



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

Jahresbericht 2020 Annual Report 2020



IMPRINT
Publisher

FSM | Swiss Research Foundation for Electricity and Mobile Communication
c/o Swiss Federal Institute of Technology (ETH)

Institute of Electromagnetic Fields (ETZ K89)

Gloriastrasse 35

CH-8092 Zürich

Jürg Eberhard, Céline Korzepa

elinga GmbH

Editors

English Translation/Proof-Reading

Design and Layout

Printing

Picture credits

Peter Nadler, Uster

Printoset, Zürich

Page 1 (front page): iStock Photo/nensuria. Working routine during Covid-19 lockdown.

Page 13: iStock Photo/LDProd. Working routine during Covid-19 lockdown.

Page 22/23, 24/25 (double page): IWM/Christoph Jäckle

Page 23, 25 (portraits): IWM/Paavo Ruch

Inhalt

Editorial	4
Vorwort	5
Die Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation	6
Interview	8
Aktivitäten 2020	10
Ausblick	14
Projektbeschreibung	15
Forschungssplitter	22
Projektliste	26
Publikationen	33
Zahlen und Fakten	38
Organigramm	40
Stiftungsrat	40
Geschäftsstelle	41
Wissenschaftlicher Ausschuss	42

Content

<i>Editorial</i>	4
<i>Preface</i>	5
<i>Swiss Research Foundation for Electricity and Mobile Communication</i>	6
<i>Interview</i>	8
<i>Activities 2020</i>	10
<i>Outlook</i>	14
<i>Project Description</i>	15
<i>Special Focus</i>	24
<i>List of Funded Projects</i>	26
<i>Publications</i>	33
<i>Facts and Figures</i>	38
<i>Foundation Board</i>	40
<i>Organisation Chart</i>	41
<i>Office</i>	41
<i>Scientific Committee</i>	42

Editorial

Sie gehören zu den wenig gestellten Standardfragen bei der Beratungsstelle des Schweizerischen Konsumentenforums kf: Fragen, welche Strahlung und Strom betreffen. Wer hierzulande ein neues elektronisches Gerät beim Fachhändler oder in einem zertifizierten Onlineshop kauft, darf den gängigen Sicherheitsstandard erwarten; vor allem, wenn das Produkt mit einem entsprechenden Label versehen ist. Während sich die «Hardware» einigermassen einfach beantworten lässt («Nein, Ihr Handykabel dürfen Sie nicht selber flicken; kaufen Sie ein neues, und bevorzugt nicht in China für einen Dollar»), ist's bei Strahlung, da unsichtbar und mythenumrankt, nicht ganz so einfach. Wieviel Strahlung und welche Strahlung nützt oder schadet? Gibt es die gern zitierte Strahlensensibilität? Verursacht Strahlung Tumore? Solche und ähnliche Fragen tauchen immer wieder auf; vor allem, wenn ein neuer Handymast erstellt werden soll. Widerstand regt sich – und das, obwohl alle gern von einem schnelleren Handy, von einer besseren Internetverbindung profitieren wollen.

Die Science-Brunches der Forschungsstiftung für Strom und Mobilkommunikation sind – ausser in Coronazeiten – eine ausgezeichnete Möglichkeit, dem Laien (also mir) nicht nur die Komplexität von Strahlung nahezubringen, sondern auch das persönliche Netzwerk zu festigen. Das neu erworbene Wissen, von Moderator Beat Glogger ver dankenswerterweise verständlich und pragmatisch vermittelt, wird auf unserer Geschäftsstelle jeweils dankbar angenommen und fliesst in unsere Beratungstätigkeit oder in unser kf-Magazin ein. Denn neutrale Information ist der beste Schutz – dies ist das Credo des Schweizerischen Konsumentenforums kf. Schon seit vielen Jahren ist das kf Partner der Forschungsstiftung – dass ich nun in den Stiftungsrat gewählt wurde, setzt der Zusammenarbeit die Krone auf. Man munkelt, dass ich diese Wahl nicht meiner Fachkenntnis (nicht vorhanden), sondern dem legendären Bademantelauftritt zu verdanken habe. Aber: Dabeisein ist alles!

In diesem Sinn freue ich mich ausserordentlich über die Ehre, dem Stiftungsrat der Forschungsstiftung angehören zu dürfen.

