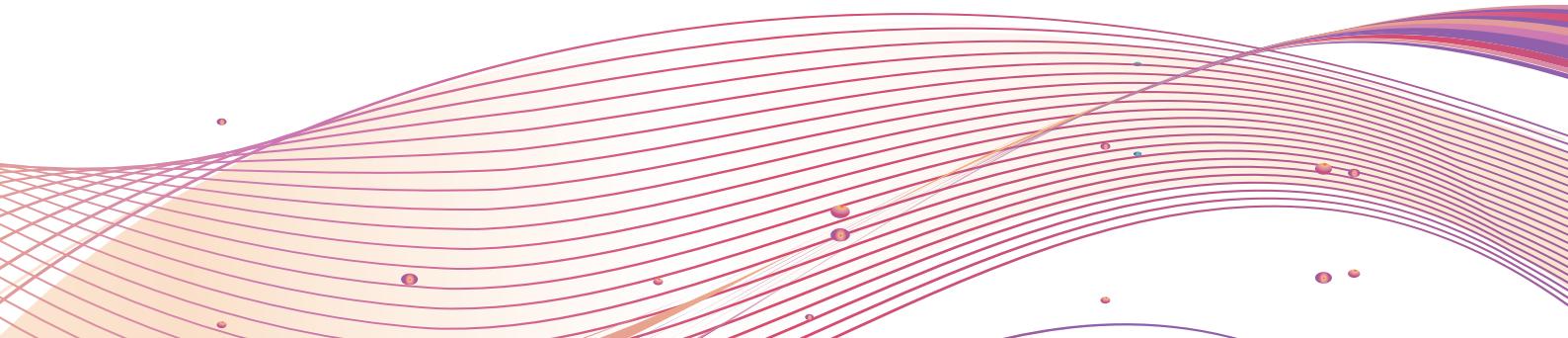
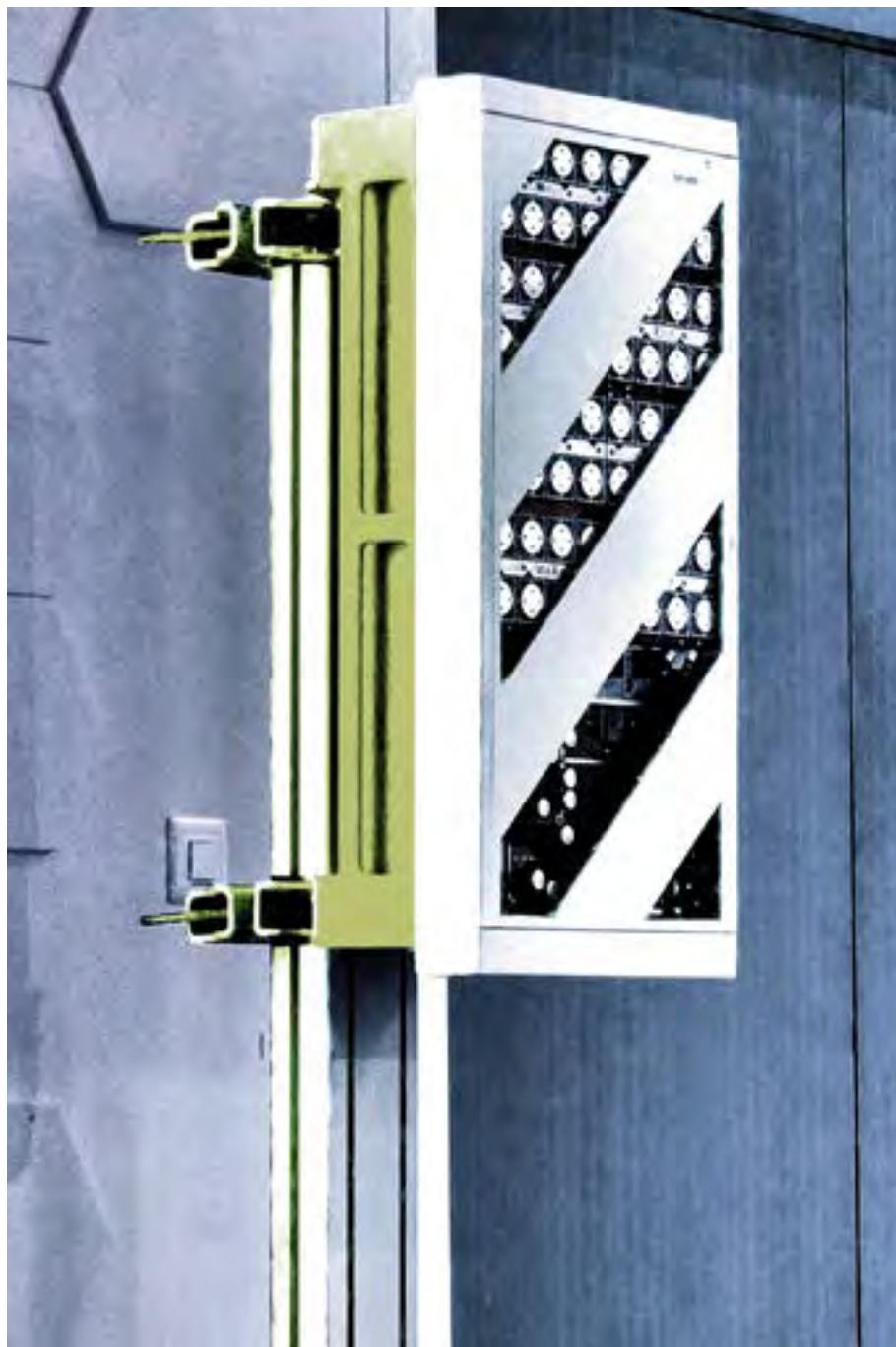




FSM – Forschungsstiftung
Strom und Mobilkommunikation
FSM – Swiss Research Foundation for
Electricity and Mobile Communication

Jahresbericht 2019 Annual Report 2019



Ganzseitige Fotos / Full-Page Photos

Bilder aus Zürich während des Lockdowns im Frühjahr 2020.
Pictures of Zurich during the Lockdown in spring 2020.

IMPRESSUM

Herausgeber	FSM – Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation, c/o ETH Zürich, IEF, 8092 Zürich
Redaktion	Krisztina Meya, Gregor Dürrenberger
English Translation/Proof-Reading	Übersetzungsbüro Elinga (D)
Gestaltung und Layout	Peter Nadler, Uster
Druck	Printoset, Zürich
Bildnachweise	Seite 1 (Titelbild) FSM Seiten 4, 6, 16, 18, 50, 54: iStockphoto Seiten 1, 7, 8, 13: FSM Seite 6: Beat Glogger Seite 10: Gregor Dudle Seiten 19–25: Prof. Dr. Daniel Erni, Prof. Dr. Heidi Danker-Hopfe Seiten 28–29: iStockphoto, Örebro Universitet, Christer Lässman Seiten 30–31: Dr. Anke Huss, Universiteit Utrecht, Arno van Marrewijk/flickr, Paul Horn/flickr, mistigree/flickr, FSM Seiten 32–35: Prof. Dr. Leeka Kheifets, UCLA, Don Liebig, ESCAIDE, Philippe Teuwen/flickr, Luc de Gas/flickr, froushia/flickr, bricolage18/flickr

Inhalt

Editorial	5
Vorwort	7
Die Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation	8
Interview	10
Aktivitäten 2019	12
Ausblick	17
Projektbeschreibungen	19
Dossier: Adaptive Antennen	26
Forschungssplitter	28
Projektliste	36
Publikationen	43
Zahlen und Fakten	48
Organigramm	51
Stiftungsrat	52
Geschäftsstelle	52
Wissenschaftlicher Ausschuss	53

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 2019</i>	12
<i>Outlook</i>	17
<i>Project Descriptions</i>	19
<i>Dossier: Adaptive antennas</i>	27
<i>Special Focus</i>	29
<i>List of Funded Projects</i>	36
<i>Publications</i>	43
<i>Facts and Figures</i>	48
<i>Organisation Chart</i>	51
<i>Foundation Board</i>	52
<i>Office</i>	52
<i>Scientific Committee</i>	53



Editorial

Die Angst vor der Corona-Pandemie treibt Menschen in manchen Ländern dazu, Antennenmäste des neuen Mobilfunkstandards 5G in Brand zu stecken. Die Leute glauben, dass nicht ein Virus die Krankheit Covid-19 auslöst, sondern die elektromagnetischen Felder der neusten Mobilfunkgeneration.

Tatsächlich kann man an gewissen Orten der Welt eine Assoziation zwischen der Anzahl Corona-Toter und installierter 5G-Mäste erkennen. In der Technologiemetropole Wuhan zum Beispiel. Das reicht für einige Leute, um eine Kausalität herzuleiten. Warum aber ausgerechnet der Kanton Waadt, wo ein Ausbaumoratorium für 5G gilt, eine der höchsten Fallzahlen der Schweiz hat, können die Verbreiter der Corona-5G-Theorie nicht erklären. Müssen sie auch nicht. Denn ist eine Fake News erst einmal in die Welt gesetzt, führt sie ihr Eigenleben. Und wie sie das tut. Eine Untersuchung des Massachusetts Institute of Technology hat gezeigt, dass Falschmeldungen auf Twitter sechsmal schneller um die Welt gehen als echte News. Und wenn auch nur einer von hunderttausend Empfängern dieser Botschaften den Unsinn glaubt, dann brennen die Sendemäste.

Der Erfolg von Fake News und Verschwörungstheorien vor allem jetzt in Zeiten der Angst hat einen Grund: Die Botschaften sind attraktiv und bieten einfache Lösungen für komplexe Probleme – und vor allem: Sie entbinden die «Gläubigen» von der Eigenverantwortung. Wenn es die Mäste sind und nicht das Virus, dann muss man sich nicht an Hygiene-regeln halten, dann ist ein anderer verantwortlich und man selbst muss nichts zur Lösung beitragen.

Die Moral von der Geschichte? Falschinformationen, die sich mit pandemischer Geschwindigkeit verbreiten, sind genauso eine Seuche wie ein Virus, das die Menschheit befällt. Das Gegenmittel heißt faktische Information. Information, wie sie zum Beispiel die Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation FSM liefert. Aber es braucht auch zusätzliche Kanäle, die diese Information weiter auf- und verbreiten: zum Beispiel Wissenschaftsjournalismus, der Fakten ebenso attraktiv vermittelt wie manche Fake-News-Produzenten ihre Desinformation. Und die wissenschaftlichen und politischen Akteure – Hochschulen, Akademien, Förderagenturen, die öffentliche Hand, Bildungsdirektionen, Wirtschaftsverbände, Stiftungen, Mäzene – sollten sich für die Überlebenssicherung des (Wissenschafts-)Journalismus engagieren. Denn diese Informationsaufgabe allein dem Markt zu überlassen, führt dorthin, wo wir heute sind: Die wenigen Wissensvermittler kämpfen wie das Pflegepersonal in den bergamaskischen Spitätern bis zum Umfallen, und die Sendemäste brennen.

Dr. h.c. Beat Glogger, Wissenschaftsjournalist,
Gründer und Chefredaktor des Wissensmagazins higgs.ch

Editorial

The fear of the corona pandemic is driving people in some countries to set fire to antenna masts of the new 5G mobile phone standard. They believe that it is not a virus that causes the Covid-19 disease, but the electromagnetic fields of the latest generation of mobile phones.



Dr. h.c. Beat Glogger

The fact is, in some parts of the world an association can be seen between the number of corona deaths and installed 5G masts. In the high-tech hub Wuhan, for example. This is enough evidence to infer a causality. But the proponents of the Corona 5G theory cannot explain why, for instance, the canton of Vaud, where there is a moratorium on 5G roll-out, has one of the highest case numbers in Switzerland. They don't have to: Once a fake news is put out into the world, it leads its own life. And what a life. A study by the Massachusetts Institute of Technology has shown that false Twitter reports go around the world six times faster than real news. And if only one in a hundred thousand recipients believe the nonsense, then base station masts will burn.

The success of fake news and conspiracy theories, especially in times of fear, has a reason: The messages are attractive and offer simple solutions to complex problems – and above all: They release the “believers” from personal responsibility. If it is the masts and not the virus, then you don't have to follow hygiene rules, then someone else is responsible and you don't have to contribute anything to the solution.

The moral of the story? Misinformation that spreads at pandemic speed is as much a disease as a virus that infects mankind. The antidote is called factual information. Information such as that provided by the Swiss Research Foundation for Electricity and Mobile Communication (FSM). But additional channels are also needed to spread and disseminate this information: for example, science journalism that conveys facts as attractively as some fake news producers convey their disinformation. What's more, scientific and political actors – universities, academies, funding agencies, the public sector, education departments, business associations, foundations, patrons – should be committed to the survival of (scientific) journalism. If this informational task is left to the market forces alone, it will lead to the situation we are currently experiencing: a few knowledge providers are fighting an epic battle – like the nursing staff in Bergamo's hospitals – while base station masts are set on fire.

*Dr. h.c. Beat Glogger, science journalist,
founder and chief editor of the knowledge magazine higgs.ch*



Vorwort

Preface

Intensive politische Diskussionen rund um 5G prägten 2019. Das hat sich in den Aktivitäten der FSM niedergeschlagen: Mit dem Einsatz in die vom UVEK lancierte Expertengruppe «Mobilfunk und Strahlung», deren Bericht über Optionen der Mobilfunkentwicklung im November vorgelegt wurde, war einige Arbeit verbunden. Sodann wurden Workshops zu 5G organisiert, ein Anlass zu Millimeterwellen, einer zu adaptiven Antennen. Zum Dritten ist die Wissensvermittlung intensiviert worden. Neben Fachbeiträgen und Artikeln in den Medien wurde eine allgemein verständliche Publikation (eBook) zum Stand der Forschung verfasst (die vollständige Liste der Veröffentlichungen findet sich auf Seite 12).

Das Thema 5G hat sich auch in der Forschungsausschreibung 2019 niedergeschlagen. Ausgeschrieben wurde eine Studie zum Verständnis der Strahlungabsorption im Bereich 6–60 GHz durch die Haut. Dank zusätzlichen Geldern durch die Firmen Huawei und Ericsson sowie Bundesmittel (BAFU, BAG, BAKOM) konnte das Siegerproposal Anfang 2020 bewilligt werden. Das Projekt ist im vorliegenden Bericht ab Seite 20 beschrieben.

Beendet wurde 2019 die Studie Danker-Hopfe zu WLAN und Schlaf. Zwei Publikationen sind erschienen. Eine Kurzbeschreibung der Ergebnisse findet sich auf Seite 22. Die Projekte Zahner und Schürmann sind am Laufen und auf Kurs. Eine Publikation wurde vom Projekt Schürmann bereits veröffentlicht (vollständige Liste der Publikationen der Projekte ab Seite 34).

Im niederfrequenten Bereich wurde für Swissgrid ein Flyer zu elektromagnetischen Feldern von Hochspannungsleitungen verfasst, der auf Deutsch, Französisch, Italienisch und Englisch vorliegt. Sodann wurde vom Bundesland Rheinland-Pfalz eine Review-Studie zu gesundheitlichen Wirkungen von Hybrideleitungen in Auftrag gegeben. Die Studie ist inzwischen abgeschlossen und verfügbar. Das Thema Hybrideleitungen war auch Inhalt des 30. Science Brunch vom Juni. Der Herbstanlass war dem Thema «Elektromagnetische Sensibilität» gewidmet.

2019 wurde intensiv nach zusätzlichen Sponsoren gesucht. Mit Cellnex Schweiz AG, Huawei Technologies Switzerland AG und Ericsson AG (Schweiz) ist die Zusammenarbeit inzwischen vereinbart. Ich danke an dieser Stelle dem Stiftungsrat und den bisherigen Sponsoren, insbesondere der Swisscom AG, für die strategische Unterstützung. Ein grosser Dank geht sodann an den Wissenschaftlichen Ausschuss und an die ETH Zürich für den essenziellen Support im 2019. Der letzte Dank gilt Krisztina Meya und ihrer unersetzblichen Arbeit.

Dr. Gregor Dürrenberger
Geschäftsleiter Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation



2019 was marked by intensive political discussions about 5G, which was reflected in the activities of the FSM: DETEC appointed the FSM as a member of the working group "Mobile Communication and Radiation".

This involved quite a bit of work. The report on options for the development of mobile radio networks in Switzerland was presented in November. We also organised workshops on 5G, one focusing on millimetre waves, the other on adaptive antennas. Thirdly, the dissemination of knowledge was intensified. Alongside specialist papers and media articles, a publication (eBook) on the state of research was written for the broader public (the complete list of publications can be found on page 12).

The topic of 5G was also reflected in the 2019 research call, which focused on understanding the absorption of radiation in the 6–60 GHz range by the skin. Thanks to additional funding from the Huawei and Ericsson companies and federal funding (FOEN, OFCOM, SFOPH) the winning proposal was approved at the beginning of 2020. The project is described in this report from page 20.

The Danker-Hopfe study on WLAN and sleep was completed in 2019. Two publications have appeared. A brief description of the findings can be found at page 22. The Zahner and Schürmann projects are up and running on track. A scientific paper has already been published by the Schürmann project (full list of project publications from page 34).

In the low-frequency range, a flyer for Swissgrid on electromagnetic fields from high-voltage power lines was produced in German, French, Italian and English. Subsequently, a review study on the health effects of hybrid powerlines was commissioned by the federal state of Rhineland-Palatinate. The study is now completed and available. The topic of high voltage AC/DC powerlines was also the subject of the 30th Science Brunch in June. The autumn event was dedicated to "Electromagnetic Hypersensitivity".

In 2019, an intensive effort was made to gain additional sponsors. A cooperation with Cellnex Schweiz AG, Huawei Technologies Switzerland AG, and Ericsson AG (Switzerland) has now been agreed. I would like to take this opportunity to thank the Foundation Board and the long-term sponsors, especially Swisscom AG, for their strategic support. A big thank you then goes to the Scientific Committee and ETH Zurich for their essential support in 2019, and lastly to Krisztina Meya and her indispensable work.

*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 Cellnex, Ericsson, Huawei, Sunrise, Swisscom und Swissgrid (Stand 2020). 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 2019 gesamthaft CHF 630 000 zur Verfügung.

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

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, and the companies Cellnex, Ericsson, Huawei, Sunrise, Swisscom, and Swissgrid (status 2020). 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 Conferences of Cantonal Ministers for Construction, Planning and the Environment (BPUK), and for Energy (EnDK).

In total CHF 630,000 were at the Foundation's disposal in 2019.



Vertreter der Behörden und der Industrie am Workshop «Adaptive Antennen» im November 2019.

