these components to their pathways and then uses existing linkage between these pathways and human disease to calculate correlations.

Proteinexpression an der EMF-exponierten Blut-Hirn-Schranke in vitro

Protein expression at EMF exposed blood-brain-barrier in vitro

Dr. Helmut Franke / Klinik und Poliklinik für Neurologie, Universitätsklinikum Münster D / 1.4.2008 – 30.6.2009

Das Projekt untersucht im Reagenzglas, inwieweit Signale von für die Blut-Hirn-Schranke relevanten Genen, deren Expression nach Exposition mit UMTS- oder GSM-1800-Feldern verändert war, auf Proteinebene nachzuweisen sind.

The project investigates whether some genes encoding for proteins relevant for the blood-brain-barrier functionality that showed expressional changes after UMTS or GSM 1800 exposure, also account for changes in protein expression or functional changes.

Umweltmedizinische Beratungsstruktur im Praxisalltag: Machbarkeit, Bedarf und Nutzen

Consultation and counselling in environmental medicine: feasibility, demand and utility

Prof. Dr. Martin Röösli, Dr. Anke Huss / Universität Basel, Swiss TPH / 1.4.2008 – 31.8.2010

Das Projekt klärt den Bedarf für eine umweltmedizinische Beratungsstruktur in der Schweiz ab. Der Fokus liegt auf Abklärungen des Beratungsbedarf, der Anliegen und des Erfolg von Beratungsangeboten im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern.

The project clarifies the need for Environmental Medicine Counselling in Switzerland, especially in connection with electromagnetic fields. The project documents, among others, who seek advice, the nature of the requests, the success of investigatory and counselling measures.

NIS-Portal: Internetbasiertes Informations- und Austauschforum mit bildgestützter Meta-Literaturdatenbank

NIS-Portal: An internet-based information and literature platform on EMF issues

Dr. Gregor Dürrenberger / FSM - Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation, Zürich / 1.11.2007 – 31.12.2013

Das Projekt entwickelt ein Internet-Portal, das die NIS-Informations- und Literatursuche unterstützt und erleichtert. Das Portal richtet sich an Behördenvertreter, Lehrer/Schüler, Medienschaffende und an der Thematik interessierte Personen.

The project designs an internet based NIS-Portal which supports and facilitates information and literature gathering. The portal is focused on users from public authorities, teachers/pupils, the media as well as persons interested in the topic.

In-vivo Studie zu Mobilfunk-Strahlung und Produktion von Radikalen

Radio Frequency Radiation Related to Mobile Communication and Radical Stress in Vivo

Dr. Isabelle Lagroye, Dr. Bernard Veyret / ENSCPB-CNRS, PIOM Laboratory / 1.9.2006 – 31.3.2008

Das Projekt untersucht, ob Mobilfunkstrahlung im Hirn von Ratten oxidativen Stress hervorrufen kann. Oxidativer Stress ist auf Zellebene an einer Reihe von gesundheitlichen Risiken wie neurodegenerative Erkrankungen mitbeteiligt.

The project investigates whether radio frequency fields linked to mobile communication can induce radical stress in the rat brain. Radical stress is known to contribute on the cellular level to human disease such as a number of neurodegenerative diseases.

CEFALO: Internationale Fall-Kontrollstudie zu den Ursachen von Hirntumoren bei Kindern und Jugendlichen

CEFALO: An international case-control study on brain tumours in children and adolescents

Prof. Dr. Martin Röösli, Dr. Claudia Kühni, Prof. Michael Grotzer, Prof. Nicolas von der Weid, Dr. Joachim Schüz, Dr. Tore Tynes, Dr. Maria Feychtung / Universität Basel, Swiss TPH / 1.8.2006 – 31.12.2010

In dieser internationalen Fall-Kontrollstudie wird in vier Ländern untersucht, ob der Gebrauch von Mobiltelefonen bei Kindern und Jugendlichen das Risiko erhöht, an einem Hirntumor zu erkranken.

In this international case-control study, the risk of children and adolescents for developing brain tumours due to the use of mobile telephones is investigated in four countries.

Das Thermosensorprotein GrpE des Hitzeschockproteinsystems Hsp70 als Target für elektromagnetische Felder

Thermosensor protein GrpE of the heat shock protein Hsp70 system as target for high-frequency electromagnetic fields

Dr. Jürg Fröhlich, PD Dr. Ilian Jelezarov / ETH Zürich, IFH, Electromagnetics and Bioengineering / 1.9.2006 – 31.12.2009

In dieser Laborstudie wird das molekulare System GrpE unter Hochfrequenzexposition untersucht. Das System ist thermisch gut charakterisiert und erlaubt deshalb, mögliche nicht-thermische Effekte zu identifizieren und zu studieren.

This in-vitro project investigates the molecular system GrpE that is well characterized with regard to its thermal behaviour. The conformational equilibrium will be measured under RF exposure in order to detect and study possible non-thermal effects.

Der Zusammenhang zwischen tatsächlicher HF-Exposition und Dosimetermessungen

Evaluation of the correlation between RF dosimeter reading and real human exposure

Dr. Georg Neubauer, DI Stefan Cecil, Dr. Jürg Fröhlich, Richard Überbacher / Austrian Research Centers GmbH – ARC / 1.9.2006 – 31.3.2008

Das Projekt berechnet Korrelationen zwischen mit Exposimetern gemessenen Feldstärken von Mobilfunksignalen und der tatsächlichen Exposition für eine repräsentative Auswahl von Szenarien unter Verwendung numerischer Softwaretools.

The project examines the correlation between values measured by exposimeters and the effective human exposure to mobile phone base stations signals for a representative selection of exposure scenarios by using measurement equipment and numerical software tools.

Diffusion drahtloser Technologien und «Lock-in»-Effekte

Diffusion of wireless technologies and technological lock-in

Prof. Dr. Roman Boutellier / ETH Zürich, D-MTEC, Chair of Technology and Innovation Management / 1.10.2006 – 31.5.2008

Das Projekt untersucht die Bedeutung von drahtlosen Kommunikationstechnologien in Unternehmen, identifiziert Abhängigkeiten (Lock-in-Effekte) und formuliert Strategien, welche Unternehmen die Freiheitsgrade geben, die sie für ein nachhaltiges Bestehen benötigen.

The project investigates the importance of wireless technologies within companies, describes dependencies and discusses strategies to successfully manage exposure to technological lock-in risks in order to increase companies' capacity for sustainable growth.

Modell zu Wechselwirkungen in der Risikokommunikation

An integrated model of EMF risk communication

Katrin Meier, Matthias Holenstein, Betty Zucker, Prof. Dr. Matthias Haller / Stiftung Risiko-Dialog, St. Gallen / 1.8.2006 – 31.7.2007

Das Projekt führt mit einem Experten-Delphi breit verteiltes Expertenwissen über die Risikokommunikation im Mobilfunk zusammen und erstellt daraus ein Wirkungsdiagramm über die Debatte, deren Akteure und Wechselbeziehungen.

The project consolidates with an expert delphi the available scientific knowledge and practical experiences in EMF risk communication, identifies the core elements of the debate and constructs a causal relationship model of the germane interdependences.

Messung der Marktmacht im Telekommunikations-Sektor

Empirical measures of market power in the telecommunications sector

Roberto Balmer, Prof. Dr. Silvio Borner, Prof. Dr. John W. Mayo / Universität Basel, Abteilung für angewandte Wirtschaftsforschung / 1.6.2005 – 31.8.2006

Das Projekt misst empirisch die Marktmacht – die Macht, die Unternehmen haben, Preise über die Grenzkosten zu erhöhen – im Schweizer Telecom-Sektor und vergleicht die Resultate mit Situationen in anderen Ländern und mit bekannten Märkten im Ungleichgewicht.

This empirical project measures the market power – the power of firms to raise prices above marginal cost – in the Swiss telecom sector and compares the results with international data and with known extreme market structure situations.

Zusammenhang zwischen EMF Exposition von Basisstationen und ausgewählten Leistungsindikatoren von Milchkühen innerhalb eines Pilotgebiets

Association between EMF exposure from mobile phone base stations and selected performance indicators in dairy cows in a pilot area

Prof. Dr. Katharina Stärk Spallek / Bundesamt für Veterinärwesen / 1.4.2005 – 31.3.2007

Das Projekt untersucht einen möglichen Zusammenhang zwischen hochfrequenter EMF-Exposition und verschiedenen Leistungsindikatoren von Milchkühen. Die Exposition der Kühe wird über Standortdaten der Tiere, NIS-Immissionsmodellierungen und Messungen ermittelt.

The project investigates a possible association between exposure to high frequency EMF and selected performance indicators of dairy cows. The exposure is estimated with the help of location data from the Swiss pedigree breeding programme, exposure modelling, and field measurements.

Wahrnehmung des Gesundheitsrisikos von Basisstationen durch Experten und Laien

Expert and lay perception of health hazards associated with mobile phone base stations

Dr. Timothy, C. Earle, Marie-Eve Cousin / ETH Zurich, Institute for Environmental Decisions (IED), Consumer Behavior / 1.6.2005 – 31.12.2007

Das Projekt beschreibt die mentalen Modelle, welche Laien und Experten von der kausalen Wirkung von Mobilfunkstrahlung auf die Gesundheit haben. Auf der Basis des Laienmodells wird eine repräsentative Befragung zur Risikowahrnehmung durchgeführt.