Babette Sigg Frank
Geschäftsführende Präsidentin Schweiz. Konsumentenforum kf

Editorial

They are among the rarely asked standard questions asked at the counselling service of the Swiss Consumers' Forum (kf): Questions related to radiation and electricity. Whoever purchases a new electronic device from a specialist retailer or from a certified online shop can expect the customary safety standard; especially when the product is affixed with the appropriate label. While questions regarding the “hardware” can be answered fairly easily (“No, you cannot repair your mobile phone charging cable yourself; buy a new one and preferably not in China for one dollar”), it is not quite so simple when it comes to radiation, which is invisible and surrounded by myth. How much radiation and which kind of radiation is beneficial or detrimental? Is there a readily cited sensitivity to radiation? Does radiation cause tumours? Such and similar questions are asked again and again; especially when a new mobile phone mast is to be erected. Opposition is growing despite everyone readily wanting to benefit from a faster mobile phone and a better connection.

The Science Brunches of the Swiss Research Foundation for Electricity and Mobile Communication are, except during the coronavirus pandemic, an excellent opportunity to educate laypersons (i.e. people like me) on the complexity of radiation and to strengthen the personal network. Newly acquired knowledge, thankfully conveyed in an understandable and pragmatic way by moderator Beat Glogger, is gratefully received in our offices and flows into our consultancy work or our kf-Magazin publication. Because neutral information is the best protection; this is the motto of the Swiss Consumers' Forum (kf). The kf has been a partner of the Research Foundation for many years; that I have now been elected as a member to the Foundation Board is the crowning achievement of this collaboration. It is rumoured that I have my legendary appearance in a bathrobe to thank for this decision, and not my expertise (which is non-existent). However: Being involved is everything!

I am therefore delighted with the honour to be a part of the Foundation Board.

Babette Sigg Frank
Executive Chairperson of the Swiss Consumers' Forum (kf)

Vorwort

Preface

Das Jahr 2020 war geprägt durch die Covid-19-Pandemie. Dies hatte leider auch Auswirkungen auf die Tätigkeit der FSM. So konnten keine Veranstaltungen durchgeführt werden und auch der Austausch mit den verschiedenen Akteuren war eingeschränkt.

Die Diskussionen über den Einsatz von 5G waren auch 2020 auf verschiedenen Ebenen intensiv. In Teilen der Gesellschaft ist weiterhin viel Skepsis gegenüber dem neuen Mobilfunk-Standard festzustellen.

Die Forschungsausschreibung 2019/20 hatte den Fokus ebenfalls auf 5G. Das ausgewählte Projekt der Gruppe von Prof. Dr. Daniel Erni, Universität Duisburg-Essen, wurde Anfang 2020 bewilligt und war bereits im letzten Jahresbericht der FSM beschrieben. Erarbeitet wird eine Expositionsmodellierung von Hautgewebe bei mm-Wellen-Frequenzen. Das Projekt läuft bis Ende 2023. Das Projekt Zahner hat leider eine Verzögerung erfahren, aufgrund von Pandemie-bedingten Verspätungen von internationalen Warenlieferungen. 2020 wurde keine Ausschreibungsrunde durchgeführt.

Auch 2020 konnte die FSM auf die Unterstützung der Sponsoren und Träger setzen. Dafür bin ich zu grossem Dank verpflichtet. Auch ist es für die FSM von enormer Bedeutung, dass sie weiterhin auf die Unterstützung durch die ETH Zürich und das Institut für elektromagnetische Felder zählen kann.

2020 war das letzte Jahr für Gregor Dürrenberger als Geschäftsleiter der FSM. Er ist Ende Januar 2021 in die wohlverdiente Pension gegangen. Gregor Dürrenberger war Mitinitiant zur Gründung der Forschungsstiftung und während der vergangenen rund zwanzig Jahre die prägende Figur der Forschungsstiftung. Mit unermüdlichem Engagement hat er sich für die Stiftung und ihre Zwecke eingesetzt. Ich danke Gregor Dürrenberger herzlich für seine langjährige Arbeit und wünsche ihm in seinem neuen Lebensabschnitt viel Musse und Freude.