Representatives of the Federal Authorities and the industry at the Workshop «Adaptive Antennas» in november 2019.

Der Wissenschaftliche Ausschuss setzt sich zusammen aus dem Geschäftsleiter sowie 6–7 externen WissenschaftlerInnen. Der Präsident des Stiftungsrates kann mit beratender Stimme an den Sitzungen teilnehmen.

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 &-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 150 000, für Literatur-Reviews bis CHF 50 000. Alle nötigen Formulare sind auf der Homepage verfügbar.

Termin zur Einreichung von Projektskizzen ist üblicherweise Mitte 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.

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 the Executive Officer of the Foundation and 6–7 external scientists. The president of the Foundation Board (scientific member) can participate in the meetings as observer with advisory vote.

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.

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 150,000, 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

Sehr geehrter Herr Dr. Dudle. Wie oft wird Ihr Institut statt mit Metrologie (Messwesen) mit Meteorologie (Wetterkunde) in Verbindung gebracht?

Das kommt immer wieder vor, sogar bei einzelnen Journalisten, die über technische Themen berichten. Es haben sich auch schon Leute bei uns beworben mit dem Hinweis, er oder sie hätte sich schon immer fürs Wetter interessiert.

Das METAS bezeichnet sich als Institut, nicht als Bundesamt. Was ist der Unterschied?

Wir sind Teil der sogenannten dezentralen Bundesverwaltung. Im Gegensatz zu einem Bundesamt verfügt das METAS über eine eigene Rechtspersönlichkeit und führt eine eigene Rechnung. Der Bund bezahlt uns für Grundaufgaben einen definierten Beitrag. Das macht heute etwas weniger als die Hälfte unserer Erlöse aus. Den Rest müssen wir auf dem Markt erwirtschaften.

Was sind die Aufgaben des METAS?

Wir haben sicherzustellen, dass in der Schweiz richtig und gesetzeskonform gemessen werden kann. Auf den ersten Blick tönt das unspektakulär, es erweist sich aber als ebenso vielfältige wie komplexe Aufgabe. Das METAS muss beispielsweise Normale (Referenzgrößen) mit der erforderlichen Genauigkeit zur Verfügung stellen und über Vergleiche mit Normalen anderer Länder sicherstellen, dass die Schweizer Normalen international anerkannt werden. Normale müssen auch weiterentwickelt werden, und das für alle physikalischen Größen.

Wem sind Sie als Organisation Rechenschaft schuldig?

Letztlich dem Bundesrat, der die strategischen Ziele für das METAS festlegt. Er hat einen Institutsrat bestimmt, der wie ein Verwaltungsrat die Geschäfte und insbesondere auch die wissenschaftliche Tätigkeit des METAS



Dr. Gregor Dudle

Dr. Dudle, how often is your institute associated with meteorology (study of weather) rather than metrology (science of measurement)?

This happens again and again, even with journalists. We also receive job applications from people who say that they've always been interested in the weather.

METAS calls itself an institute, not a federal office. What's the difference?

We are part of the so-called decentralised federal administration. In contrast to a federal office, METAS has its own legal personality and keeps its own accounts. The federal government pays us a specific sum for basic tasks, which now accounts for slightly less than half of our revenues. We have to earn the rest on the market.

What are the tasks of METAS?

We have to ensure that measurements in Switzerland can be made correctly and in accordance with the law. At first glance, this sounds unspectacular, but it proves to be a task that is as varied as it is complex. METAS must, for example, provide standards (reference values) with the required accuracy, and ensure, by means of comparisons with standards from other countries, that Swiss standards are internationally recognised. Standards must also be further developed, and this for all physical quantities.

Who are you accountable to as an organisation?

Ultimately, the Federal Council, which defines the strategic goals for METAS. It has appointed an Institute Council, which, like an advisory board supervises and advises the Management Board of METAS, in particular on its scientific activities. For any political issue, we report directly to the Federal Department of Justice and Police.

METAS – Eidgenössisches Institut für Metrologie

Das Eidgenössische Institut für Metrologie (METAS) ist das Kompetenzzentrum des Bundes für alle Fragen des Messens, für Messmittel und Messverfahren. Es hat den Auftrag, dafür zu sorgen, dass in der Schweiz mit der Genauigkeit gemessen werden kann, die für Wirtschaft, Forschung, Verwaltung und Gesellschaft erforderlich ist.

Das METAS steht an der Spitze der Messgenauigkeit in der Schweiz. Es erarbeitet die nationale Messbasis, das heißt, es kümmert sich um die physikalische Realisierung der Masseinheiten, deren gegenseitigen Vergleich und dadurch deren internationale Anerkennung. Es stellt der Schweizer Wirtschaft, Verwaltung und Gesellschaft international anerkannte Referenzmasse nach aktuellem Stand der Technik und mit der erforderlichen Genauigkeit zur Verfügung. Es sorgt dafür, dass die im Handel und Verkehr sowie für den Schutz und die Sicherheit von Mensch und Umwelt notwendigen Messungen richtig und vorschriftsgemäß durchgeführt werden können.

Um seinen Auftrag erfüllen zu können, betreibt es die hierfür benötigten Laboratorien und führt die notwendigen Forschung- und Entwicklungsarbeiten durch.

METAS – Swiss Federal Institute of Metrology

The Federal Institute of Metrology (METAS) serves as the federal centre of competence for all issues related to measurement and for measuring equipment and measuring procedures. Its mission is to ensure that measurements can be made in Switzerland with the degree of precision required for business, research, administration and society.

METAS stands at the cutting edge of measurement accuracy in Switzerland. It develops the national measurement standards, taking care of the physical implementation, mutual comparison and thus the international recognition of measurement units. It provides the Swiss economy, administration and scientific community with internationally recognized reference measurements according to the current state-of-the-art and with the required degree of accuracy. It ensures that the measurements required in trade and transport, for public safety, healthcare and environmental protection can be carried out correctly and in accordance with regulations.

To fulfil its mandate, it operates the necessary laboratories and carries out the necessary research and development work.

steuert. Bei politischen Themen werden wir direkt vom Eidgenössischen Justiz- und Polizeidepartement geleitet.

Welche Rolle spielt die Forschung innerhalb des METAS?

Forschung und Metrologie gehen eigentlich immer Hand in Hand. Nur dank stets besser werdenden Messungen können physikalische Phänomene immer genauer beobachtet und beschrieben werden. So sind etwa Frequenznormale in den letzten 40 Jahren um fast einen Faktor 1 000 000 besser geworden. Dies hat etwa eine genaue Lokalisierung mit Satellitennavigation ermöglicht.

Für ein nationales Metrologieinstitut wie das METAS sind Forschung und Entwicklung strategisch zentral. Wir müssen neue Verfahren und Methoden erforschen, die morgen zur Anwendung kommen könnten. Dabei ist unsere Forschung immer anwendungsorientiert.

Sie haben mehrere Fachbereiche, die sich mit Strom befassen. Können Sie ein paar Beispiele Ihrer Aufgaben in diesem Feld geben? Arbeiten Sie dabei auch mit der Branche zusammen?

Im Bereich Elektrizität decken wir eine breite Palette von Aufgaben und Dienstleistungen ab.

Wir kalibrieren im Bereich DC und Niederfrequenz Spannungs- und Strommessgeräte oder auch Widerstände mit höchster Genauigkeit. Dies sind von der Industrie rege nachgefragte Dienstleistungen.

Ein zweites Labor stellt sicher, dass Elektrizitätszähler – davon sind über fünf Millionen in der Schweiz im Einsatz – korrekt messen. Dies tun wir in Zusammenarbeit mit Eichstellen, die über die ganze Schweiz verteilt sind.

Ein drittes Labor kümmert sich um elektromagnetische Verträglichkeit. Es prüft, ob Messmittel auch noch korrekt funktionieren, wenn elektromagnetische Strahlung auf sie einwirkt, etwa durch ein Mobiltelefon, das direkt neben einer Waage liegt. Das gleiche Labor kümmert sich auch um messtechnische Fragen von Mobilfunkantennen.

Wie genau sieht es im Hochfrequenzbereich aus?

Das METAS hat eine Gruppe, die sich um den Bereich Hochfrequenz kümmert. Traditionell sprechen wir hier etwa von Leistungs- oder S-Parameter-Messungen bis 110 GHz. Auch hier versuchen wir die Grenzen des Messbaren immer weiter zu verschieben und arbeiten an Projekten im Terahertz-Bereich, um auch morgen gerüstet zu sein für Fragen, die an uns herangetragen werden.

Zum Schluss eine eher persönliche Frage: Wie haben Sie den Weg zum METAS gefunden und was fasziniert Sie an dieser Arbeit besonders?

Ich durfte mich schon während meiner Dissertation mit Metrologie auseinandersetzen: Am Observatorium von Neuenburg bauten wir ein sogenanntes Primärfrequenznormal mit lasergekühlten Cäsiumatomen. Heute steht das Gerät am METAS. Schon damals faszinierte mich, mit wie vielen verschiedenen Facetten der Physik man in der Metrologie in Berührung kommt: Optik, Laser, Atomphysik, Hochvakuumtechnik, Magnetismus etc. Die Faszination ist bis heute geblieben: Messen ist schliesslich der Grundstein jeglicher wissenschaftlichen Tätigkeit.

Herr Dr. Dudle, wir danken Ihnen für dieses Gespräch.

What role does research play within METAS?

Research and metrology actually always go hand in hand. It is only thanks to steadily improving measurements that physical phenomena can be observed and described ever more precisely. For example, frequency standards have improved by almost a factor of 1,000,000 over the last 40 years. This has enabled, for example, precise localisation by satellite navigation.

For a national metrology institute like METAS, research and development are strategically critical. We must research new processes and methods that could be applied tomorrow. Our research is always application-oriented.

You have several departments that deal with electricity. Can you give some examples of your tasks in this field? Do you also work together with the industry?

In the field of electricity, we cover a wide range of tasks and services.

We calibrate voltage and current measuring instruments or resistors in the DC and low frequency range with the highest accuracy. These are services in great demand by industry.

A second laboratory ensures that electricity meters – over five million of which are in use in Switzerland – measure correctly. We do not do this alone, but in cooperation with verification laboratories spread throughout Switzerland.

A third laboratory deals with electromagnetic compatibility. It checks whether measurement equipment still functions correctly when exposed to electromagnetic radiation, for example from a mobile phone that is placed next to a scale. The same laboratory also deals with metrological questions of mobile phone antennas.

How exactly does your work in the high-frequency range look like?

METAS has a group which deals with radio frequency. Traditionally, we speak here of power or S-parameter measurements up to 110 GHz. Here, too, we are trying to push the boundaries of the measurable further and further, and are working on projects in the terahertz range in order to be prepared for tomorrow, too, for the questions that will be brought to us.

Finally, a more personal question: how did you find your way to METAS and what is it about this work that particularly fascinates you?

I already had the pleasure of dealing with metrology during my PhD thesis: at the Neuchâtel observatory we built a so-called primary frequency standard with laser-cooled caesium atoms. Today the instrument is located at METAS. Even then, I was fascinated by the many different facets of physics which metrology deals with: optics, lasers, atomic physics, high vacuum technology, magnetism, etc. The fascination has remained until today: measurement is and remains the cornerstone of any scientific activity.

Dr. Dudle, thank you for this interview.

Aktivitäten 2019

Forschungsförderung und Koordination

Ausschreibungsrunde 2019

Der Wissenschaftliche Ausschuss hat beschlossen, das Thema Millimeterwellen (vorab im Bereich 6 bis 60 GHz) zu lancieren. Im Zentrum des Interesses standen experimentelle Studien im technischen oder biologischen Bereich (in vivo, in vitro und Humanstudien; Temperaturmessungen, die Bestimmung physikalischer Gewebeparameter), sowie numerische Modellierungsstudien (Haut- und Gewebemodelle, Dosis-Simulationen). Es interessierten Signale wie sie voraussichtlich von 5G Anwendungen in Zukunft einsetzen werden.

Es standen CHF 280 000 zur Verfügung. Diese Summe konnte dank zusätzlichen Beiträgen von Huawei, Ericsson und den Bundesämtern BAG, BAKOM und BAFU im Gesamtumfang von CHF 110 000 aufgebracht werden. Ausgewählt wurde:

- Projekt Daniel Erni, Universität Duisburg-Essen: «Multiscale computational electromagnetics modeling and validation of current and energy flows in the skin tissue microstructure at mm-wave frequencies». CHF 268 000. Dauer: 3 Jahre (Seite 20ff).

Projekte

In der Berichtsperiode ist ein Projekt abgeschlossen worden.

- Projekt Heidi Danker-Hopfe, Charité Berlin: «Effekte von WLAN-Exposition auf den Schlaf» (Seite 22ff).

Am Laufen sind folgende Forschungsvorhaben:

- Projekt David Schürmann, Angélique Ducray, Universität Basel und Universität Bern: «Der Einfluss von Mobilfunksignalen auf die Regulierung der Differenzierung neuraler Zellen». Ein Artikel publiziert (siehe unten). Arbeiten auf Kurs.
- Projekt Marco Zahner, Fields at Work GmbH: «Development of a near field measurement approach for comprehensive uplink/downlink exposure measurement and measurement campaign». Projekt auf Kurs.

Publikationen der Projekte

Erschienen sind im 2019/2020 eine begutachtete Publikation des Projekts Schürmann und zwei peer-reviewed Artikel des Projekts Danker-Hopfe:

- von Niederhäusern N., Ducray A., Zielinski J., Murbach J., Mevissen M. (2019): Effects of radiofrequency electromagnetic field exposure on neuronal differentiation and mitochondrial function in SH-SY5Y cells. *Toxicology in Vitro*, 61, 104609.
- Danker-Hopfe H., Bueno-Lopez A., Dorn H., Schmid G., Hirtl R., Egger T. (2020): Spending the night next to a router – Results from the first human experimental study investigating the impact of Wi-Fi exposure on sleep. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 228, July, 113550.
- Schmid G., Hirtl R., Bueno Lopez A., Dorn H., Eggert T., Danker-Hopfe H. (2020): Design and Dosimetric Analysis of an Exposure Facility for Investigating Possible Effects of 2.45 GHz Wi Fi Signals on Human Sleep. *Bioelectromagnetics*. Online DOI:10.1002/bem.22256.

Activities 2019

Research Promotion and Coordination

Call for Proposals 2019

The Scientific Committee decided to launch a call focusing on millimetre waves (primarily in the 6 to 60 GHz range). We asked for experimental studies in the technical or biological field (in vivo, in vitro and human studies; temperature measurements, the determination of physical tissue parameters), as well as numerical modelling studies (skin and tissue models, dose simulations). Regarding signals, we encouraged applicants to consider those used by 5G applications in the future.

The available funds amounted to CHF 280,000 thanks to extraordinary contributions of CHF 110,000 by Ericsson, Huawei and the Swiss Federal Offices OFCOM, SFOPH, and FOEN. The Committee decided to fund:

- Project Daniel Erni, University of Duisburg-Essen: "Multiscale computational electromagnetics modeling and validation of current and energy flows in the skin tissue microstructure at mm-wave frequencies". CHF 268,000. Duration: 3 years (page 20ff).

Projects

Following project was terminated in the reporting period:

- Project Heidi Danker-Hopfe, Charité Berlin: "Effects of WiFi exposure on sleep" (page 22ff).

There are two further projects still ongoing:

- Project David Schürmann, Angélique Ducray, University of Basel and University of Bern: "Impact of mobile communication signals on the regulation of neural differentiation". One scientific paper published (see below). On track.
- Project Marco Zahner, Fields at Work GmbH: "Development of a near field measurement approach for comprehensive uplink/downlink exposure measurement and measurement campaign". On track.

Publications of the Projects

One publication of the Schürmann project and two of the Danker-Hopfe project – both peer-reviewed – were published in 2019/2020:

- von Niederhäusern N., Ducray A., Zielinski J., Murbach J., Mevissen M. (2019): Effects of radiofrequency electromagnetic field exposure on neuronal differentiation and mitochondrial function in SH-SY5Y cells. *Toxicology in Vitro*, 61, 104609.
- Danker-Hopfe H., Bueno-Lopez A., Dorn H., Schmid G., Hirtl R., Egger T. (2020): Spending the night next to a router – Results from the first human experimental study investigating the impact of Wi-Fi exposure on sleep. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 228, July, 113550.
- Schmid G., Hirtl R., Bueno Lopez A., Dorn H., Eggert T., Danker-Hopfe H. (2020): Design and Dosimetric Analysis of an Exposure Facility for Investigating Possible Effects of 2.45 GHz Wi Fi Signals on Human Sleep. *Bioelectromagnetics*. Online DOI:10.1002/bem.22256.

ity for Investigating Possible Effects of 2.45 GHz Wi Fi Signals on Human Sleep. Bioelectromagnetics. Online DOI:10.1002/bem.22256.

Koordinations- und andere Forschungsaktivitäten

- Beirat im Projekt «Digitale Suffizienz» der ZHAW. Abgeschlossen Mitte 2019.
- Mitarbeit in der Expertengruppe des UVEK (Federführung BAFU) «Mobilfunk und Strahlung», zur Ausarbeitung von Empfehlungen hinsichtlich Bedürfnissen und Risiken des zukünftigen Mobilfunks. Bericht publiziert Ende November 2019.
- Hauptautor des eBooks «Mobilfunk – ein Risiko?» mit zwei Supplementen (umfangreiche Literatursammlung, Abriss zu wichtigen Aspekten der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung). Koautoren: Hans Kastenholz, Jürg Fröhlich. Grundlage: Schlussbericht des TAB-Projekts. Mittelherkunft: Swisscom.
- Mitantragsteller an der Machbarkeitsstudie eines auf Smartphone-Apps beruhenden Hochfrequenz-Messnetzwerkes zur Abschätzung der Exposition der Bevölkerung mit elektromagnetischen Feldern des Mobilfunk. BfS-Vorhaben 3619S82468. Hauptantragsteller: Jürg Fröhlich, Fields at Work GmbH. Anderer Mitantragsteller: Prof. Martin Röösli, Swiss TPH. Antrag wurde abgelehnt.
- Akquisition (Februar 2020) eines Gutachtens (Literaturreview) zu gesundheitlichen Aspekten von Hybrideleitungen. Auftraggeber: Bundesland Rheinland-Pfalz. Mitautoren: Martin Röösli, Jürg Fröhlich. Ende Juli 2020 abgeschlossen.