The project describes what kind of mental models experts and lay people have about the causal relationship between EMF from mobile communication and health. A representative mail survey based on lay people's mental models documents the prevalence of the risk beliefs.

Apoptose in kultivierten Hirnzellen nach Hochfrequenzbestrahlung

Apoptosis in cultured brain cells following exposure to radiofrequency radiation

Dr Simon Bouffler, Prof. James Uney, Prof. Dr. Niels Kuster / Health Protection Agency, Radiation Protection Division, UK / 1.3.2005 – 30.11.2007

Im Projekt werden Hirnzellkulturen in handähnlichen Hochfrequenzfeldernexponiert. Die Apoptose-Häufigkeit wird anhand zellanalytischer Methoden ermittelt. Parallel dazu wird der Expressionsgrad von spezifischen Genen mit Bezug zur Apoptose bestimmt.

Brain derived cells will be exposed to mobile phone characteristic RF fields and the frequency of apoptosis be evaluated. In parallel, samples will be taken to assess the expression level of specific genes known to be associated with apoptosis.

Einfluss von UMTS Radiofrequenz Feldern auf das Wohlbefinden und kognitive Funktionen bei elektrosensiblen und nicht-elektrosensiblen Personen

Effects of UMTS radio-frequency fields on well-being and cognitive functions in human subjects with and without subjective complaints

Prof. Dr. Peter Achermann, Prof. Dr. Niels Kuster, Prof. Dr. Martin Röösli / Universität Zürich, Institut für Pharmakologie und Toxikologie / 1.9.2004 – 31.10.2006

TNO-Anschlussstudie: Ziel des Projektes ist die Replikation der TNO-Studie, in welcher der Einfluss von Mobilfunkstrahlung auf das Wohlbefinden und kognitive Funktionen bei Menschen mit und ohne subjektive Elektrosensibilität untersucht wurde.

TNO replication study and expansion: The goal of the project is to replicate the TNO-study that investigated into effects of electromagnetic fields on well-being and cognitive functions in humans with and without subjective complaints.

Einfluss von EMF auf die Stabilität des menschlichen Genoms

Impact of exposure to EMF on human genome stability: replication study and extension

Prof. Dr. Primo Schär, Prof. Dr. Niels Kuster / Universität Basel / 1.8.2004 – 31.1.2008

Das Projekt ist als Replikationsstudie konzipiert und gibt Aufschluss über das Ausmass und die Art EMF-induzierter DNA-Strangbrüche in menschlichen Zellen. Die Zellen werden gegenüber niedrig- und hochfrequente Feldern exponiert.

The project is designed as replication study and extension. It clarifies whether and to what extent EMF exposure induces DNA strand breaks in human cells. The cells are exposed to both ELF and RF fields.

EMF und Hirn: Effekte auf zerebralen Blutfluss und Blutvolumen sowie auf neurale Aktivität

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

PD Dr. Martin Wolf / Universitätsspital Zürich, Klinik für Neonatologie / 1.1.2004 – 30.6.2005

Das Projekt klärt mit Hilfe der Nahinfrarotspektrophotometrie (NIRS) schnell auftretende Wirkungen von EMF auf die Blutzirkulation des Gehirnes und bestimmt die Dosis-Wirkungs-Kurve. NIRS ist eine Methode zur nicht-invasiven Messung von Blutfluss und Blutvolumen.

The project clarifies by means of near-infrared spectrophotometry (NIRS) the short-term influence of EMF on cerebral perfusion and determines the dose response curve. NIRS is a non-invasive method to study changes in cerebral blood flow and blood volume.

Bedeutung von Vorsorgemassnahmen und von wissenschaftlichen Unsicherheiten für die EMF-Risikoeinschätzung bei Laien

The impact of precautionary measures and scientific uncertainties on laypersons' EMF risk perception

Dr. Peter M. Wiedemann, Dr. Andrea T. Thalmann / Forschungszentrum Jülich / 1.12.2003 – 31.3.2005

In der Studie wird untersucht, ob unterschiedliche Informationen zu den Unsicherheiten der Risikoabschätzung und zu Vorsorgemassnahmen im Bereich des Mobilfunks die Risikowahrnehmung beeinflussen (erhöhen, dämpfen).

The project examines whether and how different information about uncertainties regarding risk assessment and different regulative measures invoked to implement the precautionary principle may influence, i.e. increase or reduce, laypersons' risk perception.

Machbarkeits-Studie zu epidemiologischen Studien über mögliche Gesundheitseffekte durch Basisstationen

Study on the feasibility of future epidemiological studies on health effects of mobile telephone base stations

Dr. Georg Neubauer / Austrian Research Centers GmbH – ARC / 1.12.2003 – 30.11.2004

In diesem Projekt untersuchen führende internationale Wissenschaftler der Fachgebiete Epidemiologie und Hochfrequenzdosimetrie gemeinsam die Durchführbarkeit epidemiologischer Studien über gesundheitliche Effekte infolge der Exposition gegenüber Mobilfunkbasisstationen.

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.

Dosis-Wirkung Beziehung von GSM-Feldern (Typ Handy) auf Schlaf und Schlaf-EEG

Dose-effect relationship of electromagnetic field strengths ("handset-like" GSM signal) on sleep and sleep EEG

PD Dr. Peter Achermann, Prof. Dr. Niels Kuster / Universität Zürich, Institut für Pharmakologie und Toxikologie / 1.4.2003 – 31.12.2007

Wir beobachteten, dass die Hirnaktivitäten im Nicht-REM-Schlaf nach Exposition mit gepulster Strahlung im Vergleich zur Exposition mit kontinuierlichen Wellen deutlich höher waren. Ziel dieses Projektes ist es, den Dosis-Wirkungs-Nachweis zu erbringen.

In the latest study we observed that EEG power in non-REM sleep was increased after exposure to "handset-like" EMF but not after continuous wave EMF exposure. In this project we want to validate the previous findings by assessing the dose-response relationship.

Begleitforschung zum Dialog nachhaltiger Mobilfunk

Scientific evaluation of the participation project "Dialogue on sustainable mobile communication"

Prof. Dr. Matthias Haller, Betty Zucker, Katrin Meier / Stiftung Risiko-Dialog, St. Gallen / 1.6.2003 – 30.6.2004

Dieses Projekt untersucht mit einem Fallstudien-Ansatz die verschiedenen Wahrnehmungen, Denkweisen und Kommunikationsmuster der im Bereich Mobilfunk massgeblichen Interessengruppen in der Schweiz.

This research project follows a case-study approach to explore the different perception, thinking and communication patterns of Swiss interest groups participating in the public debate about mobile communication.

Effekte niederfrequenter Signalkomponenten von Handystrahlung auf die Gehirnaktivität

Examination of the effects of low frequency mobile phone emissions on EEG-recorded brain electrical activity

Prof. Dr. Heinz Gregor Wieser, Dr. Jon Dobson / Universitätsspital Zürich, Neurologische Klinik / 1.12.2002 – 30.11.2004

Das Projekt untersucht die Auswirkungen von 2-Hz- und 8-Hz-Magnetfeldern auf die elektrische Aktivität des Gehirns von Epilepsie-Patienten, die eine prächirurgische Untersuchung erfahren, und von freiwilligen Versuchspersonen.

The study examines the effects of 8 Hz and 2 Hz magnetic fields on the brain electrical activity of Mesial Temporal Lobe Epilepsy patients who are undergoing presurgical evaluation via implanted EEG electrodes and normal volunteers with surface electrodes.

Mutagenitätsuntersuchungen von GSM- und UMTS-Feldern mit dem Tradescantia-Kleinkerntest

Tradescantia micronucleus bioassay for detecting mutagenicity of GSM- and UMTS-fields

Dr. Martin Urech, Dr. Hugo Lehmann, Dr. Christina Pickl / puls Umweltberatung, Swisscom, ÖkoTox GmbH / 1.7.2002 – 31.12.2003

Das Ziel des Projekts ist, mithilfe des Mikrokern-Tests an Pollen-Mutterzellen der Zimmerpflanze Tradescantia (Dreimasterblumen oder Gottesaugen) mögliche mutagene Wirkungen von GSM- und UMTS-Feldern zu untersuchen.

The Tradescantia micronucleus bioassay (Trad-MCN) is used to detect possible mutagenic effects of mobile phone electromagnetic fields. Endpoint of the bioassay is the number of micronuclei (MCN) in the meiotic pollen mother cells of the plants.

Einfluss des Darstellungsformats von EMF-Studien auf die Risikoeinschätzung und Bewertung des wissenschaftlichen Gesamtbilds bei Laien *Impact of information frames on laypersons' risk appraisal*

Dr. Andrea T. Thalmann, Dr. Peter M. Wiedemann / Forschungszentrum Jülich / 1.7.2002–31.10.2003

In dieser experimentellen Studie wird der Einfluss des Darstellungsformats von wissenschaftlichen Informationen (Formate: Tabellendarstellung, Listen mit Studienresultaten, Textdarstellung, Sachstandsbeschreibungen) auf die Risikowahrnehmung von Laien untersucht.