Das Jahr 2020 war ebenso das letzte Arbeitsjahr für Krisztina Meya. Sie hat die FSM auf Ende Februar 2021 verlassen, um eine neue berufliche Herausforderung anzunehmen. Während elf Jahren hat sie die administrativen Fäden der FSM in hervorragender Art zusammengehalten. Für diesen Einsatz danke ich ihr herzlich.

Dr. Jürg Eberhard
Geschäftsleiter Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation
(seit 1. Februar 2021)



2020 was marked by the Covid-19 pandemic. Unfortunately this also had an impact on the FSM activities. No events could be held and interaction with the various stakeholders was limited.

Discussions about the use of 5G were also intense at various levels in 2020. Parts of society remain very sceptical about the new mobile communications standard.

The 2019/20 research tender was also focused on 5G. The chosen project of the group of Prof. Dr. Daniel Erni, University of Duisburg-Essen, was awarded at the beginning of 2020 and was already outlined in the last annual report of the FSM. Modelling of exposure of skin tissue to millimetre wave frequencies is being developed. The project will run until the end of 2023. The Zahner project has unfortunately experienced a hold-up due to pandemic-related delays of international good deliveries. No call for proposals was issued in 2020.

The FSM was also able to rely on the support of sponsors and donors in 2020. I am very grateful for this. It is also of great significance to the FSM that we can continue to rely on the support of ETH Zurich and the Institute of Electromagnetic Fields.

2020 was the last year for Gregor Dürrenberger as Managing Director of the FSM. He entered his well-deserved retirement in January 2021. Gregor Dürrenberger was a co-founder of the research foundation and was the driving force in the foundation over the past 20 years. He dedicated himself to the foundation and its cause with tireless commitment. I would like to thank Gregor Dürrenberger for his many years of service and wish him much leisure and joy in the new phase of his life.

2020 was also the last year of work for Krisztina Meya. She left the FSM at the end of February 2021 to accept a new career opportunity. For 11 years, she held the administrative threads of the FSM together in an outstanding way. I would like to thank her warmly for this commitment.

*Dr. Jürg Eberhard
Managing Director of the Swiss Research Foundation
for Electricity and Mobile Communication
(since 1st February 2021)*

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 Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften (SATW), vom Konsumentenforum kf, dem Schweizer Heimatschutz (SHS), der Krebsliga Schweiz, von Ingenieur Hospital Schweiz, vom Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE), vom Schweiz. Verband der Telekommunikation (asut), von Electrosuisse, von der Schweizerischen Bau-, Planungs- und Umweltdirektorenkonferenz (BPUK) und von der Konferenz Kantonaler Energiedirektoren (EnDK).

Der FSM standen für 2020 gesamthaft CHF 580 000 zur Verfügung.

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

Der Wissenschaftliche Ausschuss setzt sich zusammen aus 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 40 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.

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 (FOPH), 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: the Swiss Academy of Engineering Sciences (SATW), Consumer Forum (kf), the Swiss Heritage Society (SHS), the Swiss Cancer League, Ingenieur Hospital Schweiz, the Swiss Electricity Industry Association (VSE), 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 580,000 were at the Foundation's disposal in 2020.

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 Managing Director 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 41.

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.

Forschungsförderung

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

Sowohl öffentliche wie auch private Forschungsinstitutionen in der Schweiz und international können Projekteingaben machen. Die Anträge werden vom Wissenschaftlichen Ausschuss evaluiert. Anschliessend werden die ausgewählten Antragsteller zur Ausarbeitung eines Full-Proposals aufgefordert. Bei Bewilligung eines Projekts wird ein Forschungsvertrag erstellt. Das durchschnittliche Förderungsvolumen eines Projektes beträgt CHF 150 000, für Literatur-Reviews bis CHF 50 000. Alle nötigen Formulare sind auf unserer Homepage verfügbar.

Termin zur Einreichung von Projektkizzen ist üblicherweise Ende September. 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

Gutachtertätigkeiten, Weiterbildungskurse, die Organisation von wissenschaftlichen Anlässen oder Projektbegleitungen werden gegen Entschädigung durchgeführt.