Coordination and Other Research Activities

- Member of the review committee of ZHAW-project "Digital Sufficiency". Terminated mid 2019.
- Member of the expert group "Mobile Communication and Radiation" of DETEC (led by FOEN) on development options of cellular technologies in Switzerland. Report published end of November 2019.
- Principal author of the brochure "Mobile communication – a risk?" with two supplements (extensive collection of literature, outline of important aspects of social science risk research). The document was published in December 2019 as an eBook. Basic material: final report of a review study commissioned by German TAB. Co-authors: Hans Kastenholz, Jürg Fröhlich. Funding: Swisscom.
- Co-applicant for the feasibility study of a high-frequency measurement network based on smartphone apps to estimate the exposure of the population to electromagnetic fields in mobile communications. BfS project 3619S82468. Main applicant: Jürg Fröhlich, Fields at Work GmbH. Other co-applicants: Prof. Martin Röösli, Swiss TPH. The application was rejected.
- Acquisition (February 2020) of an expert opinion (literature review) on potential health impacts of high voltage AC/DC powerlines. Client: State of Rhineland-Palatinate. Co-authors: Martin Röösli, Jürg Fröhlich. Completed in July 2020.



Vertreter der Behörden und der Industrie am Workshop «Adaptive Antennen» im November 2019.

Representatives of the Federal Authorities and the industry at the Workshop "Adaptive Antennas" in November 2019.

Eigene Veranstaltungen

- 6. Juni 2019, **Science Brunch 30.** Thema: «Hybridleitungen – Technik und Akzeptanz». Referate von: Prof. Cristian Franck (ETH Zürich), Prof. Isabelle Stadelmann-Steffen (Uni Bern), Marianne Zünd (BFE), Maurice Dierick (Swissgrid).
- 12. Dezember 2019, **Science Brunch 31.** Thema «Elektrosensibilität – reale Symptome, unklare Ursachen». Referierende: Dr. Edith Steiner (AefU), Dr. Anke Huss (Uni Utrecht), Prof. Thomas Rosemann (Uni Zürich), Prof. Jens Gaab (Uni Basel).
- 18.–19. Juni 2019, **Workshop «Millimeterwellen – Stand der Forschung».** Ort: ETH Zürich. Referierende: Dr. Maria Rosaria Scarfi (CNR-IREA, Neapel), Dr. Maxim Zhadobov (CNRS, Rennes), Prof. Joachim Oberhammer (KTH, Stockholm), Dr. Christoph Baer (Ruhr-Uni, Bochum), Prof. Dr. Daniel Erni (Uni Duisburg-Essen), Dr. Sven Kühn (IT'IS Foundation, Zürich), Prof. Martin Röösli (Swiss TPH, Uni Basel), Dr. Ralf Bodemann (EMF Consultant, München), Philippe Horisberger (BAKOM, Biel).
- 26. November 2019: **Workshop «Adaptive Antennen».** Ort: Bern. Publikum: NIS-Fachstellenleiter (Kantone, Städte). Ko-Organisatoren: Cerc'l'Air, asut. Mitfinanzierung: Bundesämter (Science Brunch Reserven). Referierende: Dr. Axel Hettich (Cerc'l'Air), Christian Grasser (asut), Frank Henschke (Ericsson), Dr. Hugo Lehmann (Swisscom), Roland Hinn (Sunrise), Ruedi Weber (Salt), Dr. Mohammad Shahbaz (Huawei).

FSM Events

- 6 June, 2019 **Science Brunch 30.** Topic: "AC/DC Powerlines – from technology to social acceptance". Speeches by: Prof. Cristian Franck (ETH Zurich), Prof. Isabelle Stadelmann-Steffen (University of Bern), Marianne Zünd (BFE), Maurice Dierick (Swissgrid).
- 12 December, 2019 **Science Brunch 31.** Topic "Electrohypersensitivity – real symptoms unclear causation". Speakers: Dr. Edith Steiner (AefU), Dr. Anke Huss (Uni Utrecht), Prof. Thomas Rosemann (Uni Zürich), Prof. Jens Gaab (Uni Basel).
- 18–19 June, 2019 Workshop "**Millimeterwaves – Research Update**". Venue: ETH Zürich. Speakers: Dr. Maria Rosaria Scarfi (CNR-IREA, Neapel), Dr. Maxim Zhadobov (CNRS, Rennes), Prof. Joachim Oberhammer (KTH, Stockholm), Dr. Christoph Baer (Ruhr-Uni, Bochum), Prof. Dr. Daniel Erni (Uni Duisburg-Essen), Dr. Sven Kühn (IT'IS Foundation, Zürich), Prof. Martin Röösli (Swiss TPH, Uni Basel), Dr. Ralf Bodemann (EMF Consultant, München), Philippe Horisberger (BAKOM, Biel).
- 26 November, 2019: Workshop "**Adaptive Antennas**". Venue: Bern. Audience: NIS department heads (cantons, cities). Co-organizers: Cerc'l'Air, asut. Co-financing: Federal Offices (Science Brunch Reserves). Speakers: Dr. Axel Hettich (Cerc'l'Air), Christian Grasser (asut), Frank Henschke (Ericsson), Dr. Hugo Lehmann (Swisscom), Roland Hinn (Sunrise), Ruedi Weber (Salt), Dr. Mohammad Shahbaz (Huawei).

Vorträge Geschäftsstelle

Presentations made by the FSM Office

- | | |
|----------|---|
| 17.3.19 | Kurs «EMF von Hochspannungsleitungen». BKW, Biel. |
| 26.3.19 | «Mobilkommunikation und Gesundheit». TecNight SATW. Kantonsschule Heerbrugg. |
| 9.5.19 | «Mobilkommunikation und Gesundheit». TecDay SATW. Kantonsschule Trogen. |
| 14.5.19 | «Problematik Mobilfunkantennen». Gemeindeanlass. Niederhelfenschwil. |
| 21.5.19 | «NIS – Quellen, Exposition, 5G». Rotary Club. Chur. |
| 12.6.19 | «Evidence and Values in Risk Assessment», IEF, ETH Zürich. |
| 9.5.19 | «Mobilkommunikation und Gesundheit». TecDay SATW. Kantonsschule Stadelhofen. |
| 28.8.19 | «Mobilfunk und Gesundheit – was weiss die Forschung?». Asut Member Apéro. Zürich |
| 5.9.19 | «5G und die Gesundheit». DV FDP Nidwalden. Stans. |
| 4.12.19 | «Mobilfunk und Gesundheit – was weiss die Forschung?». Gemeinde Stein a. Rhein. |
| 12.12.19 | «Mobilkommunikation und Gesundheit». TecDay SATW. Kantonsschule HP, Zürich. |
| 15.1.20 | «Hochfrequenzstrahlung und Gesundheit». SwissTnet, Zürich. |
| 16.1.20 | «Elektrosmog». Stiftung Chirurgie, Kantonsspital. St. Gallen. |
| 31.1.20 | «Mobilfunk und Gesundheit – was weiss die Forschung?». FL1, Vaduz. |
| 27.2.20 | «5G-Technologie als Grundlage für medizinische Innovation?». Spirit of Berne, Bern. |

Konferenzen, Workshops, Technical Meetings

Cofferences, Workshops, Technical Meetings

- | | |
|----------|---|
| 8.1.19 | Technical Meeting UG3 der «AG Mobilfunk und Strahlung». Swiss TPH, Basel. |
| 12.2.19 | Technical Meeting UG3 der «AG Mobilfunk und Strahlung». Swiss TPH, Basel. |
| 13.2.19 | Technical Meeting «AG Mobilfunk und Strahlung». BAFU, Ittigen. |
| 13.3.19 | Technical Meeting UG3 der «AG Mobilfunk und Strahlung». Swiss TPH, Basel. |
| 16.3.19 | Infoveranstaltung Swissgrid, Visp. |
| 12.4.19 | Technical Meeting «AG Mobilfunk und Strahlung». BAFU, Ittigen. |
| 16.4.19 | Infoanlass zu Hochspannungsleitung im Wallis. Swissgrid, Visp. |
| 27.5.19 | Begleitgruppenmeeting DigiSuff, ZHAW, Zürich. |
| 14.6.19 | Infopoint zu 5G für Parlamentarier. Bundeshaus, Bern. |
| 28.6.19 | Technical Meeting «AG Mobilfunk und Strahlung». BAFU, Ittigen. |
| 2.7.19 | Mobilfunk und Gesundheitsrisiken. Expertengespräch. Stiftung Warentest, Berlin. |
| 30.8.19 | Technical Meeting «AG Mobilfunk und Strahlung». BAFU, Ittigen. |
| 6.9.19 | Eröffnung Besucherzentrum Bözberg. Swissgrid, Bözberg. |
| 30.9.19 | Technical Meeting «AG Mobilfunk und Strahlung». BAFU, Ittigen. |
| 28.11.19 | Infoveranstaltung Swissgrid, Bremgarten. |
| 9.12.19 | Infopoint zu 5G für Parlamentarier. Bundeshaus, Bern. |

Publikationen/Kommentare

- Dürrenberger G., Meya K., Schmid M., Fröhlich J. (submitted): EMF Applications in Cosmetics, Fitness and Wellness. *Health Policy and Technology*.
- Dürrenberger G., Rudin H. (2020). More on 5G: Millimeter-waves. *ERCIM News*, 120, 46–47.
- Informationsblatt «Adaptive Antennen und Strahlungsmessung» (April 2020).
- Dürrenberger G. (2020): Der Streit um 5G – Gesundheitsrisiken oder orchestriertes Unbehagen? *Gastkommentar NZZ*, 12.3.2020.
- Kommentar «Erläuterungen zu den neuen Strahlenschutzempfehlungen der ICNIRP für den Hochfrequenzbereich» (Februar 2020).
- Dürrenberger G., Kastenholz H., Fröhlich J. (2019): Mobilfunk – ein Risiko? Zum Stand des Wissens über mögliche gesundheitliche Wirkungen von Mobilfunkexpositionen. *eBook. FSM, Zürich. ISBN 978-3-033-07653-2.*
- Arbeitsgruppe Mobilfunk und Strahlung (2019): Bericht Mobilfunk und Strahlung. Bern: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).
- Dürrenberger G., Rudin H. (2019). 5G: A view from Switzerland. *ERCIM News*, 117, 6–7.
- Dürrenberger G. (2019): Mobilfunk und Gesundheit – was weiss die Forschung? *Aktuelle Technik 10/2019*, 40–42.
- Flyer Elektromagnetische Felder. Informationsblatt zu 50-Hz-Felder für Swissgrid. In d, fr, i, e.

Publications/Commentaries

- Dürrenberger G., Meya K., Schmid M., Fröhlich J. (submitted): *EMF Applications in Cosmetics, Fitness and Wellness. Health Policy and Technology*.
- Dürrenberger G., Rudin H. (2020): *More on 5G: Millimeter-waves. ERCIM News*, 120, 46–47.
- Fact sheet «Adaptive Antennen und Strahlungsmessung» (April 2020).
- Dürrenberger G. (2020): *Der Streit um 5G – Gesundheitsrisiken oder orchestriertes Unbehagen? Gastkommentar NZZ*, 12.3.2020.
- Commentary «Erläuterungen zu den neuen Strahlenschutzempfehlungen der ICNIRP für den Hochfrequenzbereich» (Februar 2020).
- Dürrenberger G., Kastenholz H., Fröhlich J. (2019): *Mobilfunk – ein Risiko? Zum Stand des Wissens über mögliche gesundheitliche Wirkungen von Mobilfunkexpositionen. eBook. FSM, Zürich. ISBN 978-3-033-07653-2.*
- Arbeitsgruppe Mobilfunk und Strahlung (2019): *Bericht Mobilfunk und Strahlung. Bern: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)*.
- Dürrenberger G., Rudin H. (2019): *5G: A view from Switzerland. ERCIM News*, 117, 6–7.
- Dürrenberger G. (2019): *Mobilfunk und Gesundheit – was weiss die Forschung? Aktuelle Technik 10/2019*, 40–42.
- Flyer «Elektromagnetische Felder». *Fact sheet on 50 Hz fields on behalf of Swissgrid*.

Stiftungsgeschäfte

Verwaltung, Gremien, Strategisches

- Projektverwaltung, Buchhaltung, Revision und Aufsicht, Büroadministration (Adressverwaltung, Reisewesen, Ablage, etc.), Jahresbericht.
- Klausur Stiftungsrat, 3. September 2019. Bellinzona.
- Akquisition zusätzlicher Forschungsgelder für 2019: Huawei, Ericsson, Bundesämter.
- Akquisition zusätzlicher Sponsoren für 2020: Cellnex, Ericsson, Huawei.

Sonstige Aktivitäten

- Gastgeber an der ICT Networking Party im Kursaal Bern; 24.1.19, 23.1.20
- 15. Stiftungssessen FSM, Zürich; 17.4.19
- Stiftungsratssitzungen, Zürich; 13.6.19, 3.9.19, 5.12.19, 20.7.20
- Sitzungen Wissenschaftlicher Ausschuss; Zirkularverfahren plus 14.2.19, 24.6.20
- Gespräche Sponsoring/Trägerschaft; 11.3.19, 18.6.19, 4.9.19, 18.9.19, 30.9.19, 24.4.20, 6.5.20, 27.5.20

Other FSM Administrative Office Activities

Administration, Membership

- Project administration, accounting, co-ordination of auditing and supervision processes, office administration (addresses, travelling, events, filing, annual report, etc.).
- Retreat of the Foundation Board, 3 September, 2019, Bellinzona.
- Acquisition of additional research money for 2019: Huawei, Ericsson, Federal Offices.
- Akquisition of new sponsors for 2020: Cellnex, Ericsson, Huawei.

Other Activities

- Host at the ICT Networking Party in Kursaal Bern; 24 January, 2019, 23 January, 2020
- 15th Foundation Dinner FSM, Zurich; 17 April, 2019
- Foundation Board Meetings, Zurich; 13 June, 2019, 3 September, 2019, 5 December, 2019; 20 July 2020
- Scientific Committee; circular resolutions in 2019 and meetings in Zurich; 14 February, 2019, 24 June, 2020
- Meetings with potential Supporters/Sponsors; 11 March, 2019, 18 June, 2019, 4 September, 2019, 18 September, 2019, 30 September, 2019, 24 April, 2020, 6 May, 2020, 27 May, 2020



Ausblick

2020 ist und wird ein spezielles Jahr sein. Die Geschäfte und Aktivitäten sind stark geprägt durch die Corona-Pandemie. Die ETH hat im März einen umfassenden Lockdown verordnet und die vom Bundesrat in Kraft gesetzten Massnahmen haben auch unsere Veranstaltungs-, Sitzungs- und Vortragspläne über den Haufen geworfen. Wie den meisten Institutionen ist aber auch der FSM der Wechsel zur virtuellen Kooperation und Koordination durchaus gelungen. Was an Anlässen und Aktivitäten im 2020 allenfalls noch organisiert werden kann, ist schwer abzuschätzen. Fahren auf Sicht ist angesagt.

Aus einer rein persönlichen Perspektive ist 2020 zusätzlich speziell, weil es mein letztes Arbeitsjahr sein wird. Ende Januar 2021 wird ein Nachfolger/eine Nachfolgerin die Geschäftsleitung der FSM übernehmen und ich kann mich Dingen widmen, die wegen der beruflichen Belastungen in den letzten Jahren ruhen mussten. Ich freue mich auf die neue Lebenssituation, weiss aber auch, dass das einer grossen Umstellung bedarf: Gesprächsinhalte werden fehlen, Kontakte ausdünnen, der Tagesablauf ein anderes Gesicht annehmen. Vieles werde ich vermissen.

Ich erlaube mir deshalb an dieser Stelle allen zu danken, die am Abenteuer FSM mitgestrickt haben und weiterhin mitstricken werden, sei das intern oder extern, punktuell oder beständig, kritisch oder wohlwollend, materiell oder ideell, nüchtern oder emotional. All das hat der FSM in der Vergangenheit geholfen, in einem gesellschaftspolitisch sensiblen Umfeld ihren Auftrag, wie er in der Stiftungsurkunde steht, wahrzunehmen, nämlich: «Die Förderung der wissenschaftlichen Forschung [...] sowie die interessenneutrale Vermittlung von Forschungsfakten und Wissensunsicherheiten an die Gesellschaft». Gerade in Zeiten von Corona, wo wilde Verschwörungstheorien kursieren, ist Forschung und Wissenskommunikation von grosser Bedeutung, denn nur sachlich begründete Entscheide können nachhaltig sein. Mit platter Interessenpolitik und inhaltlicher Ignoranz lässt sich zwar eine Klientel bei der Stange halten oder Wählerstimmen gewinnen, aber es lassen sich keine tragfähigen demokratischen Lösungen etablieren.

Outlook

2020 is and will be a special year. Business operations and activities are strongly impacted by the corona pandemic. In March, ETH Zurich decided on a comprehensive lockdown and the measures put into effect by the Federal Council also threw our event, meeting and lecture plans overboard. Like most institutions, however, the FSM has also succeeded in switching to virtual collaboration and coordination. However, it is currently difficult to estimate what events and activities can still be organised in 2020. One step at a time is the way to go.

From a purely personal perspective, 2020 is also special because it will be my last year at work. At the end of January 2021, a successor will take over the helm of FSM and I will have time for things that I had to put on hold in recent years due to professional pressures. I'm looking forward to my new life situation, but I'm also aware that this will be challenging: discussions will be sorely missed, my list of contacts will shrink and my daily routine will look different. I'll miss a lot of things.

I would therefore like to take this opportunity to thank everyone who has been and will continue to be involved in the FSM adventure, internally or externally, intermittently or continuously, critically or benevolently, materially or ideally, rationally or emotionally. All this has helped the FSM to carry out its mandate in a socio-politically sensitive environment, as stated in the foundation charter: "The promotion of scientific research [...] as well as the communication of evidences and uncertainties to the public in an interest-neutral way". Especially in times of Corona, where wild conspiracy theories are proliferating, the dissemination of knowledge and research is crucial, because only decisions based on facts are sustainable. With blatant pressure group politics and ignorance of the facts, you can keep the allegiance of a constituency or win votes, but you cannot establish viable democratic solutions.