In this experimental study the impacts of two different information frames on laypersons' risk appraisal is investigated. Scientific evidence on EMF health risks is given to the study participants in table format (lists of study-findings) or text format (descriptions of the state-of-the art).

Bedingungen der Risikowahrnehmung von Mobilfunk und ihre Abhängigkeit von der Vermittlung verschiedenartigen Wissens *Conditions of risk perception concerning EMF and its dependency on different types of knowledge transfer*

Prof. Dr. Roland Scholz, Dirk Grasmück / ETH Zurich, Umweltnatur- und Umweltozialwissenschaften / 1.1.2002–31.5.2004

Das Projekt untersucht die Wirkung verschiedener Arten der Wissensvermittlung im Bereich Mobilfunk und Gesundheit, insbesondere die alleinige Vermittlung von Wissen über die Technologie und die Vermittlung von Wissen zum Risikokontext.

The project investigates the impacts of different types of knowledge transfer in risk communication on potential mobile technology health risks, as the transfer of "knowledge about the new technology" and the transfer of "knowledge about the risk context".

Ökobilanz Mobilfunksystem UMTS im Hinblick auf öko-effiziente Systeme *Life cycle assessment of the mobile communication system UMTS towards eco-efficient systems*

Dr. Rolf Frischknecht, Markus Stutz, Res Witschi / ESU-services, Uster / 1.8.2001–31.12.2002

Das Projekt ermittelt die umweltbezogene Nachhaltigkeit des UMTS-Mobilfunksystems (Mobiltelefon, Antennen, Basisstationen, Switches, Netzzentralen etc.) unter Berücksichtigung des Lebensweges (Ressourcenentnahme, Herstellung, Betrieb, Demontage und Entsorgung).

The project evaluates the environmental sustainability of the UMTS mobile communication system (mobile phones, antennae, base stations, switches, net centers, et cetera) considering the entire life cycle (resource extraction, construction, operation, dismantling and waste treatment).

Der Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung auf die Entwicklung und Molekularbiologie des Mooses Physcomitrella patens und des Wurms Caenorhabditis elegans *Influence of HF electromagnetic fields on the development and the molecular biology of the moss Physcomitrella patens and the nematode Caenorhabditis elegans*

Prof. Dr. Jean-Pierre Zrýd, Prof. Dr. Farhad Rachidi / Université de Lausanne, Institut d'Ecologie / 1.3.2001–29.2.2004

Das Projekt studiert makroskopische als auch molekulare Wirkungen von schwacher EMF (900 MHz – 1 GHz) auf die genetisch weitgehend erforschten Organismen Physcomitrella patens (Moos) und Caenorhabditis elegans (Nematode).

The project investigates macroscopic and molecular effect of low-level elelctromagnetic fields on the moss Physcomitrella patens and on the nematode Caenorhabditis elegans in the range of 900 MHz – 1 GHz. The biology and genetics of both organisms is well known.

Monitoring von Medienleistungen bei der Thematisierung von EMF-Risiken *Analysing and monitoring print media coverage on EMF-risks*

Dr. Ulrich Gysel, Heinrich Kuhn, Dr. Daniel Perrin, Vinzenz Wyss / Zürcher Hochschule Winterthur / 1.3.2001–31.10.2002

Das Projekt analysiert und interpretiert die Medienleistungen bei der Thematisierung von EMF-Risiken in den Leitmedien der Schweiz im Zeitraum 1995–2002.

The project analysis and interprets the media coverage of EMF risks published in the national daily and weekly newspapers of German-speaking and French-speaking Switzerland in the period between 1995 and 2002.

Elektromagnetische Felder: Risikowahrnehmung, Vertrauen, Konfidenz *Electromagnetic fields – perceived risks, social trust and confidence*

Prof. Dr. Heinz Gutscher, Dr. Michael Siegrist / Universität Zürich, Psychologisches Institut / 1.1.2001–31.12.2002

Das Projekt entwickelt Messmodelle für die zwei Konstrukte «soziales Vertrauen» und «Konfidenz» und prüft deren Bedeutung hinsichtlich der Bereitschaft zur Kooperation (Akzeptanz von Antennen) im angewandten Kontext des EMF Risikomanagements.

Both social trust and confidence have an impact on people's willingness to cooperate (e.g., accept electromagnetic fields). The project develops measures for trust and confidence and tests their impact on the willingness to cooperate in the applied context of EMF risk management.

Auswirkungen elektromagnetischer Felder des Typs GSM auf Schlaf, Schlaf-EEG und regionale Hirndurchblutung *Effects of EMF exposure of type GSM on sleep, sleep EEG and cerebral blood flow*

PD Dr. Peter Achermann / Universität Zürich, Institut für Pharmakologie und Toxikologie / 1.8.2000–31.7.2002

Das Projekt klärt ab, ob eine Exposition des Gehirns gegenüber Handystrahlung vor dem Schlaf ähnliche Auswirkungen hat wie Exposition während des Schlafs. Zudem wird mit einer PET-Studie untersucht, welche Hirnregionen durch lokale EMF-Bestrahlung beeinflusst werden.

The project investigates whether EMF exposure (type GSM-handset) prior to sleep has similar effects as exposure during sleep. With Positron Emission Tomography (PET) the study examines which areas of the brain are most affected by local exposure to EMF.

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*

Prof. Dr. Wolfgang Fichtner, Prof. Dr. Niels Kuster / ETH Zürich, Institut für Integrierte Systeme / 1.9.2001–30.6.2005

Das Projekt erfasst die Feldinhomogenität und bestimmt die Messunsicherheit beim Einsatz von konventionellen EMV-Antennen in Innenräumen, evaluier optimale Antennen und erarbeitet Messvorschriften und -empfehlungen zuhanden nationaler und internationaler Behörden.

The project assesses the field inhomogeneities and uncertainties of conventional antennae used for measuring EMF in natural indoor-environments, evaluates optimal antennae, and defines robust measurement standards and measurement guidelines for indoor measurements.

Ein ferromagnetischer Wirkmechanismus für biologische Effekte hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung
A ferromagnetic transduction mechanism for radio frequency bioeffects

Prof. Dr. Heinz Gregor Wieser, Dr. Jon Dobson / Universitätsspital Zürich, Neurologische Klinik / 1.1.2001–31.12.2002

Das Projekt untersucht mit Hilfe von Bakterienkulturen *M. magnetotacticum*, deren Magnetitstrukturen denjenigen im menschlichen Gewebes ähnlich sind, ob Ferromagnetismus athermische Wirkungen schwacher elektromagnetischer Felder (GSM) auf Zellen erklären kann.

The project aims to use novel model systems to experimentally examine the effects of RF emissions from cellular telephones (GSM) on biogenic magnetite in living cells (magnetotactic bacteria), and to verify or refute by experiment the theoretical models of ferromagnetic transduction.

Publikationen | Publications

2018

Lienert P., Sütterlin B., Siegrist M. (2018): Public acceptance of high-voltage power lines: The influence of information provision on undergrounding. *Energy Policy*, 112, 305–315. Peer reviewed

Mattsson M.-O., Zeni O., Simkó M. (2018): Is there a biological basis for therapeutic applications of millimetre waves and THz waves? *J Infrared Millil Terahz Waves*, doi.org/10.1007/s10762-018-0483-5. Peer reviewed

Waszak S.M. et al. (2018): Spectrum and prevalence of genetic predisposition in medulloblastoma: a retrospective genetic study and prospective validation in a clinical trial cohort. *Lancet Oncol.* Epub ahead of print. doi: 10.1016/S1470-2045(18)30242-0. Peer reviewed

2017

Dürrenberger G., Högg R., Holenstein M. (2017): Divergierende Risikobewertungen. Sicherheitsforum, 6, 17, 54–57.

Dürrenberger G., Leuchtmann P., Röösli M., Siegrist M., Sütterlin B. (2017): EMF von Stromtechnologien – Fachliteratur-Monitoring; Statusbericht 2017. Publikation 291030. BFE, Bern.

Frohlich J., Zahner M., Dürrenberger G. (2017): Magnetic field exposure to wireless charging stations for mobile phones. *Bioelectromagnetics*, September 2017, DOI: 10.1002/bem.22087.

Högg R., Dürrenberger G. (2017): Divergierende Risikobewertungen im Bereich Mobilfunk. Aktenzeichen / FKZ BFS AG-F 3 – 03776 / FM 8865. BFS, München und Stiftung Risiko-Dialog St. Gallen.

Leuchtmann P., Dürrenberger G. (2017): Welche Strahlen sind gefährlich? In: *Solarpreis 2017*, S. 34. Solar Agentur Schweiz (SAS), St. Gallen.

Lienert P. (2017): Public acceptance of high-voltage power lines in the context of the Swiss energy transition: The influence of information and affect. Diss ETH No. 24 318. ETH Zürich. Peer reviewed

Lienert P., Sütterlin B., Siegrist M. (2017): The influence of high-voltage power lines on the feelings evoked by different Swiss surroundings. *Energy Research & Social Science*, 23, 46–59. Peer reviewed

Roser K., Schoeni A., Struchen B., Zahner M., Eeftens M., Fröhlich J., Röösli M. (2017): Personal radiofrequency electromagnetic field exposure measurements in Swiss adolescents. *Environment International*, 99, 303–314. Peer reviewed

Sagar S., Dongus S., Schoeni A., Roser K., Eeftens M., Struchen S., Foerster M., Meier N., Adem S., Röösli M. (2017): Radiofrequency electromagnetic field exposure in everyday microenvironments in Europe: a systematic literature review. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, Epub ahead of print. Peer reviewed

Zahner M., Fröhlich J., Dürrenberger G. (2017): Energieeffizienz und EMF-Immissionen von integrier-

ten Induktionsladestationen. Publikation SI/501312. BFE, Bern.