Forschungsfelder	Research Areas
A) Grundlagenforschung In-vitro- und In-vivo-Studien Dosimetrie Humanstudien	A) Basic Research <i>In-vitro and in-vivo studies</i> <i>Dosimetry</i> <i>Human studies</i>
B) Risikowahrnehmung und -kommunikation Risikowahrnehmung Risikokommunikation Risikomanagement Regelungsbedarf	B) Risk Perception and Risk Communication <i>Risk perception</i> <i>Risk communication</i> <i>Risk management</i> <i>Regulatory issues</i>
C) Technologie und angewandte Forschung Ökobilanzen (LCAs) Zukünftige Technologien Messfragen	C) Technology and Applied Research <i>Eco-design (LCA's)</i> <i>Emerging technologies</i> <i>Measurement issues</i>

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

Charges will apply for evaluations, training courses, the organisation of scientific events or project monitoring.

Interview

2020 war das letzte Jahr für **Gregor Dürrenberger** als Geschäftsführer der FSM. Er ist Ende Januar 2021 in die wohlverdiente Pension gegangen. Gregor Dürrenberger war Mitinitiant zur Gründung der Forschungsstiftung und während den vergangenen rund zwanzig Jahren die prägende Figur der Forschungsstiftung.

Was waren die wichtigsten wissenschaftlichen Fragestellungen im Bereich EMF vor 20 Jahren, vor 10 Jahren?

Vor 20 Jahren setzte das Wachstum des digitalen Mobilfunkes ein und mit diesem die gesellschaftliche Diskussion über mögliche gesundheitliche Risiken der Strahlung. Industrie und Staat investierten in Forschung, oft in gemischt finanzierte Studien und Programme. Die GSM-Technologie stand im Zentrum der Abklärungen. Die Mittel wurden in alle Arten von Forschung investiert: in-vitro, in-vivo, in-silico, Humanstudien, Epidemiologie sowie sozialwissenschaftliche Themen im Zusammenhang mit Risikowahrnehmung und -kommunikation. Robuste wissenschaftliche Risikonachweise blieben jedoch aus.

Nach einem Jahrzehnt intensiver Forschung ging sowohl das Interesse mancher Forschenden als auch mancher Geldgeber zurück. Das mediale Interesse an der Thematik und die politische Debatte blieben jedoch, so dass die Risikoforschung weiterlief – allerdings auf tieferem Niveau. Inhaltlich widmete sie sich im letzten Jahrzehnt den neuen technischen Standards, sowie auch medizinischen Anwendungen mit potenziell therapeutischem Nutzen. Forschungsfragen zu gesundheitlichen Risiken niederfrequenter Felder, etwa im Zusammenhang mit Stromnetzen oder der E-Mobilität, blieben im Vergleich zum Fokus auf den Mobilfunk von untergeordneter Bedeutung.

Welches sind deiner Meinung nach aktuell die wichtigsten wissenschaftlichen Fragestellungen im Bereich EMF?

Von den Anwendungen her gedacht gibt es einen Bedarf an Untersuchungen zur Strahlenabsorption der Haut im Frequenzbereich >10 GHz. Im Zentrum stehen hier zukünftige Millimeterwellentechnologien. Sodann sehe ich spannende Forschung im medizinischen Bereich im Zusammenhang mit PEMF-Anwendungen, etwa zur Wundheilung oder für Krebstherapien.

Vom öffentlichen Interesse her gedacht ist nach wie vor die epidemiologische Antwort auf die Frage, ob intensive Mobiltelefonnutzung möglicherweise das Krebsrisiko erhöht, zentral (offen ist eine analoge Frage im Zusammenhang mit niederfrequenten Magnetfeldexpositionen) sowie die bessere Erfassung der Exposition der Bevölkerung, v.a. von Mobiltelefonnutzer.

Vom wissenschaftlichen Standpunkt her gesehen finde ich (In-vitro-) Studien zu möglichen Wirkmechanismen nichtthermischer Art am interessantesten.

Wie beurteilst du den Einfluss der Wissenschaft auf die Festlegung von Grenzwerten zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NIS)?

Sehr gross. Wir können NIS nur in Ausnahmefällen wahrnehmen. Dann sind die Felder meist so stark, dass sie die Gesundheit gefährden. Die

Interview

2020 was the last year for **Gregor Dürrenberger** as Managing Director of the FSM. He entered his well-deserved retirement in January 2021. Gregor Dürrenberger was a co-founder of the research foundation and was the driving force in the foundation over the past 20 years.