IC 5	09.30 Olten Solothurn Biel		S3
IC 1	09.32 Bern Lausanne Genève-Aéroport +	33	S9
IC 1	09.33 Flughafen + Winterthur St. Gallen	6	S11
IR 75	09.35 Thalwil Baar Zug Rotkreuz Luzern	17	S6
IR 36	09.36 Baden Brugg Frick Stein-S. Basel SBB	12	S6
IC 3	09.37 Sargans Landquart Chur	16	S11
RE	09.38 Lenzburg Aarau	34	S3
IC 5	09.39 Oerlikon Flughafen + St. Gallen	16	09.35 Sel
IR 17	09.53 Altstetten Olten Burgdorf Bern	32	S10
IC 8	10.02 Bern Thun Spiez Visp Brig	13	S8
IC 5	10.03 Aarau Olten Genève-Aéroport +	6	S9
IR 70	10.04 Thalwil Zug Luzern	34	09.37 Ha
IC 8	10.05 Flughafen + Winterthur Romanshorn	5	S4
RE	10.05 Oerlikon Bülach Schaffhausen	15	09.39 Ha
IR 16	10.06 Baden Brugg Aarau Olten Bern	14	S15
IR 37	10.08 Lenzburg Aarau Liestal Basel SBB	12	Hinweis Corona reduziert. Bitte k Informationen: s
IR 13	10.09 Oerlikon Flughafen + St. Gallen	8	
IR 46	10.10 Zug Rotkreuz Schwyz Erstfeld	7	
RE	10.12 Thalwil Wädenswil Landquart Chur		



Projektbeschreibungen

Project Descriptions

Neue Projekte

Expositionsmodellierung im Millimeterwellenbereich

Prof. Dr. Daniel Erni, Universität Duisburg-Essen

Diese Studie umfasst ein genaues mehrskaliges elektromagnetisches (EM) Gewebemodell, welches auf der zellulären Mikrostruktur ansetzt und sich in einem Bottom-up-Ansatz zu einem realistischen numerischen frequenzabhängigen Hautmodell entwickelt. Die hierbei resultierende computergestützte Mikrodosimetrie der Haut ermöglicht eine detaillierte Bewertung der EM-Exposition bei 5G/mm-Wellenfrequenzen, welche wiederum durch Transmissionsmessungen im mm-Wellenbereich sowie durch hochauflösende Nahfeldmessungen und thermographische Bildgebung an entsprechenden Gewebeproben ergänzt wird. Seite 20



New Projects

Modelling of mm-wave exposure

Prof. Dr. Daniel Erni, Universität Duisburg-Essen

This study encompasses an accurate electromagnetic (EM) multiscale skin model that is rooted in the cellular level of the tissue's microstructure and evolves within a bottom-up approach into a realistic frequency-dependent skin representation. Such computational microdosimetry of the skin allows for a detailed assessment of the EM exposure at 5G/mm-wave frequencies and will be complemented by mm-wave transmission experiments together with high-resolution near-field probing and thermography of corresponding tissue samples.

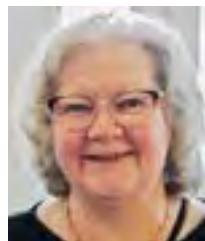
page 20

Abgeschlossene Projekte

Effekte von WLAN-(Wi-Fi) Exposition auf den Schlaf

Prof. Dr. Heidi Danker-Hopfe, Charité Berlin

In dieser doppelblinden, sham-kontrollierten, randomisierten humanexperimentellen Laborstudie an 34 jungen gesunden Männern wurde der Einfluss von Funksignalen, wie sie von WLAN (Wi-Fi) Accesspoints ausgehen auf den Schlaf (subjektiv und objektiv) und die schlafbezogene Gedächtniskonsolidierung untersucht. Die experimentelle Exposition simulierte einen stark genutzten Accesspoint in der Nähe einer schlafenden Person im häuslichen Umfeld. Seite 22



Completed Projects

Effects of WLAN (Wi-Fi) Exposure on Sleep

Prof. Dr. Heidi Danker-Hopfe, Charité Berlin

This double blind, sham-controlled, randomized human experimental study investigated the impact of signals emitted by WLAN (Wi-Fi) access points on sleep (subjective and objective) and sleep-dependent memory consolidation in a sample of 34 young healthy male volunteers. The exposure set-up simulated a heavily used access point in proximity to a sleeping subject in the home environment.

page 22

Mehrskalige computergestützte elektromagnetische Modellierung und Validierung von elektrischem Strom- und Energiefluss in der Mikrostruktur von Hautgewebe bei mm-Wellen-Frequenzen (MicroBioEM)

Seit 2019 erfolgt die Inbetriebnahme und weltweite Verbreitung des Mobilfunkstandard der fünften Generation (5G) und ermöglicht neue Echtzeit-Dienste durch die Verfügbarkeit einer deutlich erhöhten Bandbreite und Interkonnektivität. Die zunehmende Verdichtung der drahtlosen Netzwerke bewirkt zudem, dass nicht mehr zwischen dichten Innenraumszenarien und öffentlichen Telekommunikationsnetzen unterschieden werden kann. Der 5G-Standard ist nun im Begriff, in den Millimeterwellenbereich vorzudringen, wo neue Kommunikationstechnologien wie Radio-over-Fiber (RoF) in Verbindung mit massiven MIMO- (Multiple-Input Multiple-Output)-Übertragungsverfahren unter Verwendung intelligenter Strahlformungsantennen derzeit intensiv untersucht werden. Die Einführung dieser 5G-Technologie zusammen mit der Zunahme des öffentlichen Bewusstseins für potenziell veränderte persönliche bzw. umweltbedingte Expositionsszenarien hat die öffentliche sowie die politische Diskussion über die Zuverlässigkeit der bestehenden elektromagnetischen (EM) Immissionsgrenzwerte erneut angefacht. Dass diese Grenzwerte insbesondere bei Millimeterwellenfrequenzen noch genauer untersucht werden müssen, hat auch die ICNIRP in ihren jüngst publizierten Richtlinien festgehalten – und genau hier setzt unsere Studie an.

Die Untersuchung umfasst ein genaues mehrskaliges EM Gewebe-modell, welches in der zellulären Längenskala ansetzt und sich im Rahmen eines Bottom-up-Ansatzes durch sorgfältige Homogenisierung zu einem frequenzabhängigen, anisotropen, mehrschichtigen Hautmodell entwickeln lässt. Daraus ergeben sich z. B. gemittelte EM-Felder sowie Leistungsdichten, die entweder mit numerisch definierten oder experimentell vorgegebenen 5G-Strahlungsfeldern an der Hautoberfläche

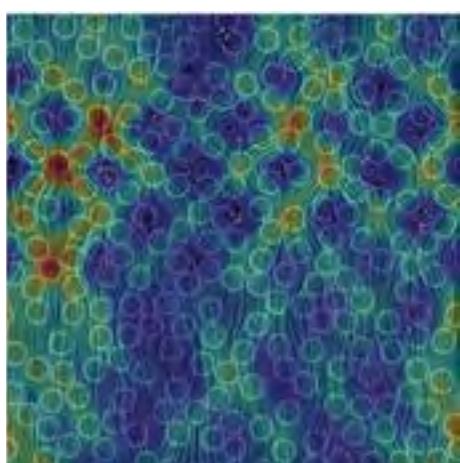
Multiscale Computational Electromagnetics Modeling and Validation of Current and Energy Flows in the Skin Tissue Microstructure at mm-Wave Frequencies (MicroBioEM)

Wireless mobile communication of the fifth generation (5G) technology standard began deploying worldwide since 2019 offering new real-time services through significantly increased bandwidth and interconnectivity, where the latter tends no longer to distinguish between dense indoor environments and public telecommunications networks. The 5G standard is now at the brink to invade the very mm-wave range where new communication hardware such as radio-over-fiber (RoF) in conjunction

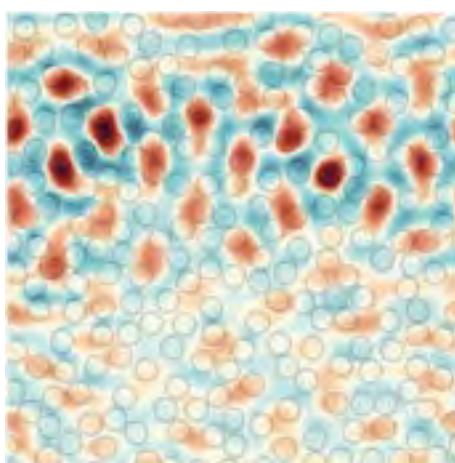
with massive MIMO (multiple-input multiple-output) schemes using smart beam-forming antennas are currently under intense investigation. Together with the increase in the public awareness of potentially altered personal/environmental exposure scenarios the implementation of the 5G technology has re-fueled public and political discussions on the reliability of existing electromagnetic (EM) safety limits. The need to reconsider EM exposure levels more accurately in particular at mm-wave frequencies was already anticipated by ICNIRP in their latest report – and this is where our study kicks in.

The study encompasses an accurate EM multiscale tissue model, that is rooted in the cellular length scale and evolves within a bottom-up approach through careful homogenization into a frequency-dependent, anisotropic, multilayer skin representation that provides quantities such as e.g. EM (mean) fields and power densities, and that can be linked either to numerically defined or experimentally preset 5G/mm-wave irradiation fields (respective power densities) at the skin surface. The punch line of the model lies on the other hand in a top-down approach by taking these mean fields as a boundary condition for the subordinate length scale back-projection of these surface exposure

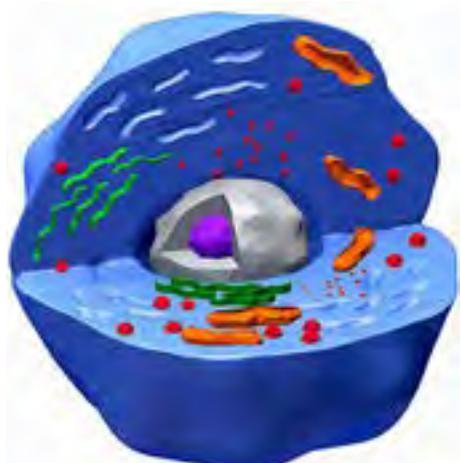
Antragsteller	Prof. Dr. Daniel Erni
Institution	Universität Duisburg-Essen, Allgemeine und Theoretische Elektrotechnik (ATE)
Laufzeit	1.1.2021 – 31.12.2023
Kontakt	daniel.erni@uni-due.de
Status	neu



Simulierter elektromagnetischer Energiefluss durch einen Zellenverbund bei 188 GHz (links), stationäre resonante «Energieansammlungen» im selben Gewebeausschnitt (mitte) und vereinfachtes Strukturmodell einer einzelnen Zelle (rechts).



Simulated EM energy intake in a generic tissue at 188 GHz (left), loss contributions due to (resonant) interference phenomena within the tissue's microstructure (middle), and a generic model of the structure of a human cell (right).



che verknüpft werden können. Die Pointe des Modells liegt jedoch in dem nachfolgenden Top-Down-Ansatz, bei welchem diese gemittelten Felder als Randbedingung jeweils für die untergeordnete Längenskala genommen werden, was eine masstäbliche Rückprojektion dieser Oberflächen-Expositionenbedingungen bis hinunter auf die zelluläre Ebene der Gewebemikrostruktur ermöglicht. Insgesamt streben wir eine modellgestützte, experimentell validierte Mikrodosimetrie der Haut bei 5G/mm-Wellenfrequenzen an.

Im Rahmen der Studie werden mehrere Messanordnungen konstruiert, validiert und miteinander verglichen. Dazu gehören genaue Mikrowellen-Transmissionsmessungen durch Gewebebeschichten basierend auf 3D-gedruckten dielektrischen Wellenleitervorrichtungen, welche durch hochauflösende EM-Nahfeldmessungen an der Gewebeoberfläche ergänzt werden. Hierbei werden auch Messdaten von wenigen Quadratzentimeter grossen menschlichen Hautproben erhoben. THz-Bildgebung der Gewebemorphologie mit sub-mm-Auflösung und Thermographie sind ebenfalls vorgesehen, um lokale Variationen der Energieeinträge und der daraus resultierenden Temperaturverteilung zu ermitteln. Die hierbei erzielten Ergebnisse werden zu den laufenden Diskussionen über mögliche gesundheitliche Auswirkungen bei hohen Feldstärken/Leistungsdichten in biologischen Substrukturen der Hautoberfläche beitragen, welche von zukünftigen 5G-Systemen im mm-Wellenbereich am stärksten exponiert sind.

conditions down to the cellular level into the tissue's very microstructure. In conclusion we aim at a model-assisted, experimentally validated microdosimetry of the skin for 5G/mm-wave frequencies.

Within the study several experimental setups will be engineered, validated and compared, starting with accurate, transmission experiments based on 3D-printed dielectric waveguides, which are complemented with high-resolution EM nearfield probing of the tissue surface. For the most realistic experimental studies we shall rely on few square centimetre-sized human skin samples. THz imaging of the tissue morphology at sub-mm resolution and thermography are foreseen as well to keep track on local variations in the energy intake and the resulting temperature distribution. These results will contribute to ongoing discussions on potential health effects at high field strengths/power densities due to biological substructures within tissue layers, and in particular within the skin which will be most exposed by future 5G systems operating well into the mm-wave range.

Effekte von WLAN-(Wi-Fi-)Exposition auf den Schlaf

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 beklagten Beschwerden. Die vorliegende Studie sollte zur Klärung beitragen, inwieweit es objektivierbare, biologische Effekte einer Wi-Fi-Exposition auf den Schlaf gibt. Die Ergebnisse der Studie ergänzen die aktuelle Datenlage zu möglichen akuten Auswirkungen auf den Schlaf und die schlafbezogene Gedächtniskonsolidierung.

Methoden

In einem doppelblinden, sham-kontrollierten Laborexperiment mit randomisiertem und balanciertem Crossover-Design der Expositionsbedingungen wurden subjektive Angaben zum Schlaf von 34 jungen gesunden männlichen Versuchsteilnehmern (20–30 Jahre) durch Fragebögen erfasst und die objektive Mikro- und Makrostruktur des Schlafs mittels Polysomnographie gemessen. Weiterhin wurde eine mögliche Beeinflussung der schlafbezogenen Gedächtniskonsolidierung überprüft. Dazu wurden Aufgaben zum deklarativen, prozeduralen und emotionalen Gedächtnis durchgeführt. Alle Probanden verbrachten fünf Nächte im Schlaflabor. Die erste Nacht diente einem Screening auf Schlafstörungen sowie der Adaptation an die Laborumgebung. Den Experimentalnächten (Nächte drei und fünf), in denen die Versuchsteilnehmer über die gesamte Nacht (8 Stunden) entweder einer Wi-Fi- oder einer Sham-Exposition ausgesetzt waren, ging jeweils eine Nacht ohne Intervention im Labor unmittelbar voraus (Baselinennächte).

Zur Exposition der Versuchspersonen wurde eine speziell entwickelte Anlage eingesetzt (siehe Abb. 1). Damit wurde eine doppelblinde Veruchsduurchführung und -überwachung ermöglicht und es konnten defi-

Effects of WLAN (Wi-Fi) Exposure on Sleep

For several years Wireless Local Area Networks (WLAN, Wi-Fi) are widely spread and operated in households. Many people feel that the presence of radiofrequency technologies impairs their health. Sleep problems are among the most often complained symptoms. The present study aims to contribute to answer the question, whether biological effects of a Wi-Fi exposure can be assessed by objective measures. The results of this study can expand the database on possible acute effects of Wi-Fi exposure and thus qualitatively contribute to the discussion whether sleep is affected by exposure from radiofrequency electromagnetic fields.

Methods

The study was performed as a double-blind, sham-controlled experiment in the sleep laboratory with exposure conditions delivered in a counterbalanced randomized cross-over design. In a sample of 34 healthy young men (20–30 years) sleep parameters assessed by self rating questionnaires. Macro- and microstructure of sleep were measured by polysomnography. Furthermore, a possible impact on sleep related memory consolidation was tested. To do so, declarative, procedural and emotional memory tasks were used. All participants spent five nights in the sleep laboratory. The first night served as a screening night for sleep disorders and as an adaptation to the lab environment. The experimental night (nights three and five), in which either Wi-Fi or sham exposure were applied over the whole night (8 hours) were immediately preceded by a night without any intervention in the lab (baseline nights). Exposure was delivered by a specially developed system (see Fig. 1). This allowed for a double-blind implementation and monitoring as well as for the realization of defined exposure parameters. Field strengths and signals exposing a subject sleeping in the close proximity of a Wi-Fi access

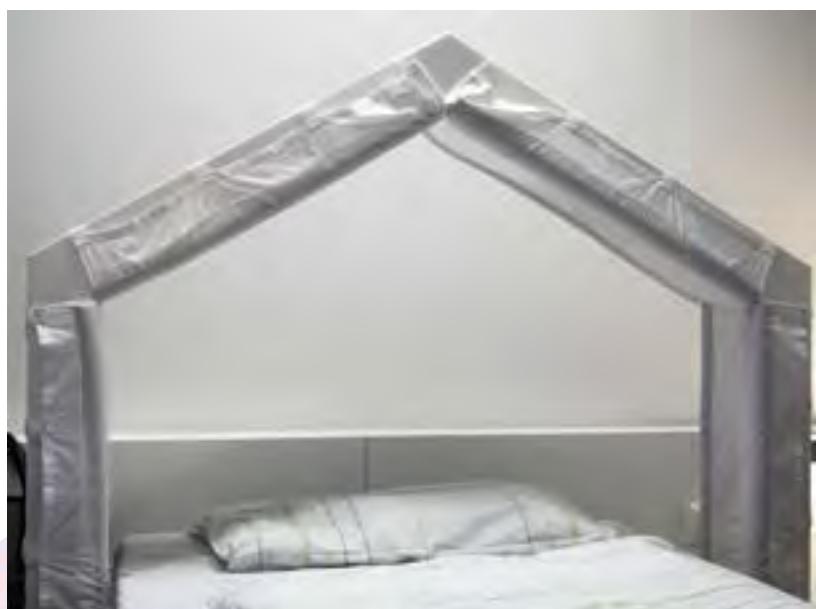


Abbildung 1: Expositionssanlage: sechs kommerziell erhältliche Wi-Fi-Patch-Antennen im Abstand von 60° entlang einer Kreisbahn mit 0,6 m Radius gewährleisten eine möglichst einheitliche Exposition des Kopfes.

Figure 1: Exposure system: six commercially available Wi-Fi patch antennas positioned every 60° along a virtual circle with 0.6 m radius ensure a as uniform as possible head exposure.

nierte Expositionenparameter erreicht werden. Es wurden Feldstärken und Signale eines in der Nähe einer schlafenden Person installierten WLAN-Access Points nachgebildet. Die Frequenz des Wi-Fi-Expositionssignals betrug 2,45 GHz. Die über 10 g Gewebe gemittelte maximale räumliche spezifische Absorptionsrate im Kopf (psSAR10g) wurde auf 25 mW/kg (während Wi-Fi-Übertragungsbursts) bzw. 6,4 mW/kg gemittelt über 6 min begrenzt. Im Hirngewebe entspricht dies psSAR10g Werten von höchstens 3,5 mW/kg (Maximum während der Bursts) und höchstens 0,9 mW/kg (über 6 min gemittelt). Diese SAR-Werte können in einem realistischen Worst-Case Scenario durch eine von WLAN-Geräten verursachte Exposition im Bereich 2,45 GHz entstehen. Für detaillierte Informationen sei auf (Schmid et al. 2020) verwiesen.