2016

Dürrenberger G. (2016): Gesundheitliche Risiken von Mobilfunkstrahlung? *IT-Security*, 3, 16, 35–37.

Dürrenberger G. (2016): Kriechströme – Stand des Wissens. *FSM*, Zürich. DOI: 10.13140/RG.2.1.2312.8722

Dürrenberger G., Leuchtmann P., Röösli M., Siegrist M., Sütterlin B. (2016): EMF von Stromtechnologien – Fachliteratur-Monitoring; Statusbericht 2016. Publikation 291030. BFE, Bern.

Fahmideh M.A., Lavebratt C., Schüz J., Röösli M., Tynes T., Grotzer M.A., Johansen C., Kuehni C.E., Lanner B., Prochazka M., Schmidt L.S., Feychtig M. (2016): Common genetic variations in cell cycle and DNA repair pathways associated with pediatric brain tumor susceptibility. *Oncotarget*, epub ahead of print. Peer reviewed

Parham F., Portier C.J., Chang X., Mevissen M. (2016): The Use of signal-transduction and metabolic pathways to predict human disease targets from electric and magnetic fields using in vitro data in human cell lines. *Frontiers in Public Health*, 4, article 193. Download. Peer reviewed

Roser K., Schoeni A., Röösli M. (2016): Mobile phone use, behavioural problems and concentration capacity in adolescents: a prospective study. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 219, 759–769. Peer reviewed

Simko M., Remondini D., Zeni O., Scarfi R. (2016): Quality Matters: Systematic analysis of endpoints related to "Cellular Life" in vitro data of radiofrequency electromagnetic field exposure. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 13, 701; doi: 10.3390/ijerph13070701. Peer reviewed

Tettamanti G., Xiaochen S., Fahmideh M.A., Schüz J., Röösli M., Tynes T., Grotzer M.A., Johansen C., Klaeboe L., Kuehni C.E., Lanner B., Schmidt L.S., Vienneau D., Feychtig M. (2016): Prenatal and postnatal medical conditions and the risk of brain tumors in children and adolescents: an international multicenter case-control study. *Cancer, Epidemiology, Biomarkers and Prevention*, published online first, DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-16-0451. Peer reviewed

Vienneau D., Infanger D., Feychtig M., Schüz J., Samsø Schmidt L., Harbo Poulsen A., Tettamanti G., Klæboe L., Kuehni C.E., Tynes T., Von der Weid N., Lanner B., Röösli M. (2016): A multinational case-control study on childhood brain tumours, anthropogenic factors, birth characteristics and prenatal exposures: a validation of interview data. *Cancer Epidemiology*, 40, 52–59. Peer reviewed

2015

Dürrenberger G., Leuchtmann P., Röösli M., Siegrist M., Sütterlin B. (2015): Fachliteratur-Monitoring –

EMF von Stromtechnologien; Statusbericht 2015. Publikation 291030. BFE, Bern.

Electrosuisse, FSM (Hrsg., 2015): Spannungsfelder – Elektromagnetische Felder. Electrosuisse und FSM, Fehrlitorf und Zürich.

Fahmideh M.A., Lavebratt C., Schüz J., Röösli M., Tynes T., Grotzer M.A., Johansen C., Kuehni C.E., Lanner B., Prochazka M., Schmidt L.S., Feychtig M. (2015): CCDC26, CDKN2BAS, RTEL1, and TERT polymorphisms in pediatric brain tumor susceptibility. *Carcinogenesis*, 36, 8, 876–882. Peer reviewed

Lienert P., Sütterlin B., Siegrist M. (2015): Public acceptance of the expansion and modification of high-voltage power lines in the context of the energy Transition. *Energy Policy*, 87, 573–583. Peer reviewed

Lustenberger C., Murbach M., Tüshaus L., Wehrle F., Kuster N., Achermann P., Huber R. (2015): Inter-individual and intra-individual variation of the effects of pulsed RFEMF exposure on the human sleep EEG. *Bioelectromagnetics* 36, 3, 169–177. Peer reviewed

Lustenberger C., Wehrle F., Tüshaus L., Achermann P., Huber R. (2015): The multidimensional aspects of sleep spindles and their relationship to word-pair memory consolidation. *Sleep* 2015, 38, 7, 1093–103. Peer reviewed

Roser K., Schoeni A., Bürgi A., Röösli M. (2015): Development of an RF-EMF exposure surrogate for epidemiologic research. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22, 12, 5, 5634–5656. Peer reviewed

2014

Beyer C., Christen P., Jelesarov I., Fröhlich J. (2014): Real-time assessment of possible electromagnetic-field-induced changes in protein conformation and thermal stability. *Bioelectromagnetics*, doi: 10.1002/bem.21865. Peer reviewed

Dürrenberger G. (2014) (Hrsg.): Elektromagnetische Felder im Spannungsfeld zwischen Wissenschaft und Politik. Zürich: *FSM*.

Dürrenberger G., Fröhlich J., Leuchtmann P. (2014): Wireless Power Transfer für Elektrofahrzeuge – eine Literaturstudie. *BAFU*, Bern.

Dürrenberger G., Fröhlich J., Röösli M., Mattsson M.O. (2014): EMF monitoring – concepts, activities, gaps and options. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11, accepted, forthcoming. Peer reviewed

Hug K., Achermann P., Dürrenberger G., Kuster N., Mevissen M., Schär P., Röösli M. (2014): Beurteilung der Evidenz für biologische Effekte schwacher Hochfrequenzstrahlung. Bericht z.H. *BAFU*. Swiss TPH, Basel.

Lustenberger C., O'Gorman R., Pugin F., Tüshaus L., Wehrle F., Achermann P., Huber R. (2014): Sleep spindles are related to schizotypal personality traits and thalamic glutamine/glutamate in healthy