What were the most important scientific questions in the field of EMF 20 years ago, 10 years ago?

The growth of digital mobile communications began 20 years ago and with it the public debate about the possible health risks of radiation. The industry and the government invested in research, often in mixed-funded studies and programs. GSM technology was the focus of the investigations. The funds were invested in all types of research: In vitro, in vivo, in silico, human studies, epidemiology and social science topics related to risk perception and communication. Robust scientific evidence of risk has, however, still not been produced.

After a decade of intensive research, the interest of some researchers and some sponsors has waned. Media interest in the topic and the political debate have nonetheless persisted, so risk research has continued, albeit at a lower level. In terms of content, research over the past decade has been devoted to the new technical standards and medical applications with potential therapeutic benefits. Research questions on the health risks of low-frequency fields, for example in connection with power grids or e-mobility, remained of minor importance compared with the focus on mobile communications.

In your opinion, what are currently the most important scientific questions in the field of EMF?

In terms of the applications, there is a need for investigations into the absorption of radiation by the skin in the >10 GHz frequency range. The focus here is on future millimetre wave technologies. Then, I see exciting research in the field of medicine in connection with PEMF applications, such as for wound healing or cancer therapies.

In terms of the public interest, the epidemiological answer to the question of whether intensive mobile phone use might increase the risk of cancer is still central (an analogous question in connection with low-frequency magnetic field exposure remains unanswered), as well as better recording of exposure of the general public, especially mobile phone users.

From a scientific point of view, I find (in vitro) studies on possible mechanisms of action of non-thermal nature to be the most interesting.

How do you evaluate the influence of science on the setting of limit values for protection against non-ionising radiation (NIR)?

Very large. We can only apprehend NIR in exceptional cases. In such cases, the fields are usually so strong that they endanger health. Science makes it possible to study the health effects of imperceptible fields through experiments and modelling, and, thus, to define limit values that protect us from harmful exposure. Scientific knowledge is the basis for evidence-based NIR limit values.

Wissenschaft macht es möglich, über Experimente und Modellierungen gesundheitliche Wirkungen nichtwahrnehmbarer Felder zu studieren und somit Grenzwerte zu definieren, die uns vor schädlicher Exposition schützen. Wissenschaftliche Erkenntnisse sind die Grundlage für evidenzbasierte NIS-Grenzwerte.

Wie hat sich die wissenschaftliche Arbeit verändert? Heute kann man alle wissenschaftlichen Artikel online abrufen, eine grosse Erleichterung?
Ja, enorm. Früher musste man in eine Bibliothek gehen, sich die Zeitschriften ausborgen oder Papers kopieren oder, noch früher, von Hand die wichtigsten Daten und Aussagen herausschreiben. Dieses mühsame Beschaffen ist vorbei. Auf der anderen Seite hat mit der Digitalisierung die Anzahl Publikationen enorm zugenommen. Um eine Vorstellung davon zu geben: vor 20 Jahren listete die elektronische Zeitschriftenbibliothek (EZB) 8000 Titel, heute sind es weit über 100 000. Die Beschaffung von Artikeln ist physisch massiv leichter geworden, dafür muss man viel Zeit, ich denke, mehr als man durch den Online-Zugriff gewonnen hat, darin investieren, das Relevante vom Bedeutungslosen, das qualitativ Gute vom qualitativ Schlechten, das Neuartige vom Rezyklierten zu unterscheiden.

Hat sich die Kommunikation von wissenschaftlichen Ergebnissen verändert? Heute gibt es viel mehr Möglichkeiten, wissenschaftliche Artikel schnell und zum Teil ohne Peer Review zu veröffentlichen. Was hat das für einen Einfluss?

Diese Situation hat mit den akademischen Anreizsystemen zu tun: Für viele Institutionen zählt primär – häufig nur noch – die Länge einer Publikationsliste. Quantität ist wichtiger als Qualität. Die Fachverlage haben sich dem angepasst und offerieren gegen Bezahlung die schnelle Veröffentlichung von Beiträgen ohne «lästige» Begutachtung. Kommt hinzu, dass Forschende selber kaum mehr Zeit für seriöse Begutachtungen haben und somit selbst Zeitschriften mit Peer-Review-Verfahren nicht immer auf bestem Niveau sind. Das Resultat ist, dass tendenziell nicht nur immer mehr publiziert wird, sondern leider auch immer mehr Mittelmäßiges und wenig Brauchbares.