Ergebnisse

Die Auswertung erfolgte zunächst für Effekte auf den Schlaf. Hierzu wurden die Daten aller 34 jungen Männer der Stichprobe herangezogen. Eine Wi-Fi-Exposition während der gesamten Nacht zeigte weder auf subjektive Schlafparameter noch auf objektive Parameter, welche die Makrostruktur des Schlafs beschreiben, einen signifikanten Einfluss (Abb. 2). Eine Analyse der schlafstadienspezifischen Powerspektralwerte des Schlaf-EEGs zeigte unter Wi-Fi-Exposition im Vergleich zu Sham eine Reduktion der globalen Power im Alpha Frequenzband (8,00–11,75 Hz) im NREM Schlaf (Abb. 3). Eine detaillierte Beschreibung und Diskussion der Ergebnisse findet sich bei Danker-Hopfe et al. (2020).

point were simulated. The frequency of the Wi-Fi signal was at 2.45 GHz, the peak spatial specific absorption rate at head locations, averaged over any 10 g tissue (psSAR10g) was limited to 25 mW/kg maximum (Wi-Fi transmission burst) or 6.4 mW/kg for an average over 6 min, respectively. For brain tissues the corresponding values of psSAR10g were 3.5 mW/kg (maximum during burst) or 0.9 mW/kg (6 min average). These SAR values can be considered as a realistic worst case exposure from 2.45 GHz Wi-Fi devices in practice. For more details please see Schmid et al. (2020).

Results

First, effects on sleep were analysed. For this approach complete for 34 subjects was used. A whole night Wi-Fi exposure did neither show a statistically significant effect on subjective sleep parameters nor on objective parameters describing the macrostructure of sleep (see Fig. 2). An analysis of sleep stage-specific power spectral values of the sleep EEG revealed a reduction of global EEG power in the alpha frequency band (8.00–11.75 Hz) during NREM sleep under acute Wi-Fi exposure compared to sham (see Fig. 3). For a more detailed description and discussion of these results, see Danker-Hopfe et al. (2020).

The evaluation of a possible impact on sleep dependent memory consolidation and related sleep parameters (the power of slow oscillations, spindle density and EEG-Power in the spindle frequency range) is based on data from 30 subjects since due to protocol deviations in the mem-

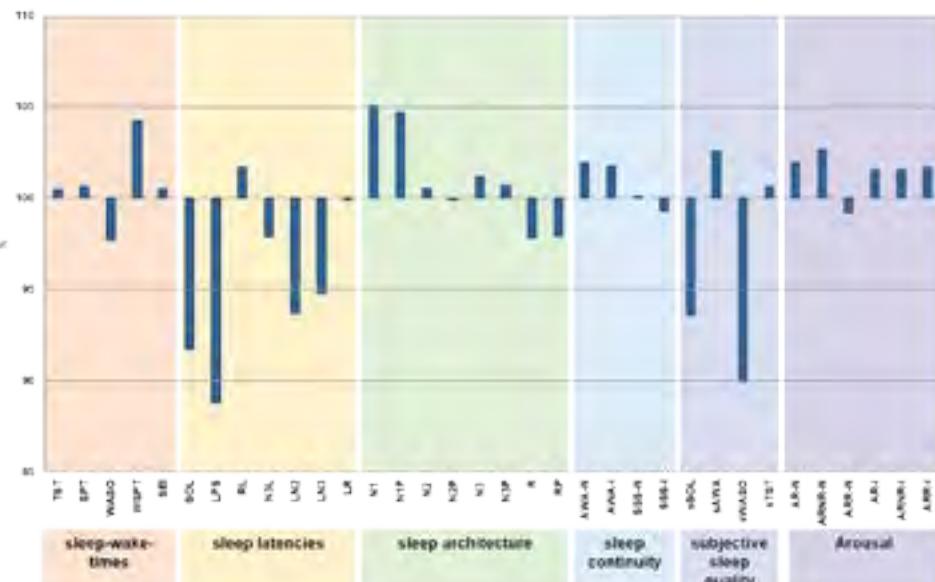


Abbildung 2: Effekte auf die Makrostruktur des Schlafs.
Die unter Wi-Fi-Exposition beobachteten Werte in % der Merkmalsausprägung unter der Sham-Bedingung.

TST: Gesamtschlafzeit / **SPT:** Schlafperiodenzeit / **WASO:** Wach nach Schlafbeginn / **WSPT:** Wach innerhalb der Schlafperiodenzeit / **SEI:** Schlafeffizienz-Index / **SOL:** Schlaflatlentz / **LPS:** Latenz bis zum Auftreten von 10 min konsekutivem Schlaf / **RL:** Zeit vom Einschlafen bis zum Auftreten von REM-Schlaf / **N3L:** dito bis Tiefschlaf / **LN2:** Zeit ab «Licht aus» bis Auftreten von Schlafstadium / N2, **LN3:** dito bis N3 / **LR:** dito bis REM-Schlaf / **N1, N2, N3, R:** Anteil der Schlafstadien in Minuten / **N1P, N2P, N3P, RP:** dito in % der Gesamtschlafzeit / **AWA-N:** Gesamtzahl der Aufwachereignisse / **AWA-I:** dito pro Stunde Schlaf / **SSS-N:** Anzahl der Schlafstadienwechsel / **SSS-I:** dito pro Stunde Schlaf / **sSOL:** subjektive Schlaflatlentz / **sAWA:** subjektive Aufwachereignisse / **sWASO:** subjektive Wachzeit nach Schlafbeginn / **sTST:** subjektive Gesamtschlafzeit / **AR-N:** Gesamtzahl der Arousal in der Gesamtschlafzeit / **ARNR-N:** dito im NREM-Schlaf / **ARR-N:** dito im REM-Schlaf / **AR-I:** dito pro Stunde Gesamtschlafzeit / **ARNR-I:** dito pro Stunden NREM-Schlaf / **ARR-I:** dito pro Stunde REM-Schlaf

TST: total sleep time / **SPT:** sleep period time / **WASO:** wake within the sleep period timet / **SEI:** sleep efficiency index / **SOL:** sleep onset latency / **LPS:** latency to persistent sleep / **RL:** time from sleep onset until occurrence of stage R sleep / **N3L:** dito until deep sleep / **LN2:** time from "lights out" to the occurrence of stage 2 / **LN3:** dito until stage N3 / **LR:** dito until stage R / **N1, N2, N3, R:** sleep stages in minutes / **N1P, N2P, N3P, RP:** dito in % of total sleep time / **AWA-N:** number of awakenings / **AWA-I:** dito per hour sleep / **SSS-N:** number of stage shifts / **SSS-I:** dito per hour sleep / **sSOL:** subjective soöep latency / **sAWA:** subjective number of awakenings / **sWASO:** subjective wake after sleep onset / **sTST:** subjective total sleep time / **AR-N:** number of arousal during total sleep time / **ARNR-N:** dito during NREM sleep / **ARR-N:** dito during REM sleep / **AR-I:** dito per hour og total sleep time / **ARNR-I:** dito per hour of NREM sleep / **ARR-I:** dito per hour of REM sleep

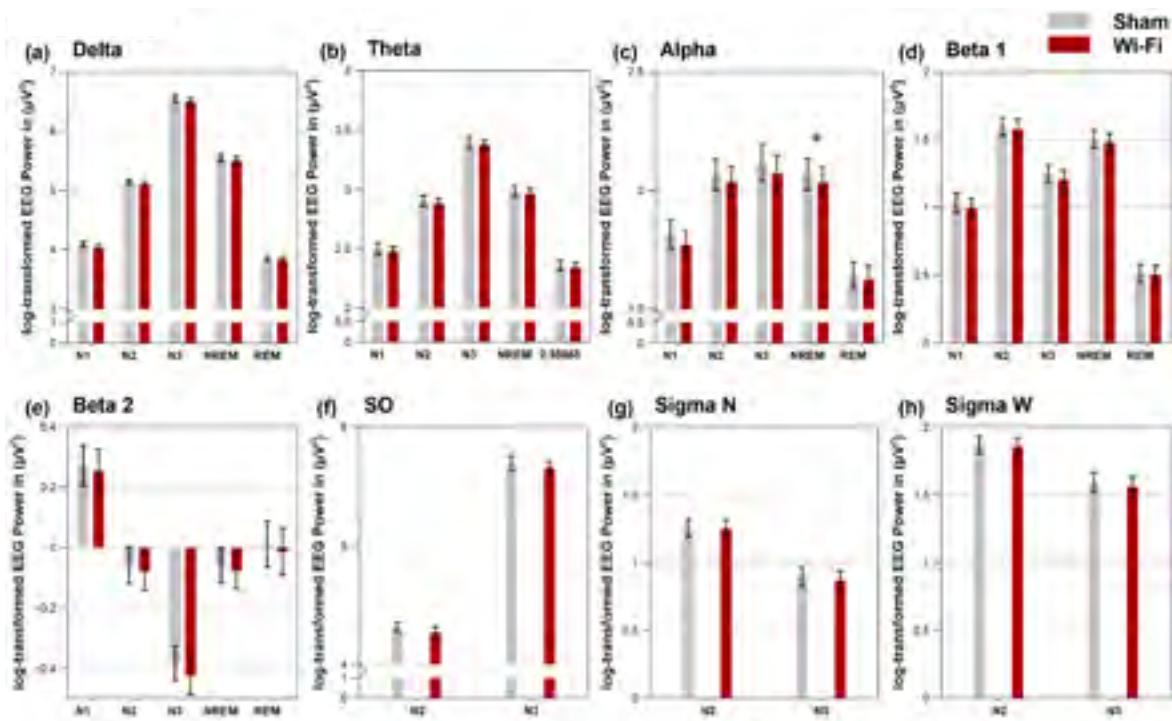


Abbildung 3: Effekte auf Powerspektralwerte des Schlaf-EEGs nach Frequenzbändern.
(a)–(e): n = 34, (f)–(h): n = 30 und Schlafstadien. SO: langsame Oszillationen, Sigma-N: enger Spindelfrequenzbereich (12–14 Hz), Sigma-W: breiter Spindelfrequenzbereich (11–16 Hz).

Figure 3: Effects on power of the sleep EEG by frequency bands.

(a)–(e): n = 34, (f)–(h): n = 30 and sleep stages. SO: slow oscillations, sigma-N: narrow spindle frequency range (12–14 Hz), sigma-W: wide spindle frequency range (11–16 Hz).

Für die Auswertung eines möglichen Einflusses der Exposition auf die schlafbezogene Gedächtniskonsolidierung und relevante Parameter des Schlafs (die Power langsamer Oszillationen, Spindeldichte sowie die EEG-Power im Spindelfrequenzbereich) standen nur Daten von 30 Personen zur Verfügung, da bei der Durchführung der Gedächtnisaufgaben bei vier Versuchspersonen Protokollabweichungen aufgetreten waren. Die daraus resultierende Abweichung von einem balancierten Design fand in der statistischen Auswertung Berücksichtigung.

Die Power langsamer Oszillationen und die Power im Spindelfrequenzbereich sowie die Spindeldichte zeigten keine von der Exposition abhängigen signifikanten Variationen (Abb. 3 und 4). Während die Veränderungen über Nacht beim emotionalen und prozeduralen Gedächtnis ebenfalls nicht in Abhängigkeit von der Exposition variierten, war die Verbesserung des deklarativen Gedächtnisses über Nacht unter Wi-Fi statistisch signifikant stärker ausgeprägt als unter Sham (siehe Abb. 5).

ory tasks fours subjects had to be excluded from analysis. The resulting deviation from a counterbalanced design was taken into account in the statistical analysis.

The power of slow oscillations and the power in the spindle frequency ranges as well as spindle density did not show any significant exposure-related variations (see Fig. 3 and 4). While overnight changes in emotional and procedural memory did also not vary with exposure, the overnight improvement in declarative memory was statistically significantly more pronounced under Wi-Fi than under sham (see Fig. 5). More detailed information is provided in a manuscript, which is submitted for publication (Bueno-Lopez et al.).

Discussion

The results of the present human experimental study are well in line with other neurophysiological studies showing that acute RF-EMF

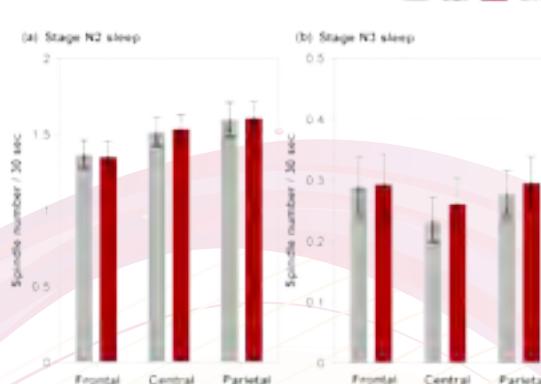


Abbildung 4: Effekte einer Wi-Fi-Exposition auf die Spindeldichte in den Schlafstadien N2 und N3 nach Gehirnregionen.

Figure 4: Wi-Fi exposure effects on sleep spindle density in sleep stages N2 and N3 by brain regions.

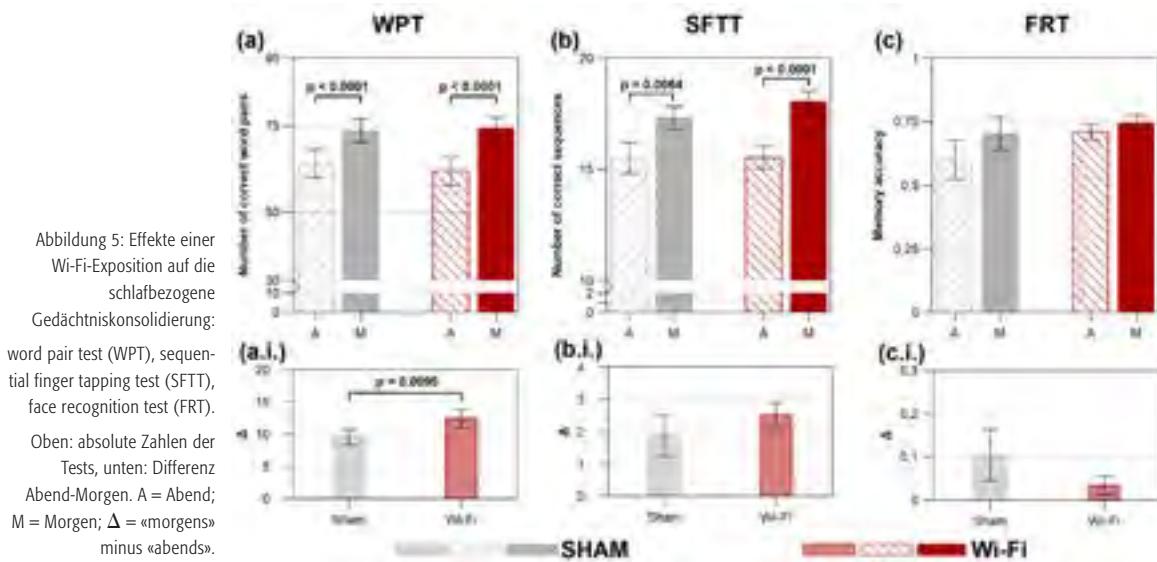


Figure 5: Wi-Fi exposure effects on sleep dependent memory consolidation.

word pair test (WPT), sequential finger tapping test (SFTT), face recognition test (FRT).

Top: absolute numbers, bottom: difference between evening and morning. A = evening; M = morning; Δ = «morning» minus «evening».

Detaillierte Ausführungen finden sich in einem zur Publikation eingereichten Manuskript (Bueno-Lopez et al.).

Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden experimentellen Studie stehen in Einklang mit anderen neurophysiologischen Studien, die zeigen, dass eine akute Hochfrequenzexposition keinen konsistenten Einfluss auf die Makrostruktur des Schlafes hat. Die unter Wi-Fi beobachteten leichten physiologischen Veränderungen der EEG-Power spiegeln sich weder in der subjektiv wahrgenommenen Schlafqualität noch in der objektiv gemessenen Makrostruktur des Schlafs wider. Unabhängig von der Expositionsbedingung zeigten sich am Morgen im Vergleich zum Abend bessere Leistungen in allen Gedächtnistests. Die Beobachtung, dass diese Verbesserung beim deklarativen Gedächtnistest unter Wi-Fi-Exposition statistisch signifikant ausgeprägter war als unter Sham, fand jedoch keine Entsprechung in den auf physiologischer Ebene beobachteten Ergebnissen. Langsame Oszillationen und die Power im Sigma-Frequenzband, die im Zusammenhang mit deklarativen Gedächtnisprozessen diskutiert werden, waren nicht von der Exposition beeinflusst. Aufgrund dieser Inkonsistenzen könnte dieser Effekt auf die deklarative Gedächtnisleistung als Zufallsbefund gewertet werden. In einer konfirmatorischen Replikationsstudie könnte überprüft werden, ob sich die Beobachtung bestätigen lässt. Insgesamt lassen sich die Ergebnisse nicht im Sinne eines schlafstörenden Effekts von Wi-Fi-Exposition interpretieren.

exposure does not have a consistent effect on the macrostructure of sleep. The slight physiological changes in EEG power observed under Wi-Fi are reflected neither in the subjectively perceived sleep quality nor in the objectively measured macrostructure of sleep. Regardless of the exposure condition, all memory tests showed better performance in the morning compared to the evening. However, the observation that the overnight improvement in the declarative memory test was statistically significantly more pronounced under Wi-Fi exposure than under sham was not supported by the results observed at the physiological level. EEG power values in the slow oscillations and in the sigma frequency band, which are discussed to be involved in declarative memory processes, were not affected by exposure. Due to these inconsistencies, effect on declarative memory could be considered to be a random finding. A confirmatory replication study could be used to check whether the observation can be confirmed. Overall, the present results are not indicative of a sleep disturbing effect of Wi-Fi exposure.

References

- Schmid G., Hirtl R., Bueno-Lopez A., Dorn H., Eggert T. and Danker-Hopfe H. (2020): Design and dosimetric analysis of an exposure facility for investigating possible effects of 2.45 GHz Wi-Fi signals on human sleep. Bioelectromagnetics; 41(3):230–40. doi:10.1002/bem.22256.
- Danker-Hopfe H., Bueno-Lopez A., Dorn H., Schmid G., Hirtl R. and Eggert T. (2020): Spending the night next to a router – Results from the first human experimental study investigating the impact of Wi-Fi exposure on sleep. International Journal of Hygiene and Environmental Health; 228:113550. doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113550.
- Bueno-Lopez A., Eggert T., Dorn H., Schmid G., Hirtl R. and Danker-Hopfe H. (2020): Effects of 2.45 GHz Wi-Fi exposure on sleep-dependent memory consolidation. Submitted.