- subjects, in: *Schizophrenia Bulletin* July 29, 2014.
Peer reviewed
- Shu X., Prochazka M., Lannering B., Schüz J., Röösli M., Tynes T., Kuehni C. E., Andersen T.V., Infanger D., Schmidt L.S., Poulsen A.H., Klaeboe L., Eggen T., Feychtung M.** (2014): Atopic conditions and brain tumor risk in children and adolescents – an international case-control study (CEFALO). *Annals of Oncology*, doi:10.1093/annonc/mdu048.
Peer reviewed
- 2013**
- Andersen T.V., Schmidt L.S., Poulsen A.H., Feychtung M., Röösli M., Tynes T., Aydin D., Prochazka M., Lannering B., Klaeboe L., Eggen T., Kuehni C.E., Schmiegelow K. and Schüz J.** (2013): Patterns of exposure to infectious diseases and social contacts in early life and risk of brain tumours in children and adolescents: an international case-control study (CEFALO). *British Journal of Cancer* (2013), 1–8 | doi: 10.1038/bjc.2013.201. Peer reviewed
- Beyer C.H., Christen P., Jelezarov I., Fröhlich J.** (2013): Experimental system for real-time assessment of potential changes in protein conformation induced by electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics* 34, 419–428. Peer reviewed
- Dürrenberger G.** (2013): EMF-Risikokommunikation. Herausforderung und Chance für die Strombranche. *Bulletin*, 7/2013, 25–29.
- Gosselin M.C., Kühn S., Kuster N.** (2013): Experimental and numerical assessment of low-frequency current distributions from UMTS and GSM mobile phones. *Physics in Medicine and Biology* 58, 8339–8357. Peer reviewed
- Lustenberger C., Murbach M., Dürr R., Schmid M.R., Kuster N., Achermann P., Huber R.** (2013): Stimulation of the brain with radiofrequency electromagnetic field pulses affects sleep-dependent performance improvement. *Brain Stimulation* 6, 805–811.
Peer reviewed
- Plückers C., Dürrenberger G.** (2013): Ausbau der Stromnetze, eine gesellschaftliche Herausforderung. *EMF-Spektrum*, 1/2013, 17–19.
- Wiedemann P., Boerner F., Dürrenberger G., Estenberg J., Kandel S., van Rongen E., Vogel E.** (2013): Supporting non-experts in judging the credibility of risk assessments. *Science of the Total Environment*, 463–464, 624–630. Peer reviewed
- 2012**
- Aydin D., Feychtung M., Schüz J., Röösli M.** (2012a): Childhood brain tumours and use of mobile phones: comparison of a case-control study with incidence data. *Environmental Health* 11, 35. Commentary.
Peer reviewed
- Aydin D., Feychtung M., Schüz J., Röösli M.** (2012c): Response. *Journal of the National Cancer Institute*, commentary 104 (8), 635, first published online April 5, 2012, doi:10.1093/jnci/djs144.
- Aydin D., Feychtung M., Schüz J., Röösli M.** (2012d): Response. *Journal of the National Cancer Institute*, commentary 104 (8), 637–638, first published online April 5, 2012, doi:10.1093/jnci/djs147.
- Aydin D., Röösli M.** (2012b): Mobiltelefongebrauch und Hirntumorrisko bei Kindern und Jugendlichen – die CEFALO-Studie, *EMF Spektrum* 1, 11–15.
Peer reviewed
- Christensen J.S., Mortensen L.H., Röösli M., Feychtung M., Tynes T., Andersen T.V., Schmidt L.S., Poulsen A.H., Aydin D., Kuehni C.E., Prochazka M., Lannering B., Klaeboe L., Eggen T., Schüz J.** (2012): Brain tumors in children and adolescents and exposure to animals and farm life: a multicenter case-control study (CEFALO). *Cancer Causes Control* 23, 1463–1473. Peer reviewed
- Dahinden U., Aschwanden M., Bauer L.** (2012): Verpasste Chancen? Altersspezifische digitale Ungleichheiten bei der Nutzung von Mobilkommunikation und Internet. *Churer Schriften zur Informationswissenschaft – Schrift* 56, Herausgegeben von Wolfgang Semar und Brigitte Lutz, Chur, ISSN 1660-945X.
- Dürrenberger G.** (2012): NIR-Monitoring in Europe. Short Report on Country Activities. *EMF-Spektrum* 2, 32–35.
- Dürrenberger G., Bürgi A., Frey P., Fröhlich J., Kühn S., Kuster N., Lauer O., Röösli M.** (2012a): NIS-Monitoring Schweiz: eine Konzept- und Machbarkeitsstudie. *EMF-Spektrum* 2, 32–35.
- Dürrenberger G., Conrad G.** (2012b): Exposition durch Mobiltelefone – neueste Erkenntnis. *EMF-Spektrum* 2, 32–35.
- Lustenberger C., Maric A., Dürr R., Achermann P., Huber R.** (2012): Triangular relationship between sleep spindle activity, general cognitive ability and the efficiency of declarative learning. *PLoS ONE* 7 (11): e49561. doi: 10.1371/journal.pone.0049561.
Peer reviewed
- Waller G., Süss D.** (2012): Handygebrauch der Schweizer Jugend: Zwischen engagierter Nutzung und Verhaltenssucht. *Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaft*, Zürich.
- 2011**
- Aydin D., Feychtung M., Schüz J., Andersen T.V., Poulsen A.H., Prochazka M., Klaeboe L., Kuehni C.E., Tynes T., Röösli M.** (2011b): Impact of random and systematic recall errors and selection bias in case-control studies on mobile phone use and brain tumors in adolescents (CEFALO Study). *Bioelectromagnetics* 32, 5, 396–407. Peer reviewed
- Aydin D., Feychtung M., Schüz J., Andersen T.V., Poulsen A.H., Prochazka M., Klaeboe L., Kuehni C.E., Tynes T., Röösli M.** (2011a): Predictors and overestimation of recalled mobile phone use among children and adolescents (CEFALO Study). *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 107/11, 356–361.
Peer reviewed
- Aydin D., Feychtung M., Schüz J., Tynes T., Andersen T.V., Samsø Schmidt L., Poulsen A.H., Johansen C., Prochazka M., Lannering B., Klaeboe L., Eggen T., Jenni D., Grotzer M., von der Weid N., Kuehni C.E., Röösli M.** (2011c): Mobile phone use and risk of brain tumours in children and adolescents: a multicenter case-control study (CEFALO). *Journal of the National Cancer Institute* 103, 1264–1276.
Peer reviewed
- Bauer L., Dahinden U., Aschwanden M.** (2011): Verpasste Chancen? Altersspezifische digitale Ungleichheiten bei der Nutzung von Mobilkommunikation, in: *Studies in Communication Sciences* 11/1, 225–259.
Peer reviewed
- Dürrenberger G., Hillert L., Kandel S., Oftedal G., Rubin G.J., van Rongen E., Vogel E.** (2011): Intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF) or 'electromagnetic hypersensitivity', COST BM0704 Factsheet.
- Riederer M., Dürrenberger G.** (2011): LTE: Funktechnik, Messtechnik, Regulation. *EMF-Spektrum* 1, 17–19.
- Röösli M., Frei P., Bolliger-Salzmann H., Barth J., Hlavica M., Huss A.** (2011a): Umweltmedizinisches Beratungsnetzwerk von Hausärzten: ein Schweizer Pilotprojekt. In: *Umweltmedizin in Forschung und Praxis* 16, 3, 123–132. Peer reviewed
- Röösli M., Frei P., Bolliger-Salzmann H., Barth J., Hlavica M., Huss A.** (2011b): Erkenntnisse aus der Pilotphase des umweltmedizinischen Beratungsnetzwerkes. *Oekoskop* 2/11, 16–18.
- Röösli M., Frei P., Bolliger-Salzmann H., Barth J., Hlavica M., Huss A.** (2011c): Umweltmedizinische Beratungsstruktur im Praxisalltag: Machbarkeit, Bedarf und Nutzen. Begleitstudie. *Swiss TPH*, Basel.
- Wiedemann P., Dürrenberger G.** (2011): Science Communication: Using heuristics for informing lay people about risk assessments. *33rd Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society (BEMS)*, Halifax, Canada.
- 2010**
- Beyer Ch., Jelezaro I., Christen P., Fröhlich J.** (2010a): Thermosensor protein GrpE of the heat shock protein Hsp70 system as target for electromagnetic fields. *32nd Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society (BEMS)*, Soul, South Korea.
- Beyer Ch., Jelezaro I., Christen P., Fröhlich J.** (2010b): Assessment of potential EMF induced conformational changes of thermosensor protein GrpE of *E. coli*. *Meeting of the European Bioelectromagnetics Association (EBEA)*, pp. 122–123, Bordeaux, France.
- Cousin M.E., Siegrist M.** (2010a): The public's knowledge of mobile communication and its influence on base station siting preferences. *Health, Risk & Society* 12, 3, 231–250. Peer reviewed
- Cousin M.E., Siegrist M.** (2010b): Risk perception of mobile communication: a mental models approach. *Journal of Risk Research* 13, 5, 599–620.
Peer reviewed
- Dürrenberger G.** (2010a): EMF-Risikoforschung: «Must» oder «nice-to-have»? *EMF-Spektrum* 1, 26–27.
- Dürrenberger G.** (2010b): Die Interphone-Studie. *Frequenz* 10. Forum Mobil, Bern.
- Focke F., Schuermann D., Kuster N., Schär P.** (2010): DNA fragmentation in human fibroblasts under extremely low frequency electromagnetic field exposure. *Mutation Research* 683, 1–2, 74–83.
Peer reviewed
- Kühn S., Kuster N.** (2010): Evaluation of measurement techniques to show compliance with rf safety limits in heterogeneous field distributions. *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility* 52, 4, 820–828.
Peer reviewed
- Neubauer G., Cecil S., Giczi W., Petric B., Preiner P., Fröhlich J., Röösli M.** (2010): The association between exposure determined by radiofrequency

personal exposimeters and human exposure: a simulation study. *Bioelectromagnetics* 31, 7, 535–545. 

2009

Beyer Ch., Jelezarov I., Christen P., Fröhlich J. (2009): Thermosensor protein GRPE of the heat shock protein hsp70 system as target for electromagnetic fields. Joint Meeting of the Bioelectromagnetics Society (BEMS) and the European BioElectromagnetics Association (EBEA) – BioEM09, Davos, Switzerland.

Dürrenberger G. (2009): Wieviel Wissen braucht Risikokommunikation? FGF-Newsletter 17, 3, 29–33.

Dürrenberger G., Klaus, G. (2009): Netzrückwirkungen von Energiesparlampen. BFE, Programm Elektrizität, Bern.

Kühn S. (2009): EMF Risk Assessment: Exposure assessment and compliance testing in complex environments. Diss. ETH Zürich, # 18 637. 

Rohner N., Boutellier R. (2009): Diffusion of wireless communication technologies and technological lock-in. 20th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility, January 12–16, Zurich.

2008

Beyer Ch., Jelezarov I., Fröhlich J. (2008): Real-time observation of potential conformational changes of proteins during electromagnetic field exposure, 30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBS). pp. 939–942, Vancouver CA.

Cousin M.E. (2008): Public's perception of mobile communication and the associated health hazard. PhD, ETH Zurich.

Cousin M.E., Siegrist M. (2008): Laypeople's health concerns and health beliefs in regard to risk perception of mobile communication. *Human and Ecological Risk Assessment* 14, 1235–1249. 

Moquet J., Ainsbury E., Bouffler S., Lloyd D. (2008): Exposure to low level GSM 935 MHz radiofrequency fields does not induce apoptosis in proliferating or differentiated murine neuroblastoma cells. *Journal of Radiation Protection Dosimetry* 131, 3, 287–96. 

Neubauer G. et al. (2008): Evaluation of the correlation between RF exposimeter reading and real human exposure. BEMS 30th Annual Meeting, June 8–12, San Diego, California.

2007

Baumann P., Stärk K. (2007): Exposure assessment for epidemiological studies in livestock: Measurement campaigns and simulations, in: 17th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2007, Munich, September 24–28.

Kühn S., Kramer A., Sepan P., Kuster N. (2007): Evaluation of measurement techniques to show compliance with RF safety limits in heterogeneous field distributions. The Bioelectromagnetics Society, 29th Annual Meeting, Abstract Collection, 318–320.