Ist die Kommunikation von wissenschaftlichen Erkenntnissen einfacher oder anspruchsvoller geworden?

Eindeutig anspruchsvoller. Einerseits interessiert sich die Gesellschaft insgesamt zunehmend für den wissenschaftlichen Output, der zu einem grossen Teil von Steuergeldern finanziert ist. Dieses öffentliche Interesse zwingt die Wissenschaft, Ergebnisse so zu kommunizieren, dass sie auch ausserhalb der eigenen Zunft verstanden werden. Das überfordert den typischen Forscher oder die typische Forscherin, zeitlich und handwerklich. Deshalb boomen an den Universitäten die Kommunikationsabteilungen. Andererseits kümmert sich die Gesellschaft selber zunehmend um Forschungsresultate. Die Digitalisierung hat den Zugang zu Fachartikeln enorm erleichtert – aber die erwähnte «neue Unübersichtlichkeit» erschwert die Aufgabe inhaltlich enorm, was viele Wissenschaftsbeobachter zum Cherry-picking verleitet. Das wiederum macht die öffentliche Kommunikation – wenn es um politisch brisante Sachverhalte geht – seitens der etablierten Institutionen alles andere als einfach.

How has the scientific work changed? Nowadays, you can access all scientific articles online; is this a big relief?

Yes, huge. In the past, you had to visit a library, borrow journals or copy papers or, even earlier, write out the most important data and statements by hand. This laborious procurement of data is no more. On the other hand, the number of publications has increased enormously with digitisation. To give you an idea: 20 years ago, the Electronic Journals Library (EZB) listed 8,000 titles; today, the number is well over 100,000. The procurement of papers has become physically much easier. To do this, you have to invest a lot of time – I think more than you have gained through online access – in distinguishing the relevant from the meaningless, the good quality from the poor quality, and the new from the recycled.

Has the communication of scientific results changed? Nowadays, there are many more opportunities to publish scientific papers quickly and, in some cases, without peer review. What kind of impact does this have?

This situation has to do with academic incentive systems: For many institutions, the main or often the only thing that counts is the length of a list of publications. Quantity is more important than quality. The specialist publishers have adapted to this and offer quick publication of papers without “annoying” peer review, for a fee. In addition, researchers themselves hardly have any time for reliable peer reviews, and, thus, even journals with peer review procedures are not always at the best level. The result is a tendency not only to publish more and more, but unfortunately to also publish more and more mediocre and unsuitable papers.

Has the communication of scientific knowledge become easier or more demanding?

Clearly more demanding. On the one hand, society as a whole is increasingly interested in scientific output, which is largely financed by taxpayers' money. This public interest forces science to communicate results in such a way that they can also be understood by laymen outside of the discipline. This is overwhelming for the typical researcher in terms of time and work. This is why communication departments are flourishing at universities. On the other hand, society itself is increasingly concerned with research results. Digitisation has made access to specialist papers much easier; but the aforementioned “new complexity” makes the task enormously difficult in terms of content, which leads many science observers to cherry-pick. This, in turn, makes public communication – in regard to politically sensitive issues – by the established institutions anything but easy.

Aktivitäten 2020

Forschungsförderung und Koordination

Ausschreibungsrunde 2019/2020

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

Es standen gemäss Beschluss des Stiftungsrates CHF 150 000 zur Verfügung. Es wurden zusätzliche Mittel in der Branche gesucht, um für dieses wichtige Thema ein Projekt von «handelsüblichem» Umfang ausschreiben zu können. Durch Beiträge von Huawei (50 K), Ericsson (30 K), den Bundesämtern (30 K), sowie Swisscom/FSM-Reserve (8 K – Überschuss MMW-Workshop) konnte das ausgewählte Projekt (268 K) finanziert werden.

- 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».

Weil die zusätzlichen Finanzmittel erst nach Mitte 2020 zugesichert waren, wurde keine Ausschreibungsrunde 2020 lanciert. Somit stehen für 2021 mehr Gelder zu Verfügung.