Authors

Heidi Danker-Hopfe¹, Hans Dorn¹, Gernot Schmid², Ana Bueno-Lopez¹, Torsten Eggert¹, Rene Hirtl², Richard Überacher²

¹ Charité – Universitätsmedizin Berlin, corporate member of Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, and Berlin Institute of Health, Competence Center for Sleep Medicine, Berlin, Germany.

² Seibersdorf Laboratories, Vienna, Austria

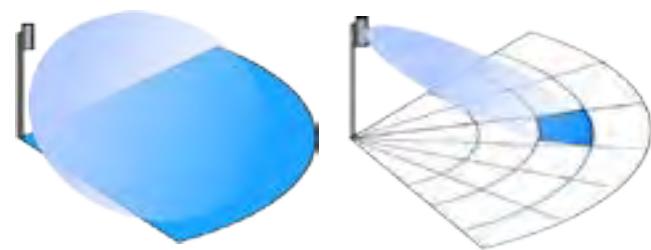
Dossier: Adaptive Antennen

Was sind adaptive Antennen?

Die bislang im Mobilfunk eingesetzten Antennen sind statischer Natur: Die Hardware fixiert weitgehend, wie die Leistung in den Raum abgestrahlt wird. Das Muster lässt sich nur marginal verändern. Adaptive Antennen (manchmal auch smarte oder intelligente Antennen genannt), können dagegen ihre Abstrahlung in den Raum dynamisch regeln und den Aufenthaltsorten von Nutzern anpassen.

und 25° , der vertikale um 10° . Je nach Situation können aber auch ganz andere Winkel nötig sein – z.B. wenn man ein Hochhaus erschliessen will.

Eine adaptive Antenne kann heute bis 256 solcher Traffic-Beams haben. Für die Kommunikation mit einem Nutzer wird derjenige ausgewählt, der die beste Verbindungsqualität sicherstellt. Bewegt sich der Nutzer oder ändert sich die Verbindungsqualität, wird nachjustiert. Die Regulierungsgeschwindigkeit liegt im Millisekunden-Bereich.



Schematische Darstellung der Abstrahlcharakteristik einer statischen Antenne (links) und eines ausgewählten Traffic-Beams einer adaptiven Antenne (rechts). [Quelle: (1)]

Welche Typen von adaptiven Antennen gibt es?

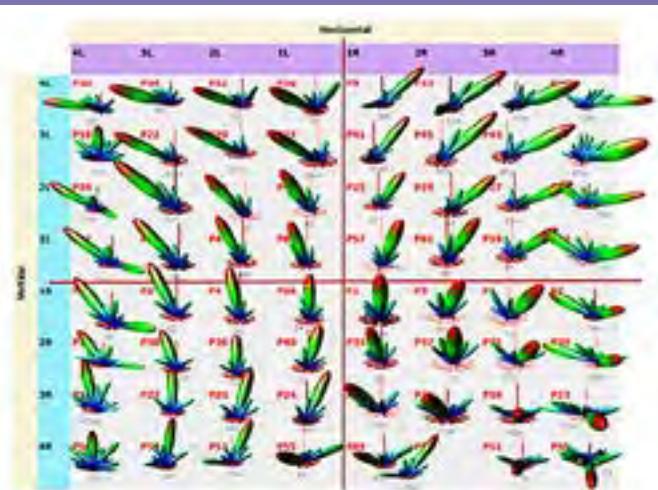
Die erste Generation wird noch nicht alle technischen Möglichkeiten der Strahlungssteuerung (sog. «beamforming») nutzen. Zum Einsatz kommen Antennen, die viele einzelne Traffic-Beams mit vordefinierten Abstrahlrichtungen besitzen und den zu versorgenden Raum vollständig abdecken. Aktiv werden nur die Beams sein, die gerade mit einem Nutzer kommunizieren. Im Unterschied zu den statischen Antennen werden deshalb alle Orte, wo sich keine Nutzer aufhalten, weitgehend immisionsfrei bleiben. Für die Zukunft ist vorgesehen, auch Antennen einzusetzen, deren Traffic-Beams sich je nach Situation in real-time dynamisch fokussieren und ausrichten lassen.

Wie funktioniert die technische Kommunikation?

Der sog. Broadcast-Beam definiert das Empfangsgebiet einer Antenne und stellt die einzelnen Verbindungen zu den Nutzern sicher. Es gibt Antennen, die nur einen, den ganzen Einzugsbereich der Antenne abdeckenden Beam verwenden, und solche, die für die Signalisation mehrere (z. B. drei) räumlich unterschiedlich ausgerichtete und sich in der Abdeckung ergänzende Broadcast-Beams einsetzen.

Wie stark darf eine adaptive Antenne senden?

Bis eine Vollzugsempfehlung für adaptive Antennen vorliegt, gelten die für statische Antennen definierten Bewertungsmethoden. Diese basieren auf dem Worst-Case-Prinzip. Dabei wird die maximale Sendeleistung einer Anlage begrenzt. Für adaptive Antennen wird deshalb angenommen, dass alle Keulen gleichzeitig in alle Richtungen maximal stark senden, wobei diese maximale Sendestärke eines Beams durch die Keule festgelegt wird, die das am nächsten bei der Anlage liegende OMEN bedient (OMEN: Orte mit empfindlicher Nutzung. Dazu zählen etwa: Wohnungen, Schulen, Spitäler, Büros, etc.). Dabei muss der Anlagengrenzwert erfüllt sein.



3-D-Darstellung von 64 Ausrichtungen einer adaptiven 8x8-Antenne. [Quelle: (2)]

Was bedeutet diese Regelung für den Betrieb einer adaptiven Antenne?

Mit dieser Regelung können adaptive Antennen nicht optimal genutzt werden, denn das nächstgelegene OMEN definiert für alle Beams die maximale Sendeleistung. Die Antenne kann also nicht in einen Raumsektor, in dem sich kein OMEN befindet, stärker senden. Kommt hinzu, dass die einzelnen Beams – im Unterschied zu statischen Antennen – nicht dauernd senden, sondern nur bei Bedarf. Die heutige anzuwendende Worst-Case-Berechnung resultiert damit in einer Überschätzung der Immissionen. Messungen und Berechnungen zum Alltagsbetrieb von smarten Antennen gehen davon aus, dass die Strahlung im Durchschnitt etwa 10–20 % des oben erwähnten (durch die NISV limitierten) theoretischen Maximums beträgt.

Kann die Einhaltung der Grenzwerte durch Messung geprüft werden?

Die vom METAS (siehe auch Interview auf Seite 10) am 18.2.2020 veröffentlichte Messmethode gewährleistet eine zuverlässige Messung der Felder adaptiver Antennen (<6 GHz). Das Institut empfiehlt die Messung des technischen Kanals (Signalisationskanal SSS). Weil der Funkstandard genau festlegt, wie die technische und wie die Traffic-Kommunikation abzuwickeln ist, kann aus der Messung der Feldstärke des Signalisationskanals die Feldstärke der dazugehörigen Verkehrskanäle bei maximaler Auslastung berechnet werden. Für die Hochrechnung werden zudem Korrekturfaktoren verwendet, um Immissionswerte nicht zu unterschätzen. Wie bei statischen Antennen üblich werden die Feldmaxima mit der Schwenkmethode bei maxhold ermittelt.



Horizontales und vertikales Beamforming. [Quelle: (2)]

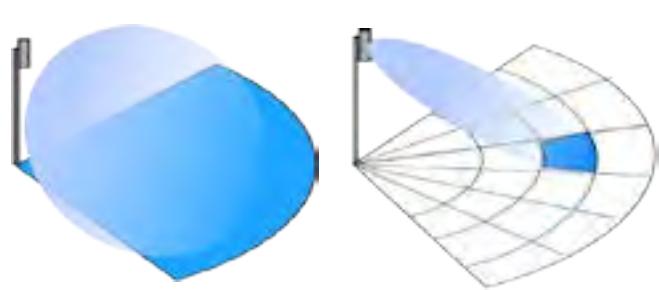
Wie funktioniert die Kommunikation von Nutzerdaten?

Die Kundendaten werden über Verkehrskanäle versendet. Diese nutzen die eingangs erwähnten Traffic-Beams, von denen jeder nur einen kleinen Teil des Einzugsgebietes der Antenne abdeckt. Richtung und Fokussierung sind fix eingestellt. Typischerweise beträgt der horizontale Winkel zwischen 10°

Dossier: Adaptive antennas

What are adaptive antennas?

The antennas used so far in mobile communications are static in nature: the hardware largely determines how the signals are emitted into space. The pattern can only be changed marginally. Adaptive antennas (sometimes also called smart or intelligent antennas), on the other hand, can dynamically change their radiation pattern and adapt it to the whereabouts of users.



Schematic representation of the radiation pattern of a static antenna (left) and a selected traffic beam of an adaptive antenna (right). [Source: (1)]

What types of adaptive antennas are there?

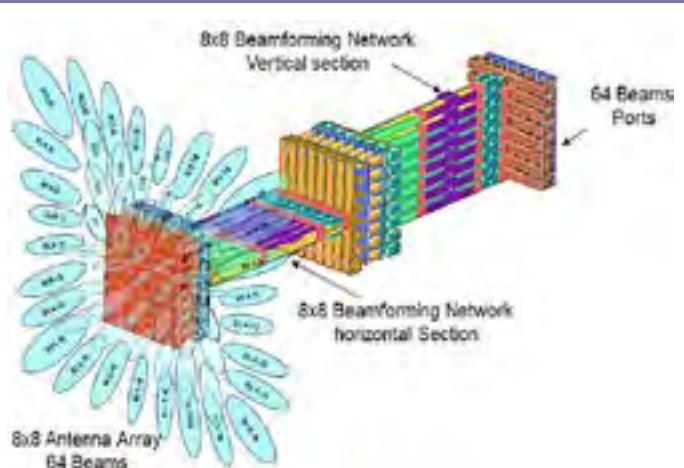
The first generation will not yet use all the technical possibilities of radiation control (so-called "beamforming"). Antennas are used which have many individual traffic beams with predefined radiation directions which completely cover the area to be supplied. Only the beams that are currently communicating with a user will be active. In contrast to static antennas, places where there are no users will therefore remain largely radiation-free. For the future, it is planned to also use antennas with traffic beams that can be dynamically focused and aligned in real-time.

How does the technical communication work?

The so-called broadcast beam defines the reception area of an antenna and ensures the individual connections to the users. There are antennas that use a single beam that covers the entire catchment area of the antenna and others that use several (e. g. three) beams with complementary coverage.

What signal strength may an adaptive antenna have?

Until an implementation recommendation for adaptive antennas is available, the evaluation methods defined for static antennas must be used, which are based on the worst-case principle. Here, the maximum transmission power of an installation is limited. For adaptive antennas, it is therefore assumed that all beams transmit simultaneously in all directions at the same maximum strength. This maximum transmission strength is determined by the beam serving the "sensitive area" closest to the base station site. This beam has to meet the installation limit value.



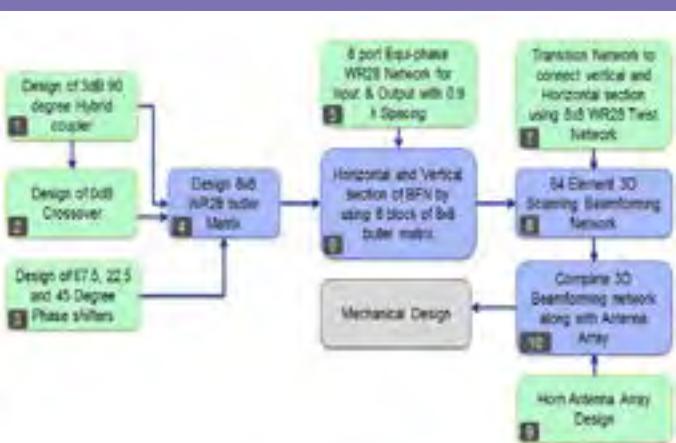
3-D waveguide beamforming phased array system. [Source: (2)]

What does this regulation mean for the operation of an adaptive antenna?

With this regulation, adaptive antennas cannot be used optimally, because the nearest "sensitive area" defines the maximum transmission power for all beams. The antenna cannot therefore transmit more strongly in a sector where there is no "sensitive areas". In addition, because the individual beams – in contrast to static antennas – do not transmit continuously, but only when required, the worst-case calculation to be applied results in an overestimation of emissions. Measurements and calculations on the everyday operation of smart antennas assume that the radiation is on average about 10–20 % of the theoretical maximum (limited by the regulation) mentioned above.

Can compliance with the limit values be checked by measurement?

The measurement method published by METAS (see also interview on page 10) on 18 February 2020 ensures reliable measurement of the fields of adaptive antennas (<6 GHz). The Institute recommends measuring the technical channel (signalling channel SSS). Because the radio standard defines exactly how technical and traffic communication is to be handled, the field strength of the associated traffic channels can be calculated from the measurement of the field strength of the signalling channel at maximum load. For extrapolation, correction factors are also used in order not to underestimate emission values. As usual with static antennas, the field maxima are determined with the sweep method at maxhold.



Design process of 64 beam Phased Array System. [Source: (2)]

How does the communication of user data work?

The customer data is sent via traffic channels. These use the above-mentioned traffic beams, each of which covers only a small part of the antenna's catchment area. Direction and focus are fixed. Typically, the horizontal angle is between 10° and 25° and the vertical angle is around 10°. Depending on the situation, however, completely different angles may be necessary – e. g. if you want to supply a high-rise building.

Today, an adaptive antenna can have up to 256 traffic beams. The antenna with the best signal quality is selected for communication with a user. If the user moves or the signal quality changes, readjustments are made at a speed in the millisecond range.

Quellen/Sources

- (1) www.emf.ethz.ch/fileadmin/redaktion/public/downloads/3_angebot_veranstaltungen/AA_Henschke.pdf
- (2) Pandey A.K. (2016): Design of a compact high power phased array for 5G FD-MIMO System at 29 GHz. Proceedings of the Asia-Pacific Microwave Conference 2016, New Delhi. IEEE. ISSN: 2165–474.

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.

Berufliche Magnetfeldexposition und neurodegenerative Erkrankungen

Gunnarsson L.-G., Bodin L. (2019): Occupational exposures and neurodegenerative diseases – A systematic literature review and meta-analyses. International Journal of Environmental Research and Public Health, 16, 337; doi: 10.3390/ijerph16030337.



Studie und Ergebnisse

In dieser Meta-Analyse wird die Evidenz aus bisher veröffentlichten Studien zum Zusammenhang zwischen beruflicher Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern und dem Risiko, an ALS (Amyotrophe Laterale Sklerose), Parkinson oder Alzheimer zu erkranken, genauer untersucht.

Die Daten werden verglichen mit den Befunden zu zwei anderen Risikofaktoren, nämlich Exposition gegenüber Pestiziden und Exposition gegenüber Metallen.

Die Analysen berücksichtigen nur Studien mit guter wissenschaftlicher Qualität. Zu Magnetfeldern wurden 16, zu Pestiziden 31 und zu Metallen 14 Artikel verwendet.



Die Resultate wurden auf mögliche Verzerrungen, insbesondere hinsichtlich des sog. publication bias, getestet (publication bias: wenn Zeitschriften dazu neigen, nur Studien zu veröffentlichen die ein erhöhtes Risiko zeigen und Arbeiten mit «Nullresultat» als unattraktiv anzusehen).

Für Magnetfelder errechneten die Autoren hinsichtlich ALS und Alzheimer leicht erhöhte Risiken und konstatierten publication biases, für Parkinson zeigte sich kein Zusammenhang und kein publication bias.

Die Analyse zeigte weiter, dass die Publikationspräferenzen bei ALS und Alzheimer v. a. für Arbeiten vor 2005 das Bild verzerrten. In den Arbeiten ist ein zeitlicher Trend hin zu abnehmenden Risiken festzustellen.



Die Autoren beziffern das Risiko, wegen beruflicher Magnetfeld-Exposition eher an ALS oder Alzheimer zu erkranken als nichtexponierte Berufstätige auf ca. 10 %.

Bei Pestiziden ergaben sich zu den drei Endpunkten stärkere Risikozusammenhänge (sowie stärkere publication biases) als bei Magnetfeldern. Bei Metallen zeigte sich nur für ALS ein erhöhtes Risiko, wobei dieses v. a. auf Blei zurückzuführen ist.

Die Risikoschätzer betrugen für beide Faktoren um 50 %.

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.

Occupational Exposure to ELF fields and neurodegenerative diseases

Gunnarsson L.-G., Bodin L. (2019): Occupational exposures and neurodegenerative diseases – A systematic literature review and meta-analyses. International Journal of Environmental Research and Public Health, 16, 337; doi: 10.3390/ijerph16030337.



Study and Results

In this meta-analysis, published data about an association between ALS (amyotrophic lateral sclerosis), Alzheimer's and Parkinson's disease and occupational exposure to ELF magnetic fields was pooled to derive weighted risk estimates. The paper included as additional risk factors exposures to metals and pesticides.

The analysis considered only papers of high scientific quality. Due to this, the final sample of studies is smaller compared to other published meta-analyses.

The authors used 16 studies on ELF exposure, 31 studies on pesticide and 14 on metal exposure.

The authors investigated the possibility of publication bias (publication bias: the preference of journals to publish study results with positive risk-estimates in contrast to null-results).

The authors found a 10% elevated risk for ALS or Alzheimer's disease after occupational exposure to low-frequency EMFs. For Parkinson's disease no increased risk was calculated.

The weighted risk from studies published in 2005 or later was 1.12 and there was no publication bias for this period. The weighted risk estimate for earlier publications was 1.53 and hampered by an evident publication bias indicating that the true risk-increase was closer to 10%.



Concerning pesticides, the associations to the scrutinized neurodegenerative diseases was stronger compared to ELF, however, there was also a more pronounced publication bias.

Regarding metals, lead came out to be the significant exposure increasing the risk of both ALS and Parkinson's disease.

The risk estimates for pesticides and lead were about 50 % elevated.



KOMMENTAR VON DR. ANKE HUSS

Dr. Anke Huss ist Umweltepidemiologin am Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS) der Universität Utrecht. Sie ist auf die Bewertung von Expositionen verschiedener Umweltfaktoren auf die menschliche Gesundheit spezialisiert. Sie ist Senior Scientist und in einer ganzen Reihe an Studien der Europäischen Union auf dem Gebiet der Umweltgesundheit beteiligt.



Fragen an Dr. Huss

FSM: Frau Huss, welches sind die Stärken dieser Meta-Analyse?