Lagroye I., Haro E., Ladevèze E., Billaudel B., Taxile M., Veyret B. (2007b): Effects of GSM-1800 exposure

on radical stress in rat brain. 8th International Congress of the European BioElectromagnetics Association, Bordeaux, France (Abstract book).

Lagroye I., Haro E., Ladevèze E., Madelon C., Billaudel B., Taxile M., Veyret B. (2007a): Effects of mobile telephony signals exposure on radical stress in the rat brain. in: 29th Annual Technical Meeting of the Bioelectromagnetics Society, Kanazawa, Japan (Abstract book).

Meier K., Zucker B., Cerf F. (2007): An integrated model of EMF risk debate, in: 17th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2007, Munich, September 24–28.

Neubauer G. et al. (2007b): Evaluation of the correlation between RF exposimeter reading and real human exposure, in: 17th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2007, Munich, September 24–28.

Neubauer G., Feychtung M., Hamnerius Y., Kheifets L., Kuster N., Ruiz I., Schüz J., Überbacher R., Wiart J., Röösli M. (2007a): Feasibility of future epidemiological studies on possible health effects of mobile phone base stations. *Bioelectromagnetics* 28, 224–230. 

Regel S.J., Tinguey G., Schuderer R., Adam M., Kuster N., Landolt H.P., Achermann P. (2007): Pulsed radio-frequency electromagnetic fields: dose-dependent effects on sleep, the sleep EEG and cognitive performance. *Journal of Sleep Research* 16, 253–258. 

Rohner N., Boutellier R. (2007): Technological lock-in effects: A new challenge for RF health risk management?, in: 17th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2007, Munich, September 24–28.

Röösli M. (2007): Errors in epidemiological exposure assessment: Implications for study results, in: 17th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2007, Munich, September 24–28.

Siegrist M., Cousin M.E. (2007): Laypeople's knowledge about mobile communication, in: 17th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2007, Munich, September 24–28.

2006

Feychtung M. (2006): CEFALO – a case-control study of brain tumours in children and adolescents and mobile phone use. Joint Conference of the International Society for Environmental Epidemiology (ISEE) and the International Society for Exposure Assessment (ISEA), September 2–6, 2006, Paris (Abstract book).

Regel S.J., Negovetic S., Röösli M., Berdiñas V., Schuderer J., Huss A., Lott U., Kuster N., Achermann P. (2006): UMTS base station-like exposure, well being and cognitive performance, in: EHP 2006, 114, 1270–1275. 

Röösli M., Feychtung M., Hamnerius Y., Kheifets L., Kuster N., Ruiz I., Schüz J., Wiart J., Neubauer G. (2006a): Feasibility of future epidemiological studies on possible health effects of mobile phone base stations. Joint Conference of the International Society for Environmental Epidemiology (ISEE) and the International Society for Exposure Assessment (ISEA), September 2–6, 2006, Paris (Abstract book).

September 2–6, 2006, Paris, in: Epidemiology 17, 6, 74.

Röösli M., Feychtung M., Hamnerius Y., Kheifets L., Kuster N., Ruiz I., Schüz J., Wiart J., Neubauer G. (2006b): Feasibility of future epidemiological studies on possible health effects of mobile phone base stations. Joint Conference of the International Society for Environmental Epidemiology (ISEE) and the International Society for Exposure Assessment (ISEA), September 2–6, 2006, Paris (Abstract book).

Wiedemann P., Thalmann A.T., Grutsch M.A., Schütz H. (2006): The impacts of precautionary measures and the disclosure of scientific uncertainty on EMF risk perception and trust, in: Journal of Risk Research 9, 4, 361–372. 

Wolf M., Haensse D., Morren G., Froehlich, J. (2006): Do GSM 900MHz signals affect cerebral blood circulation? A near-infrared spectrophotometry study, in: Optics Express, 14:6128–6141. 

2005

Dürrenberger G. (2005): New study on effects of UMTS signals on human well-being and cognition, in: ERCIM-News, 60, 72–73.

Huber R., Treyer V., Schuderer J., Buck A., Kuster N., Landolt H.P., Achermann P. (2005): Exposure to pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields affects regional cerebral blood flow, in: European Journal of Neuroscience 21, 1000–1006. 

Neubauer G., Röösli M., Feychtung M., Hamnerius Y., Kheifets L., Kuster N., Ruiz I., Schüz J. and Wiart J. (2005a): Study on the feasibility of future epidemiological studies on health effects of mobile telephone base stations: dosimetric criteria for an epidemiological base station study. Abstract submitted to WHO meeting on Base Stations Geneve 2005.

Neubauer G., Röösli M., Feychtung M., Hamnerius Y., Kheifets L., Kuster N., Ruiz I., Schüz J., Überbacher R., Wiart J. (2005b): Study on the feasibility of epidemiological studies on health effects of mobile telephone base stations. Final Report. March 2005, Austrian Research Center Seibersdorf, ARC-IT-0124.

Siegrist M., Earle T.C., Gutscher H., Keller C. (2005): Perception of mobile phone and base station risks, in: Risk Analysis 25, 5, 1253–1264. 

Thalmann A.T. (2005): Risiko Elektrosmog. Wie ist Wissen in der Grauzone zu kommunizieren? Psychologie, Forschung, aktuell, Band 19, Weinheim: Beltz Verlag.

2004

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

Dürrenberger G. (2004b): Elektrosmog im Alltag: Elektromagnetische Felder erkennen und vermindern. Umweltfachstelle Stadt St. Gallen, St. Gallen.

Dürrenberger G. (2004c): Replikation und Erweiterung der TNO-Studie in der Schweiz, in: FGF-Newsletter, 3/2004, 70–72.

- Dürrenberger G., Kastenholz H.** (2004a): Communication with the media and the public, in: Mobile health and the environment: Resolving mobile health and the environment issues with corporate social responsibility, Risk Perception and Communication, IBC London, March 16–17, 2, 1–11.
- Dürrenberger G., Klaus G.** (2004d): EMF von Energiesparlampen: Feldmessungen und Expositionabschätzungen mit Vergleich zu anderen Quellen im Alltag. BFE, Programm Elektrizität. Bern.
- Faist Emmenegger M., Frischknecht R., Stutz M., Guggisberg M., Witschi R., Otto T.** (2004): Life cycle assessment of the mobile communication system UMTS towards eco-efficient systems, in: Int J LCA 2004, OnlineFirst. Peer reviewed
- Faist Emmenegger M., Frischknecht R., Stutz M., Guggisberg M., Witschi R., Otto T.** (2004): Ökobilanz deckt Optimierungspotenzial auf, in: Umwelt Focus 1, 35–37.
- Gutscher H., Siegrist M.** (2004): The need for a climate of trust, in: Mobile health and the environment: Resolving mobile health and the environment issues with corporate social responsibility, Risk Perception and Communication, IBC London, March 16–17, 3, 1–5.
- Meier K., Zucker B., Erifilidis E.** (2004): Mobilkonflikt, Begleitstudie zum Dialog über einen nachhaltigen Mobilfunk in der Schweiz, in: riskDOK 2.
- Neubauer G., Röösli M., Feyching M., Hammerius Y., Kheefis L., Kuster N., Schüz J. and Wiart J.** (2004): Feasibility of future epidemiological studies on possible health effects of mobile phone base stations in: BEEMS 2004 Washington DC (Abstract CD).
- Thalmann A.T.** (2004a): Communication des incertitudes: Le cas «téléphonie mobile et les risques sanitaires», in: Ligeron J.C. (eds.): Congrès Lambda Mu 14 «Risques & Opportunités» (Abstract Band 3). Bourges, October 11–13, 810–815.
- Thalmann A.T.** (2004b): Risiko Elektrosmog: Wie ist Unsicherheit zu kommunizieren?, in: Eikmann T. (Hrsg.): Gemeinsame Konferenz der International Society of Environmental Medicine und der Gesellschaft für Hygiene und Umweltmedizin, 3.–5. Oktober 2004, Halle/Saale. Umweltmedizin in Forschung und Praxis 9, Nr. 4, 202.
- Thalmann A.T.** (2004c): Verständlichkeit von EMF-Broschüren. Wie Informationen von Laien verstanden und bewertet werden, in: FGF-Newsletter 1, 48–51.
- Verschueren S., Wieser H.G., Dobson, J.** (2004): Preliminary analysis of the effects of DTX mobile phone emissions on the human EEG, in: Proceedings of the 3rd International Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields 2004, Kos, Greece (Ed. P. Kostarakis), 704–712.
- Zrýd J.P., Alasonati E., Goloubinoff P., Saidi Y., Zweiacker P., Rachidi F.** (2004): 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.
- Zucker B., Meier K.** (2004): Zwischen Vorsorge und Versorgung, in: Neue Zürcher Zeitung 189, 8.
- 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: 15th International Zurich Symposium and Technical Exhibition on Electromagnetic Compatibility 2003, Zurich, February 18–20, 289–292.
- Alasonati E., Comino E., Giudice A., Ianoz M., Rachidi F., Saidi Y., Zrýd J.P., Zweiacker P.** (2003b): 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: 15th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2003, Zurich, February 18–20, 297–299.
- Alasonati E., Comino E., Ianoz M., Korovkin N., Rachidi F., Saidi Y., Zrýd J.P., Zweiacker P.** (2003a): Fractal dimension: a method for the analysis of the biological effects of electromagnetic fields, in: 5th International Symposium on Electromagnetic Compatibility and Electromagnetic Ecology, St. Petersburg, Russia, September, 405–407.
- Cranfield C., Wieser H.G., Al Madden J., Dobson J.** (2003b): Evaluation of ferromagnetic transduction mechanisms for mobile phone bioeffects, in: IEEE Transactions on NanoBioscience 2, 40–43. Peer reviewed
- Cranfield C., Wieser H.G., Dobson J.** (2003a): Exposure of magnetic bacteria to simulated mobile phone-type RF radiation has no impact on mortality, in: IEEE Transactions on NanoBioscience 2, 146–149. Peer reviewed
- Dobson J., Cranfield C.G., Al Madden J., Wieser H.G.** (2003): Cell mortality in magnetite-producing bacteria exposed to GSM radiation, in: 15th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2003, Zurich, February 18–20, 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.
- 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. Peer reviewed
- Kramer A., Nikoloski N., Kuster N.** (2003): Analysis of indoor RF-field distribution, in: 15th International Zurich Symposium and Technical Exhibition on Electromagnetic Compatibility 2003, Zurich, February 18–20, 305–306.
- Lehmann H., Urech M., Pickl C.** (2003): Tradescantia micronucleus bioassay for detecting mutagenicity of GSM-fields, in: 15th International Zurich Symposium and Technical Exhibition on Electromagnetic Compatibility 2003, Zurich, February 18–20, 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, 22.
- 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. Peer reviewed
- 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, 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, 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 12th SRA Europe Annual Meeting 2002 of Society for Risk Analysis, Berlin, July 21–24, 62–63.
- 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. Peer reviewed
- 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. Peer reviewed
- 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 12th SRA Europe Annual Meeting 2002 of Society for Risk Analysis, Berlin, July 21–24, 26–27.
- Siegrist M., Earle T.C., Gutscher H.** (2002b): 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, 79.
- Siegrist M., Earle T.C., Gutscher H.** (2002c): Trust and confidence in the applied field of EMF, in: 6th Alpe Adria Conference of Psychology, Rovereto, October 3–5, 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 12th SRA Europe Annual Meeting 2002 of Society for Risk Analysis, Berlin, July 21–24, 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: 14th International Zurich