Projekte

In der Berichtsperiode wurde kein Projekt abgeschlossen. Am Laufen sind noch 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 wurde 2020 publiziert (siehe unten), einer 2019.
- Projekt Marco Zahner, Fields at Work GmbH: «Development of a near field measurement approach for comprehensive uplink/downlink exposure measurement and measurement campaign». Projekt wegen Corona (Lieferengpässe) um sechs Monate in Verzug. Eine entsprechende Verlängerung wurde bewilligt.

Publikationen der Projekte

Erschienen sind 2020 drei begutachtete Publikationen, eine des Projekts Schürmann, zwei des Projekts Danker-Hopfe:

- Schuermann D., Ziemann C., Barekati Z., Capstick M., Oertel A., Focke F., Murbach M., Kuster N., Dasenbrock C., Schär P. (2020): Assessment of genotoxicity in human cells exposed to modulated electromagnetic fields of wireless communication devices. *Genes*, 11, 4, 347.
- 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.

Activities 2020

Research Promotion and Coordination

2019/2020 Call for Proposals

The Scientific Committee has decided to launch the topic of millimetre waves (initially in the range of 6 GHz to 60 GHz). Experimental studies in the technical or biological fields (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) should be the focus of interest. The interest is in signals and how they are likely to be used by 5G applications in the future.

CHF 150,000 was available according to the Foundation Board ruling. Additional funding in the sector was sought to be able to put a project of the “customary” scope out to tender for this important topic. The chosen project (268 K) was financed through contributions from Huawei (50 K), Ericsson (30 K), the Swiss Federal Offices (30 K), and the Swisscom/FSM reserve (8 K – surplus from the MMW Workshop).

- 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».

Because the additional funding was only guaranteed after mid-2020, no call for tender was issued for 2020. More money is therefore available for 2021.

Projects

No project was completed in the reporting period. The following research projects are still ongoing:

- Project David Schürmann, Angélique Ducray, University of Basel and University of Bern: «The influence of cell phone signals on the regulation of neural cell differentiation». One paper published in 2020 (see below) and one in 2019.
- Project Marco Zahner, Fields at Work GmbH: «Development of a near field measurement approach for comprehensive uplink/downlink exposure measurement and measurement campaign». Project six months behind schedule due to the coronavirus (supply bottlenecks). An appropriate extension was approved.

Publication of the Projects

Three peer-reviewed publications were released in 2020, one from the Schürmann project and two from the Danker-Hopfe project:

- Schuermann D., Ziemann C., Barekati Z., Capstick M., Oertel A., Focke F., Murbach M., Kuster N., Dasenbrock C., Schär P. (2020): Assessment of genotoxicity in human cells exposed to modulated electromagnetic fields of wireless communication devices. *Genes*, 11, 4, 347.
- 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.

on sleep. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 228, July, 113-550.

- 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.

Koordinations- und andere Forschungsaktivitäten

Aufgrund der anstehenden Pensionierung von Gregor Dürrenberger wurden keine neuen Verpflichtungen, die über das 2020 hinaus gehen, eingegangen.

- Akquisition (Februar 2020) von 20 KCHF für ein Gutachten (Literatur-review) zu gesundheitlichen Aspekten von Hybridleitungen. Auftraggeber: Bundesland Rheinland-Pfalz. Mitautoren: Martin Röösli, Jürg Fröhlich. Wurde Ende Juli 2020 abgeschlossen.

Forschungskommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

Eigene Veranstaltungen

Wegen der Bundeseinschränkungen zur Corona-Pandemiebekämpfung konnten keine Anlässe organisiert und durchgeführt werden.

Publikationen/Kommentare

- Dürrenberger G., Röösli M., Fröhlich J. (2020): Gesundheitliche Wirkungen von Hybridleitungen – Literaturanalyse zum Stand der Forschung. FSM, Zürich.
- 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 Strahlenschutzmehrleitungen der ICNIRP für den Hochfrequenzbereich» (Februar 2020).