AH: Die Autoren haben soweit möglich probiert, sich alle Studien anzusehen und haben diese statistisch zusammengefasst. Ein solcher Ansatz gibt einen Überblick über den momentanen wissenschaftlichen Stand zu einer Fragestellung.

In diesem Fall waren es sogar drei Fragestellungen, nämlich mögliche Zusammenhänge zwischen beruflichen Expositionen gegenüber Magnetfeldern, Pestiziden oder Metallen und den neurodegenerativen Erkrankungen Parkinson, Alzheimer oder ALS.

FSM: Wo sehen Sie Schwächen?

AH: Metaanalysen schauen sich häufig an, ob kleinere Studien stärkere Gesundheitseffekte berichten als grosse Studien. In einem solchen Fall wird dieser Unterschied als Verzerrung wahrgenommen und es wird davon ausgegangen, dass die grösseren Studien «recht haben».

Dem liegt die Idee zugrunde, dass kleinere Studien, die kein Risiko zeigen, eher nicht publiziert würden – was dann insgesamt zu einer Überschätzung des Risikos führt. Daher im Englischen der Begriff «publication bias». Bei Beobachtungsstudien, wie sie hier vorliegen, ist jedoch eher zu erwarten, dass kleinere Studien die Exposition präziser feststellen können als grosse. So können eventuell alle Studienteilnehmer einer Fall-Kontroll-Studie zu ihrem kompletten Berufsleben befragt oder in einer Kohortenstudie Messungen an Arbeitsplätzen durchgeführt werden.

Sehr grosse Studien sind dagegen häufig basiert auf Registerdaten. In solchen Registern sind meist wichtige zusätzliche Informationen zur Exposition nicht vorhanden und können auch schlachtweg nicht erhoben werden.

Im Allgemeinen führt eine bessere Erfassung der Exposition zu einer realistischeren Einschätzung von möglichen Gesundheitseffekten. Bei der Interpretation von Studienergebnissen ist es daher wichtiger, sich die Qualität der Expositionsabschätzung anzusehen als die Studiengrösse.



FSM: Kann man die Präzision einer epidemiologischen Studie über die Standardabweichung definieren, wie das die Autoren tun?

AH: Standardabweichungen, oder in diesem Fall Konfidenzintervalle, spiegeln die statistische Präzision der Schätzung des Gesundheitseffektes wider. Normalerweise haben grosse Studien eine höhere statistische Präzision.

Das muss jedoch nicht bedeuten, dass sie auch die besseren Studien sind. Wie gesagt, ist dafür die Genauigkeit der Expositionsabschätzung wichtiger. Die wiederum lässt sich eher qualitativ aus dem Methodenteil einer Arbeit ablesen als quantitativ am Konfidenzintervall.

FSM: Was bedeutet das denn jetzt?

AH: Diese systematische Überblicksarbeit zeigt, dass berufliche Expositionen gegenüber Magnetfeldern, Pestiziden und Metallen wahrscheinlich mit leicht erhöhten Risiken neurodegenerativer Erkrankungen einhergehen. Die Berechnung des Umfangs des Risikos ist mit Unsicherheiten behaftet. Da es sich jedoch um unheilbare Erkrankungen handelt, ist es aus präventiven Gründen trotzdem sinnvoll die Belastung am Arbeitsplatz gering zu halten.

COMMENTARY

DR. ANKE HUSS

Dr. Anke Huss is an environmental epidemiologist working at the Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS) at Utrecht University. She is specialized in assessing exposures from a range of environmental agents and has been principal investigator and senior scientist in a large number of European Union funded studies in the field of environmental health.



Questions to Dr. Huss

FSM: Anke Huss, what are the strengths of this meta-analysis?

AH: As far as possible, the authors have tried to analyse and summarise all available studies on this topic. Such an approach provides an overview of the current scientific evidence of a topic.

In this case, there were even three topics, namely possible associations between occupational exposures to magnetic fields, pesticides or metals and the neurodegenerative diseases Parkinson, Alzheimer and ALS.

FSM: Where do you see weaknesses?

AH: Meta-analyses often assess if smaller studies report stronger health effects than large studies. In such a case, this difference is perceived as a bias and it is assumed that the larger studies are "correct".

This view is based on the idea that smaller studies that show no risk tend not to be published – which in general leads to an overestimation of a risk. Hence the term "publication bias". However, for observational studies such as those presented here it is more likely that smaller studies assess the exposure more precisely than large ones. For example, all study participants in a small case-control study may be interviewed about all jobs they have ever held during their entire life, or measurements may be taken at workplaces in a small cohort study. Very large studies, however, are often based on register data.

Such registers usually do not contain important additional information on exposure and in fact this data cannot be collected easily. In general, possible health effects can be more realistically assessed with good exposure data.

When interpreting study results, it is therefore more important to consider the quality of the exposure assessment than the study size.



FSM: Is it possible to define the precision of an epidemiological study via a standard deviation, as the authors do?

AH: Standard deviations, or confidence intervals in this case, reflect the statistical precision of the health risk estimate. Normally large studies have a higher statistical precision.

However, this does not necessarily mean that they are also the better studies. As mentioned, the accuracy of the exposure assessment is more important than the study size. This, in turn, can be rather inferred qualitatively from the methods section of a paper than quantitatively from the confidence interval.

FSM: What does that mean?

AH: This systematic review shows that occupational exposures to magnetic fields, pesticides and metals are probably associated with slightly increased risks of neurodegenerative diseases. However, the magnitude of the risk is subject to uncertainties. In light of the fact that these are diseases for which no cure exists, it is nevertheless advisable for preventive reasons to keep the exposure at the workplace low.

KOMMENTAR VON PROF. DR. LEEKA KHEIFETS

Prof. Dr. Leeka Kheifets ist Professorin für Epidemiologie an der UCLA, School of Public Health. Sie ist weltweit anerkannte Expertin in der Umwelt- und Berufsepidemiologie und arbeitet derzeit in mehreren internationalen und nationalen Komitees, die Regierungen in umweltpolitischen Fragen beraten, einschließlich der wissenschaftlichen Expertengruppe der Internationalen Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP).



Fragen an Prof. Kheifets

FSM: Leeka Kheifets, trägt diese Studie zu neuen Einsichten in der Frage nach ELF-EMF und neurodegenerativen Erkrankungen bei?

LK: Was mich an dieser Meta-Analyse interessierte, war die Einbeziehung anderer Expositionen, nämlich gegenüber Pestiziden und Metallen.

Leider ist die Diskussion der Autoren über die Unterschiede in der Qualität der Expositionsbewertung, der Art der Studien und des Potenzials für Verzerrungen zwischen diesen drei verschiedenen beruflichen Expositionen sehr begrenzt.

Meiner Meinung nach besteht der grösste Nutzen der Durchführung von Meta-Analysen darin, Heterogenitätsquellen zwischen Studien zu untersuchen, falls solche vorhanden sind. Die Autoren erwähnen zwar Studienmerkmale wie Geschlecht, Finanzierungsquelle und Expositionsmerkmale, doch werden diese Ergebnisse weder dargelegt noch diskutiert.

Von Interesse wären andere potenzielle Heterogenitätsquellen, wie die Qualität der Expositionsabschätzung, die Art des Studiendesigns und das Potenzial für Verzerrungen.

In unserer eigenen Meta-Analyse untersuchten wir diese Heterogenitätsquellen, und es wäre aufschlussreich gewesen, diese über verschiedene berufliche Expositionen hinweg mit den vorliegenden Befunden zu vergleichen.

FSM: Die Aussagekraft von Meta-Analysen hängt von der Qualität der ausgewählten Einzelstudien ab. In dieser Hinsicht: Was sind die wichtigsten Einschränkungen dieser Analyse?

KK: Problematisch ist die Entscheidung der Autoren, Studien auszuschliessen, die nur auf Berufsbezeichnungen für die Expositionsabschätzung basieren (dies ist nicht klar formuliert), und welche ihrer Meinung nach eine schlechte Qualität aufweisen. Fast alle berufsbezogenen EMF-Studien verwenden für die Erfassung der Magnetfeldexposition Berufsbezeichnungen. Ferner zeigen viele Studien ein höheres Risiko für elektrotechnische Berufe als für Magnetfeldexposition.

Eine wichtige Frage ist daher, was dafür verantwortlich sein könnte. Zu den Möglichkeiten gehören Missklassifikationen der Exposition oder anderer Expositionen, die in elektrotechnischen Berufen hoch sind, wie z.B. elektrische Schläge oder Metallstaub und -dämpfe. Der Ausschluss von Studien anhand von Berufsbezeichnungen macht es unmöglich, diese Zusammenhänge zu überprüfen.



Auch der Ausschluss von Studien schlechter Qualität kann problematisch sein, da die Bewertung der Studienqualität subjektiv ist und meist auf einer Qualitätsbewertung beruht, die mehrere Komponenten zu einer einzigen Zahl zusammenfasst, was irreführend sein kann.

Stattdessen sollte man die einzelne Komponenten gesondert beurteilen oder Ausschlusskriterien im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse herleiten und nicht a priori festlegen.



Interessanterweise sind die Ergebnisse unserer Meta-Analyse, die eine viel grössere Anzahl von Studien umfasst, praktisch identisch mit den Ergebnissen dieser Meta-Analyse (siehe Tabelle «Vergleich zweier Metaanalysen»).

Vergleich zweier Metaanalysen

	ALS		Alzheimer's		Parkinson	
Publication	n	OR (95 % CI)	n	OR (95 % CI)	n	OR (95 % CI)
Vergara et.al. 2013	21	1.26 (1.10 – 1.44)	20	1.27 (1.15 – 1.40)	18	0.97 (0.91 – 1.03)
Gunnarson et.al.*, 2019	11	1.26 (1.07 – 1.50)	14	1.33 (1.07 – 1.64)	8	1.02 (0.83 – 1.26)

* Gunnarson et.al. includes several studies published after 2013 (3 for ALS, 2 for AD, 1 for Parkinson).

FSM: Wie wertvoll ist die in diesem Papier geführte Diskussion über Publikationsbias?

LK: Die Untersuchung von Publikationsverzerrungen ist immer wichtig, und ich stimme zu, dass ein Teil der erhöhten Risiken in dieser und anderen Meta-Analysen wahrscheinlich mit dem Publikationsbias erklärt werden kann.

Allerdings ist es problematisch, bei der Abschätzung der Publikationsverzerrung ALS- und Alzheimer-Studien (aber nicht Parkinson-Studien) ohne begründete Vermutungen zu kombinieren.

In Bezug auf EMF neigen die Autoren dazu, den Schätzungen aus nach 2005 veröffentlichten Studien Glauben zu schenken. Sie nehmen an, dass bei vor 2005 veröffentlichten Studien mehr Verzerrungen vorhanden sind.

Es ist nicht klar, warum dies der Fall sein sollte, da nur qualitativ hochwertige Studien einbezogen wurden. Die Autoren geben an, dass es keine Belege für einen Publikationsbias bei Studien gibt, die nach 2005 veröffentlicht wurden, aber diese Daten werden nicht dargelegt.

War die Verzerrung von Publikationen vor 2005 vor allem bei ALS-Studien, Studien zur Alzheimer-Erkrankung oder bei beiden vorhanden? Tatsächlich fanden wir in unserer Meta-Analyse bei Alzheimer-Studien stärkeren Publikationsbias als bei ALS-Studien.



Interessanterweise zeigten die Analysen tieferer Risiken für alle drei beruflichen Expositionen bei Studien, die nach 2005 veröffentlicht wurden. Auch hier scheint die Gelegenheit verpasst worden zu sein, dieses Phänomen systematisch über alle Expositionen – EMF, Pestizide und Metalle – zu untersuchen.

COMMENTARY PROF. DR. LEEKA KHEIFETS

Prof. Dr. Leeka Kheifets is a Professor of Epidemiology at the UCLA School of Public Health. She is widely known for her work in environmental and occupational epidemiology, and currently serves on several international and national committees that advise governments on environmental policy, including the Scientific Expert Group of the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP).



Questions to Prof. Kheifets

FSM: Leeka Kheifets, does this study contribute new insights to the question about ELF-EMF and neurodegenerative diseases?

LK: What was interesting to me in this meta-analysis was inclusion of other exposures, namely pesticides and metals. Unfortunately, authors' discussion on differences in quality of exposure assessment, types of studies and potential for biases among these three different occupational exposures is very limited.

Further, in my opinion, the greatest benefit of conducting meta-analysis is to examine sources of heterogeneity, if present, among studies. While authors mention study characteristics, such as gender, source of funding and exposure characteristics, these results are not presented or discussed.

Of interest would be other potential sources of heterogeneity, such as quality of exposure assessment, type of study design and potential for biases.

In our meta-analysis we examine these potential sources of heterogeneity and it would have been informative to compare them across different occupational exposures.

FSM: Findings in meta-analyses are prone to the shortcomings of the selected individual studies. In that respect: what are the most important limitations of this analysis?

LK: The decision of the authors to exclude any studies based on occupational titles alone (this is not clearly stated), and further to exclude studies they judged to be of poor quality is problematic.

Almost all occupational EMF studies rely on the occupational titles as a basic component to assign magnetic field exposure. Further, many studies find stronger risk for electrical occupations than for magnetic field exposure.

Thus, an important question is what can be responsible for this. Among possibilities are incorrect assignment of magnetic fields, or some other exposures that are high in electrical occupations, such as electric shocks or metals. Excluding studies of occupational titles alone, makes testing these hypotheses impossible.



Excluding studies based on study quality, can also be problematic, because study quality assessment is subjective and is akin to a quality score that summarizes multiple components into a single number, which can be misleading.

Instead, one should investigate individual components of quality assessment, and/or exclude poor quality studies not *a priori*, but as part of the sensitivity analyses.



Interestingly, results of our meta-analysis that includes much larger number of studies are virtually identical to the results of this meta-analysis (see table)..

Comparison of two meta-analyses

	ALS		Alzheimer's		Parkinson	
Publication	n	OR (95 % CI)	n	OR (95 % CI)	n	OR (95 % CI)
Vergara et.al. 2013	21	1.26 (1.10–1.44)	20	1.27 (1.15–1.40)	18	0.97 (0.91–1.03)
Gunnarson et.al.*, 2019	11	1.26 (1.07–1.50)	14	1.33 (1.07–1.64)	8	1.02 (0.83–1.26)

* Gunnarson et.al. includes several studies published after 2013 (3 for ALS, 2 for AD, 1 for Parkinson).

FSM: How valuable is the discussion in this paper about publication biases?

LK: Examination of publication bias is always important, and I agree that some of the excess risk in this and other meta-analysis is likely to be due to publication bias.

However, combining ALS and Alzheimer's (but not Parkinson's) studies together to examine publication bias, is based on unstated and untested assumptions and thus is problematic.

For EMF, the authors tend to believe the estimates obtained from studies published after 2005, asserting that biases and weaknesses were especially present for studies published before 2005.

It is not clear why would that be the case as only high-quality studies were included. Authors also state that there was no evidence of publication bias for studies published after 2005, but this data is not presented.

Further, was publication bias pre 2005 present mostly in ALS studies, Alzheimer's disease studies or both? In fact, in our meta-analysis we found stronger evidence of publication bias for Alzheimer's studies, as compared to ALS studies.

Interestingly, for all three occupational exposures, estimates obtained from studies published after 2005, showed lower risk. Again, it seems like a missed opportunity not to examine this phenomenon across EMF, pesticides and metals.



Projektliste | List of Funded Projects

Mehrskalige computergestützte elektromagnetische Modellierung und Validierung von elektrischem Strom- und Energiefluss in der Mikrostruktur von Hautgewebe bei mm-Wellen-Frequenzen (MicroBioEM)

Multiscale Computational Electromagnetics Modeling and Validation of Current and Energy Flows in the Skin Tissue Microstructure at mm-Wave Frequencies (MicroBioEM)

Prof. Dr. Daniel Erni / Universität Duisburg-Essen (UDE) / 01.2021–31.12.2023

Diese Studie umfasst ein genaues mehrskaliges elektromagnetisches (EM)-Gewebemodell, welches auf der zellulären Mikrostruktur ansetzt und sich in einem Bottom-up-Ansatz zu einem realistischen numerischen frequenzabhängigen Hautmodell entwickelt. Die hierbei resultierende computergestützte Mikrodosimetrie der Haut ermöglicht eine detaillierte Bewertung der EM-Exposition bei 5G/mm-Wellenfrequenzen.

This study encompasses an accurate electromagnetic (EM) multiscale skin model that is rooted in the cellular level of the tissue's microstructure and evolves within a bottom-up approach into a realistic frequency-dependent skin representation. Such computational microdosimetry of the skin allows for a detailed assessment of the EM exposure at 5G/mm-wave frequencies.

Entwicklung eines Nahfeldmesssystems und Durchführung einer Messkampagne zur Expositionserfassung von uplink und downlink (DENMACHEN)

Development of a near field measurement approach for comprehensive uplink/downlink exposure measurement and measurement campaign (DENMACHEN)

Dr. Marco Zahner, Dr. Marloes Eeftens, Prof. Dr. Martin Röösli, Dr. Maël Dieudonné / ETH Zürich, Universität Basel / 1.4.2019–31.3.2022

In dieser Studie wird ein neuartiges Mess-Pflaster entwickelt und im Rahmen einer Messkampagne evaluiert. Dieses Pflaster beinhaltet eine flexible Antenne mit RF-Detektor und kann am Kopf oder an anderen Stellen des Körpers aufgeklebt werden. Dies ermöglicht die direkte Messung der Nahfeld-Exposition, was momentan eine der grössten Lücken in der Erfassung der persönlichen RF-EMF-Exposition darstellt.

In this study, a novel plaster-based measurement device will be developed and evaluated in the framework of a measurement campaign. The device includes a flexible antenna with RF detector that can be attached to the head or other parts of the body. The direct measurement of the near-field RF-EMF exposure caused by the own mobile phone addresses a major gap in current personal RF-EMF exposure assessment.

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 Signalfäde, 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 gesundheitliche Auswirkungen von Millimeterwellen und THz-Strahlung – Studienergebnisse, Qualitätsaspekte und Wissenslücken

Biological and health related effects of millimetre 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.

Millimetre 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-1900-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 Handynutzungsverhalten von Schweizer Jugendlichen (12- bis 19-Jährige). Es werden vier Nutzertypen unterschieden: «Nicht-Nutzer», «zurückhaltende Nutzer», «engagierte Nutzer» und «Verhaltenssuchtige».

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 interdependencies.