Symposium on Electromagnetic Compatibility 2001,
Zurich, February 20–22, 175.

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

Dürrenberger G. (2001a): “Sustainable mobile communication” a new institution for research into RF-Risks,
in: 14th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2001, Zurich, February 20–22,
173–174.

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

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

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

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

Zrýd 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: 14th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility 2001, Zurich, February 20–22, 179–180.

Zahlen und Fakten | Facts and Figures

Finanzübersicht | Financial Reporting

	alle Zahlen in CHF / all figures in CHF	
Bilanz / Balance per 31.12.	2017	2016
Aktiven / Assets		
Flüssige Mittel / Cash	821 959	828 213
Forderungen / Accounts receivable	2 278	4 100
Aktive Rechnungsabgrenzung / Accrued Income	900	16 586
Total Aktiven / Total Assets	825 137	848 899
Passiven / Liabilities		
Verbindlichkeiten / Payables	28 224	29 215
Passive Rechnungsabgrenzung / Accrued Expenses ¹	78 720	69 092
Vergabungen nicht zweckgebunden / Project Liabilities ²	240 000	238 500
Fremdkapital / Third-party Liabilities	346 944	336 806
Fonds für Projektvergaben / Reserve Research Fund ³	61 866	95 765
Projekte EMF und NIS / Projects EMF and NIR	6 683	6 683
Fondskapital / Foundation Capital	68 549	102 448
Einbezahltes Stiftungskapital / Paid-up Capital	400 000	400 000
Erarbeitetes Stiftungskapital / Acquired Capital	9 644	-138 137
Jahresergebnis	0	147 781
Eigenkapital / Net Assets	409 644	409 644
Total Passiven / Total Liabilities and Net Assets	825 137	848 899

Erfolgsrechnung / Income and Expenditure Account 01.01.–31.12.

	2017	2016
Ertrag / Income		
Spenden von Unternehmungen / Donations	414 400	416 800
Erträge Science Brunch / Income from Science Branches ⁴	18 388	17 794
Dienstleistungsertrag Forschungsaufträge / Acquired Research Money (Office) ⁵	113 686	144 587
Total Ertrag / Total Income	546 474	579 181
Aufwand / Expenditure		
Finanzierung von freien Forschungsprojekten / Contributions	149 736	150 000
Finanzierung von zweckgeb. Forschungsprojekten / Contributions (committed)	0	0
Bereinigung passivierter Vergabungen / Adjustment of committed Contributions	0	-68 000
Dienstleistungsaufwand Forschungsaufträge / Committed Research (Office) ⁶	59 668	50 444
Lohn- und Sozialversicherungsaufwand / Salaries and Social Insurance Contributions	292 521	295 815
Übriger Personalaufwand / Other Personnel Expenditure	27 271	25 163
Büro und Verwaltungsaufwand / Office Expenditure ⁷	6 179	2 531
Aufwand Geschäftsstelle / Networking Expenditure	2 457	744
Aufwand Stiftungsrat / Expenditure Foundation Board	2 553	2 139
Revision und Stiftungsaufsicht / Auditing	4 372	5 967
Werbung und Öffentlichkeitsarbeit / Public Relation Expenditure ⁸	35 484	48 598
Fondszuwachs freie Fonds / Fund increase (free)	0	68 000
Fondsabbau freie Fonds / Fund decrease (free)	-33 767	-150 000
Fondszuwachs zweckgebundene Fonds / Fund increase (committed)	0	0
Fondsabbau zweckgebundene Fonds / Fund decrease (committed)	0	0
Total Aufwand / Total Expenditure	546 474	431 400
Jahresergebnis / Annual Result	0	147 781

¹ Passivierung für Buchhaltung, Revision, Rechenschaftsbericht 2016 sowie Vorauszahlungen GS-Projekte / Recognition of liabilities for external administration as well as advance payments for the internal projects

² Ausstehende Projektgelder / Liabilities on project funds

³ Reserve Forschungsfonds / Reserve research funds

⁴ Spenden Bundesämter CHF 16 000, Teilnahmegebühren / Contribution of the Federal Authorities, participation fees

⁵ Projekte GS / Projects performed by the Administrative Office

⁶ Aufwand/Unterakkordanten für die internen Projekte / Subcontractors/expenses for scientific reviews

⁷ Buchführung, Mitgliederbeiträge, Büromaterial / Bookkeeping, membership fees, office supplies

⁸ Kosten SciBr, Stiftungssessen, Jahresbericht, Website / Events, Foundation Dinner, website

Eckdaten | Key Figures

Geschichte | History

- 19.7.2002 Notarielle Gründung der Forschungsstiftung Mobilkommunikation: Zürich
- 3.10.2002 Konstituierende Stiftungsrats-Sitzung
- 6.1.2003 Handelsregister-Eintrag: Zürich
- 1.1.2003 Beginn 1. Geschäftsjahr
- 3.2.2003 Eintritt Nicole Heuberger
- 14.10.2003 Anpassung Stiftungsreglement
- 1.1.2005 Wechsel Stiftungspräsidium
Beitritt BUWAL und NOKIA
- 10.11.2005 Austritt SES
- 22.2.2006 Beitritt Mobilezone
- 19.9.2006 Austritt Pro Natura
- 10.10.2006 Beitritt Stadt Zürich und EWZ
- 31.12.2006 Austritt Aefu
- 5.1.2007 Neuer Finanzierungsvertrag mit Sponsoren
- 1.7.2007 Eintritt Susanna von Arx
- 28.11.2007 Beitritt Konsumentenforum
- 30.11.2007 Austritt Nicole Heuberger
- 28.1.2008 Beitritt Hasler Stiftung
- 1.2.2008 Anpassung Stiftungsreglement
- 10.6.2009 Beitritt Ingenieur Hospital Schweiz und Schweizer Krebsliga
- 1.7.2010 Eintritt Krisztina Meya
- 31.7.2010 Austritt Susanna von Arx
- 1.2.2012 Wechsel Stiftungspräsidium
- 21.11.2013 Wechsel Stiftungspräsidium
- 1.12.2012 Beitritt VSE
- 28.3.2013 Änderung des Stiftungsnamens in «Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation
- 1.7.2013 Beitritt SATW
- 15.1.2014 Beitritt asut
- 30.9.2014 Beitritt electrosuisse
- 6.10.2014 Beitritt BFE
- 18.3.2015 Beitritt BPUK
- 1.4.2015 Beitritt ESTI
- 31.12.2015 Austritte Sunrise, Enkom
- 1.7.2016 Beitritt Swissgrid
- 31.12.2016 Austritt Salt
- 1.1.2018 Beitritt EnDK

Anpassung Handelsregistereintrag:

10.1.03, 3.3.03, 23.9.3, 12.1.04, 5.11.04, 2.6.05, 21.4.6, 22.3.07, 29.2.08, 7.4.08,
18.2.09, 15.4.10, 31.3.2013, 29.9.2014, 20.06.2018

Abnahme Rechenschaftsablage:

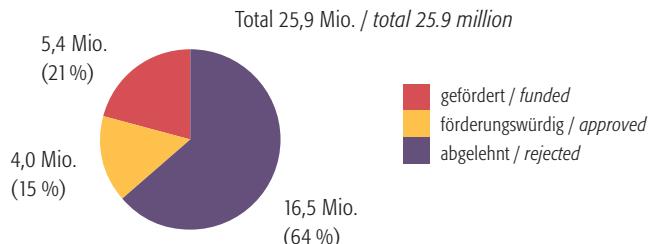
15.7.04, 12.8.05, 19.7.06, 12.7.07, 22.9.08, 30.9.09, 9.12.10, 9.12.2011, 15.1.13, 2.12.13,
23.10.2014, 14.11.16, 10.4.2018

Statistiken | Statistics

Projektanträge 2000 – 2017 | Applicants 2000 – 2017

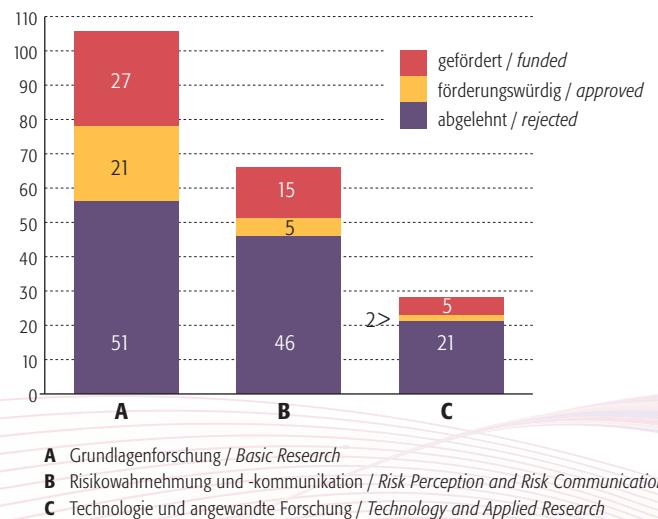
Jahr / Year	Projektanträge / Applicants	Bewilligte Projekte / Granted
2000	20	6
2001	8	2
2002	19	5
2003	27	4
2004	25	4
2005	keine Ausschreibung	no Call for Proposals
2006	24	6
2007	3	3
2008	10	2
2009	12	3
2010	2	1
2011	6	2
2012	6	2
2013	10	2
2014	12	2
2015	4	1
2016	6	1
2017	7	1
Total	200	48

Projektanträge (CHF) 2000 – 2017 | Proposals (CHF) 2000 – 2017



Projektanträge nach Forschungsfeldern 2000 – 2017

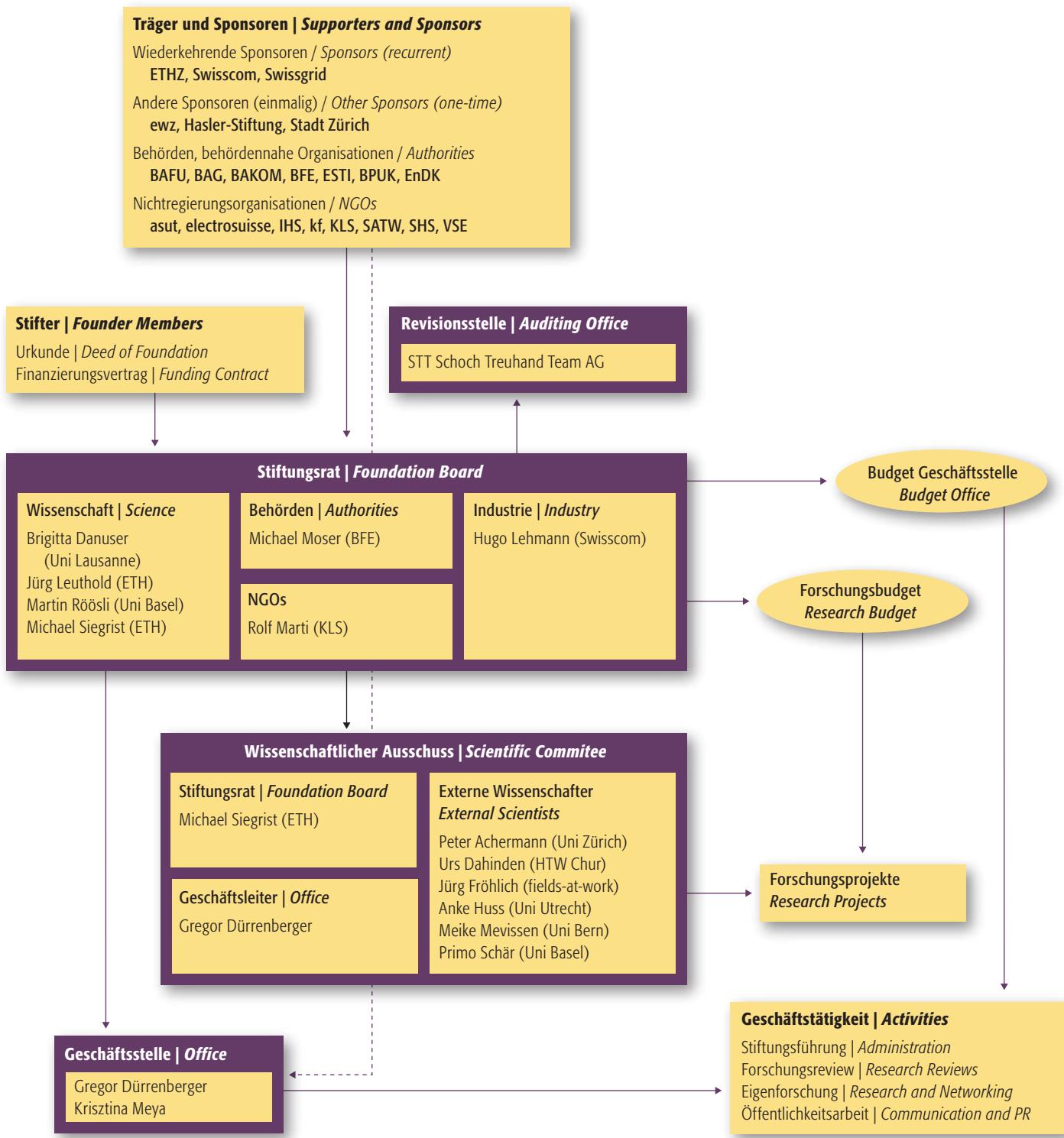
Proposals by Research Area 2000 – 2017





Organigramm | Organisation Chart

Stand 1.1.2018 | Status 1.1.2018



Stiftungsrat | Foundation Board



Prof. Dr. Michael Siegrist (Präsident)

ETH Zurich
Institute for Environmental Decisions (IED)



Prof. Dr. Brigitte Danuser

Université de Lausanne
Institut universitaire romand de santé au travail



Dr. Hugo Lehmann

Swisscom AG
Innovation



Prof. Dr. Jürg Leuthold

ETH Zürich
Institut für elektromagnetische Felder



Dr. Rolf Marti

Krebsliga Schweiz
Stiftung Krebsforschung Schweiz



Dr. Michael Moser

Bundesamt für Energie BFE
Bereichsleiter Elektrizität, Wasserkraft und Kernenergie



Prof. Dr. Martin Röösli

Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut
(Swiss TPH)
Assoziiertes Institut der Universität Basel

Geschäftsstelle | Office



Dr. Gregor Dürrenberger

Leiter der Forschungsstiftung Strom und
Mobilkommunikation



Krisztina Meya

Assistentin der Geschäftsleitung

Wissenschaftlicher Ausschuss | Scientific Committee

**Prof. Dr. Peter Achermann (Vorsitz)**

Universität Zürich

Institut für Pharmakologie und Toxikologie

**Prof. Dr. Urs Dahinden**

HTW Chur

Schweiz.Institut für Informatioinswissenschaft SII

**Dr. Gregor Dürrenberger**

Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation

**Dr. Jürg Fröhlich**

Fields at Work GmbH

**Dr. Anke Huss**

University of Utrecht, The Netherlands

Institute for Risk Assessment Sciences

**Prof. Dr. Meike Mevissen**

Universität Bern, Vetsuisse Fakultät

Abteilung Veterinär-Pharmakologie & Toxikologie

**Prof. Dr. Primo Schär**

Universität Basel

Departement für Biomedizin

**Prof. Dr. Michael Siegrist**

ETH Zurich

Institute for Environmental Decisions (IED)



FSM – Forschungsstiftung
Strom und Mobilkommunikation
FSM – Swiss Research Foundation for
Electricity and Mobile Communication

FSM – Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation
c/o ETH Zürich
Institut für Elektromagnetische Felder (ETZ K89)
Gloriastr. 35
CH-8092 Zürich

FSM – Swiss Research Foundation for Electricity and Mobile Communication
c/o Swiss Federal Institute of Technology (ETH)
Institute of Electromagnetic Fields (ETZ K89)
Gloriastr. 35
CH-8092 Zürich

Tel. +41 44 632 59 78
Fax +41 44 632 11 98
info@emf.ethz.ch
www.emf.ethz.ch