Messung der Marktmacht im Telekommunikations-Sektor

Empirical measures of market power in the telecommunications sector

Roberto Balmer, Prof. Dr. Silvio Börner, 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 Kuh 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 Hirzellekulturen 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 Umweltsozialwissenschaften / 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 Zryd, 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 elecrtromagnetic 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, evaluiert 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

2020

Danker-Hopfe H., Bueno-Lopez A., Dorn H., Schmid G., Hirtl R., Egger T. (2020): Spending the night next to a router – Results from the first human experimental study investigating the impact of Wi-Fi exposure on sleep. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 228, July, 113550. 

Dürrenberger G., Rudin H. (2020): More on 5G: Millimetre-Waves. *ERCIM News*, 120, 46–47.

Schmid G., Hirtl R., Bueno Lopez A., Dorn H., Eggert T., Danker Hopfe H. (2020): Design and dosimetric analysis of an exposure facility for investigating possible effects of 2.45 GHz WiFi signals on human sleep. *Bioelectromagnetics*. Online DOI:10.1002/bem.22256. 

2019

Dürrenberger G., Fröhlich J., Kastenholz H. (2019): Mobilfunk – ein Risiko? Zum Stand des Wissens über mögliche gesundheitliche Wirkungen von Mobilfunkexpositionen. *Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation* FSM, Zürich. ISBN 978-3-033-07653-2

Dürrenberger G. (2019): Mobilfunk und Gesundheit – was weiss die Forschung? *Aktuelle Technik* 10/2019, 40–42

Dürrenberger G., Rudin H. (2019): 5G: A view from Switzerland. *ERCIM News*, 117, 6–7.

Fahmideh M.A., Lavebratt C., Tettamanti G., Schüz J., Röösli M., Kjaerheim K., Grotzer M.A., Johansen C., Kuehni C.E., Lannering B., Schmidt L.S., Darabi H., Feychtig M. (2019): A weighted genetic risk score of adult glioma susceptibility loci associated with pediatric brain tumor risk. *Scientific Reports*, 9, 18142. 

Niederhäusern von N., Ducray A., Zielinski A., Murbach M., Mevissen M. (2019): Effects of radiofrequency electromagnetic field exposure on neuronal differentiation and mitochondrial function in SH-SY5Y cells. *Toxicology in Vitro*, 61, 104609. 

2018

Dürrenberger G., Meya K., Schmid M., Fröhlich J. (2018): Kosmetik, Wellness und die Gesundheit – EMF-Quellen ausserhalb der Medizin. Systematische Erfassung und Charakterisierung von hoch- und niedrfrequenten Quellen einschl. Ultraschall im gewerblichen Bereich und in der Anwendung für zuhause. *BfS-RESFOR-142/18*. BfS, Salzgitter.

Dürrenberger G., Meya K., Schmid M., Fröhlich J. (2018): EMF Applications in Cosmetics and Wellness. Conference Paper. EMFMED Conference, Split.

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. 

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. 

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. 

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.

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. 

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. 

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. 

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. 

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. 

Zahner M., Fröhlich J., Dürrenberger G. (2017): Energieeffizienz und EMF-Immissionen von integrierten Induktionsladestationen. Publikation SI/50132. BFE, Bern.

2016

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

Dürrenberger G. (2016): Kriegsströme – 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., Lannering 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. 

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. 

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. 

Simko M., Remondini D., Zeni O., Scarfi R. (2016): Quality Matters: Systematic analysis of end-points 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. 

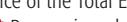
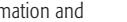
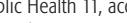
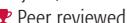
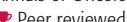
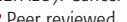
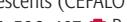
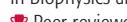
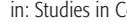
Tettamanti G., Xiao Chen S., Fahmideh M.A., Schüz J., Röösli M., Tynes T., Grotzer M.A., Johansen C., Klæboe L., Kuehni C.E., Lannering B., Schmidt L.S., Vienneau D., Feychtig M. (2016): Prenatal and postnatal medical conditions and the risk of brain tumors in children and adolescents: an international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

Vienneau D., Infanger D., Feychtig M., Schüz J., Samso Schmidt L., Harbo Poulsen A., Tettamanti G., Klæboe L., Kuehni C.E., Tynes T., Von der Weid N., Lannering 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. 

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., Lannering B., Prochazka M., Schmidt L.S., Feychtung M. (2015): CCDC26, CDKN2BAS, RTE1L, and TERT polymorphisms in pediatric brain tumor susceptibility. *Carcinogenesis*, 36, 8, 876–882. 
- 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. 
- 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. 
- 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. 
- 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. 
- ### 2013
- Andersen T.V., Schmidt L.S., Poulsen A.H., Feychtung M., Röösli M., Tynes T., Aydin D., Prochazka M., Lannering B., Klæboe 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. 
- Beyer C.H., Christen P., Jelesarov I., Fröhlich J. (2013): Experimental system for real-time assessment of potential changes in protein conformation induced by electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics* 34, 419–428. 
- 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. 
- 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. 
- Plückers C., Dürrenberger G. (2013): Ausbau der Stromnetze, eine gesellschaftliche Herausforderung. *EMF-Spektrum*, 1/2013, 17–19.
- Wiedemann P., Boerner F., Dürrenberger G., Esterberg 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. 
- ### 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. 
- Dürrenberger G. (2014) (Hrsg.): Elektromagnetische Felder im Spannungsfeld zwischen Wissenschaft und Politik. Zürich: FMS.
- 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. 
- 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. BAU. 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. 
- 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., Klæboe 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. 
- ### 2015
- 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. 
- 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 Hirntumorrisiko bei Kindern und Jugendlichen – die CEFALO-Studie, *EMF Spektrum* 1, 11–15. 
- 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., Klæboe 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. 
- ### 2016
- 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. FMS. Zurich.
- Dürrenberger G., Bürgi A., Frey P., Fröhlich J., Kühn S., Kuster N., Lauer O., Röösli M. (2012a): NIS-Monitoring Schweiz: eine Konzept- und Machbarkeitsstudie. FMS. Zürich.
- Dürrenberger G., Conrad G. (2012b): Exposition durch Mobiltelefone – neueste Erkenntnisse. *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. 
- 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., Klæboe 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. 
- Aydin D., Feychtung M., Schüz J., Andersen T.V., Poulsen A.H., Prochazka M., Klæboe 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. 
- Aydin D., Feychtung M., Schüz J., Tynes T., Andersen T.V., Samsø Schmidt L., Poulsen A.H., Johansen C., Prochazka M., Lannering B., Klæboe 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. 
- Bauer L., Dahinden U., Achwanden M. (2011): Verpasste Chancen? Altersspezifische digitale Ungleichheiten bei der Nutzung von Mobilkommunikation, in: *Studies in Communication Sciences* 11/1, 225–259. 
- 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., Jelezarov 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), Seoul, South Korea.
- Beyer Ch., Jelezarov 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. Frequentia 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. Peer reviewed
- 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. Peer reviewed
- Rohner N., Bouteiller 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. Peer reviewed
- 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. Peer reviewed
- 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.
- 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. Peer reviewed
- Regel S.J., Tinguely 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. Peer reviewed
- Rohner N., Bouteiller 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. Peer reviewed
- 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, 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. Peer reviewed
- 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. Peer reviewed
- 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. Peer reviewed
- Neubauer G., Röösli M., Feychtung M., Hammerius 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 Geneva 2005.
- Neubauer G., Röösli M., Feychtung M., Hammerius 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. Peer reviewed
- 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., Zrýd J.P., Alasonati E., Saidi Y., Zweicker 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 Expositionssabschätzungen 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., Feychtung M., Hammerius Y., Kheifets L., Kuster N., Schüz J. and Wiart J.** (2004): Feasibility of future epidemiological studies on possible health effects of mobile phone base stations in: *BEMS 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., Zweicker 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., Zweicker 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., Schaefer D., Zryd J.P., Zweicker 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: *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 Maddan 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 Maddan 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., Borbely 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., Zweicker 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., Zryd J.P., Zweicker 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., Borbely 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., Borbely 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.
- Zryd J.P., Ianoz M., Rachidi F., Zweiacker P.** (2001): Influence of HF electromagnetic fields on the development and the molecular biology of the moss physcomitrella patens and the nematode caenorhabditis elegans, in: 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.	2019	2018
Aktiven / Assets		
Flüssige Mittel / Cash	830 523	754 617
Forderungen / Accounts receivable	14 100	57 198
Aktive Rechnungsabgrenzung / Accrued Income	71 756	0
Total Aktiven / Total Assets	916 379	811 816
Passiven / Liabilities		
Verbindlichkeiten / Payables	39 856	272
Passive Rechnungsabgrenzung / Accrued Expenses ¹	27 340	70 100
Vergabungen nicht zweckgebunden / Project Liabilities ²	433 000	292 500
Fremdkapital / Third-party Liabilities	500 196	362 872
Fonds für Projektvergaben / Reserve Research Fund ³	32 617	32 617
Projekte EMF und NIS / Projects EMF and NIR	6 683	6 683
Fondskapital / Foundation Capital	39 300	39 300
Einbezahltes Stiftungskapital / Paid-up Capital	400 000	400 000
Erarbeitetes Stiftungskapital / Acquired Capital	9 644	9 644
Jahresergebnis	-32 761	0
Eigenkapital / Net Assets	376 883	409 644
Total Passiven / Total Liabilities and Net Assets	916 379	811 816

Erfolgsrechnung / Income and Expenditure Account 01.01.–31.12.

	2019	2018
Ertrag / Income		
Spenden von Unternehmungen / Donations	574 400	426 900
Erträge Science Brunch / Income from Science Branches ⁴	28 959	18 800
Dienstleistungsertrag Forschungsaufträge / Acquired Research Money (Office) ⁵	72 756	96 490
Total Ertrag / Total Income	676 115	542 190

Aufwand / Expenditure

Finanzierung von freien Forschungsprojekten / Contributions	268 000	150 000
Finanzierung von zweckgeb. Forschungsprojekten / Contributions (committed)	0	0
Bereinigung passivierter Vergabungen / Adjustment of committed Contributions	0	0
Dienstleistungsaufwand Forschungsaufträge / Committed Research (Office) ⁶	46 981	49 633
Lohn- und Sozialversicherungsaufwand / Salaries and Social Insurance Contributions	302 846	294 225
Übriger Personalaufwand / Other Personnel Expenditure	26 787	26 218
Büro und Verwaltungsaufwand / Office Expenditure ⁷	6 268	6 598
Aufwand Geschäftsstelle / Networking Expenditure	649	2 133
Aufwand Stiftungsrat / Expenditure Foundation Board	9 634	2 270
Revision und Stiftungsaufsicht / Auditing	5 071	5 843
Werbung und Öffentlichkeitsarbeit / Public Relation Expenditure ⁸	42 640	34 479
Fondszuwachs freie Fonds / Fund increase (free)	0	0
Fondsabbau freie Fonds / Fund decrease (free)	0	-29 209
Fondszuwachs zweckgebundene Fonds / Fund increase (committed)	0	0
Fondsabbau zweckgebundene Fonds / Fund decrease (committed)	0	0
Total Aufwand / Total Expenditure	708 876	542 190

Jahresergebnis / Annual Result

	-32 761	0
--	---------	---

¹ Passivierung für Buchhaltung, Revision, Rechenschaftsbericht 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, 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
- 1.10.2018 Beitritt Sunrise
- 5.12.2018 Anpassung Stiftungsreglement
- 2.6.2020 Beitritt Cellnex

Anpassung Handelsregistereintrag:

10.1.03, 3.3.03, 23.9.03, 12.1.04, 5.11.04, 2.6.05, 21.4.06, 22.3.07, 29.2.08, 7.4.08, 18.2.09, 15.4.10, 31.3.13, 29.9.14, 20.6.18, 14.2.20

Abnahme Rechenschaftsablage:

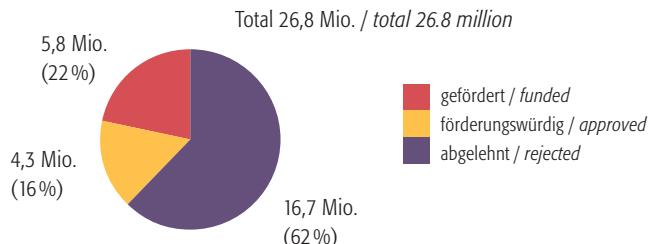
15.7.04, 12.8.05, 19.7.06, 12.7.07, 22.9.08, 30.9.09, 9.12.10, 9.12.11, 15.1.13, 2.12.13, 23.10.14, 14.11.16, 10.4.2018

Statistiken | Statistics

Projektanträge 2000 – 2019 | Applicants 2000 – 2019

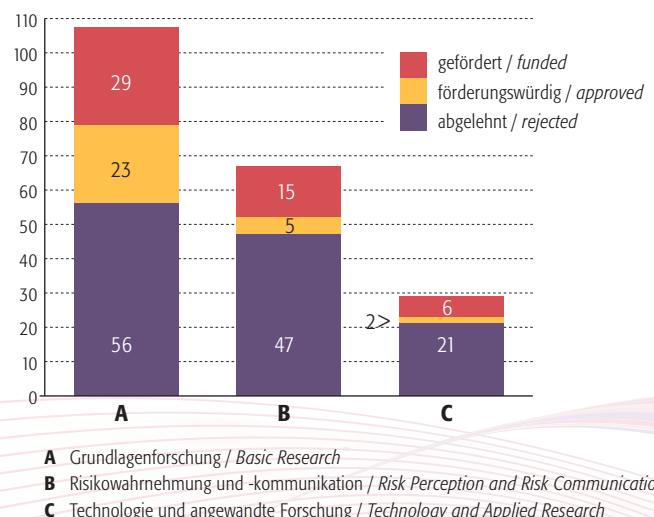
Jahr / Year	Projektanträge / Applicants	Bewilligte Projekte / Granted
2000	20	6
2001	8	2
2002	19	5
2003	27	4
2004	25	4
2005	keine Ausschreibung	no Call for Proposals
2006	24	6
2007	3	3
2008	10	2
2009	12	3
2010	2	1
2011	6	2
2012	6	2
2013	10	2
2014	12	2
2015	4	1
2016	6	1
2017	7	1
2018	2	1
2019	2	1
Total	204	50

Projektanträge (CHF) 2000 – 2019 | Proposals (CHF) 2000 – 2019



Projektanträge nach Forschungsfeldern 2000 – 2019

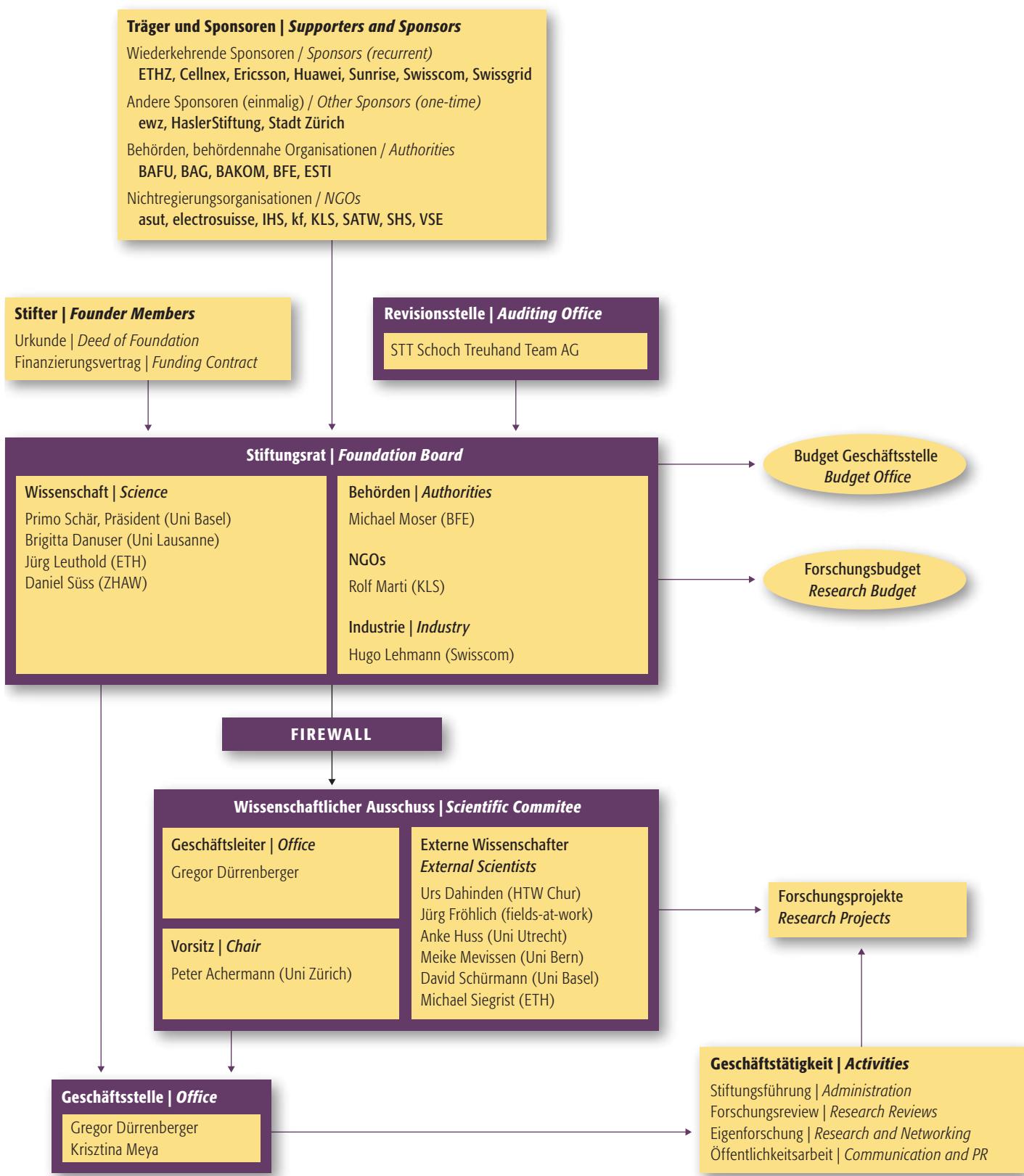
Proposals by Research Area 2000 – 2019





Organigramm | Organisation Chart

Stand 1.8.2020 | Status 1.8.2020



Stiftungsrat | Foundation Board



Prof. Dr. Primo Schär (Präsident)

Universität Basel
Departement für Biomedizin



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. Daniel Süss

ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte
Wissenschaften
Departement Angewandte Psychologie

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
The KEY Institute for Brain-Mind Research

**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

**Dr. David Schürmann**

Universität Basel
Departement für Biomedizin

**Prof. Dr. Michael Siegrist**

ETH Zurich
Institute for Environmental Decisions (IED)



Parking 60 P
Bus/Coaches
Train/Tramway
Bahn/Train
Check-in 3

Service Center
Mietwagen/Car Rental
Check-in 2
 Abflug alle Gates
Departure all gates

Zuschlagskennzeichen
Rundfahrten



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