Stiftungsgeschäfte

Verwaltung, Gremien, Strategisches

- Projektverwaltung, Buchhaltung, Revision und Aufsicht, Büroadministration (Adressverwaltung, Reisewesen, Ablage etc.), Jahresbericht.
- Akquisition zusätzlicher Sponsoren für 2020: Huawei (50 K), Cellnex (20 K), Ericsson (30 K), Bundesämter (30 K).
- Mit-Initiierung einer NR-Motion (19.4073 – Graf-Litscher) zur Forschungsförderung Mobilfunk (5G). Stand: angenommen.
- Treffen Bundesämter (BAG, BAFU, BAKOM, BFE) zum Thema EMF/5G-Forschungsförderung durch den Bund im Zusammenhang mit Motion Graf-Litscher/FSM-Strategie. 20.2.20, Bern, sowie Zoom-Meeting mit BAFU, 6.11.20.

- 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.

Coordination and Other Research Activities

Due to the upcoming retirement of Gregor Dürrenberger, no new commitments beyond 2020 have been entered into.

- Acquisition (February 2020) of CHF 20 K for an expert assessment (literature review) of health aspects of hybrid cables. Client: Federal State of Rhineland-Palatinate. Co-authors: Martin Röösli, Jürg Fröhlich. Was completed end of July 2020.

Research Communication and Public Relations Work

Own Events

No events could be organised or held due to the federal restrictions imposed to tackle the coronavirus pandemic.

Publications/Commentaries

- Dürrenberger G., Röösli M., Fröhlich J. (2020): Gesundheitliche Wirkungen von Hybridleitungen – Literaturanalyse zum Stand der Forschung (Health effects of hybrid cables – literature analysis of the state of research). FSM, Zürich.
- Dürrenberger G., Rudin H. (2020): More on 5G: Millimeter-waves. ERCIM News, 120, 46–47.
- Newsletter “Adaptive antennas and radiation measurement” (April 2020).
- Dürrenberger G. (2020): Der Streit um 5G – Gesundheitsrisiken oder orchestriertes Unbehagen? (The 5G controversy – health risks or orchestrated discomfort?) Guest commentary NZZ, 12.3.2020.
- Commentary “Clarification of the new radiation protection recommendations of the ICNIRP for the high frequency range” (February 2020).

Foundation Business

Management, Committees, Strategic

- Project management, accounting, audit and oversight, office administration (address management, travel, storage, etc.), Annual Report.
- Acquisition of additional sponsors for 2020: Huawei (50 K), Cellnex (20 K), Ericsson (30 K), Federal Offices (30 K).
- Co-initiation of a National Council motion (19.4073 – Graf-Litscher) for research funding for mobile communications (5G). Status: Accepted.
- Meeting of Federal Offices (FOEN, FOPH, OFCOM, SFOE) on the subject of EMF/5G research funding by the Federal Government in connection with the Graf-Litscher/FSM strategy motion. 20.2.20, Bern, as well as a Zoom meeting with FOEN, 6.11.20.

- Bestimmung Nachfolge Geschäftsleitung (Sept. 20 – Nov. 20).
- Bestimmung Nachfolge Assistenz (Dez. 20 – Jan. 21).

Sonstige Aktivitäten

- Wegen der Corona-Pandemie konnte 2020 kein Stiftungssessen durchgeführt werden. Eine SR-Sitzung wurde virtuell abgehalten, die WA-Sitzung kombiniert physisch und virtuell.
- Gastgeber an der ICT Networking Party im Kursaal Bern; 23.1.20.
- Stiftungsratssitzungen, 20.7.20 (Zürich), 5.11.20 (Zoom).
- Sitzungen Wissenschaftlicher Ausschuss, 24.6.20 (kombiniert mit Zoom)
- Gespräche Sponsoring/Trägerschaft: 24.4.20, 6.5.20, 27.5.20, 26.6.20, 7.10.20.

- *Determination of the management succession (Sept. 20 – Nov. 20).*
- *Determination of the assistance succession (Dec. 20 – Jan. 21).*

Other Activities

- *No foundation dinner could be held in 2020 due to the coronavirus pandemic. A Foundation Board meeting was held virtually, the Scientific Committee meeting in-person and virtual (combined).*
- *Host at the ICT Networking Party at the Kursaal in Bern; 23.1.20.*
- *Foundation Board meetings, 20.7.20 (Zurich), 5.11.20 (Zoom).*
- *Scientific Committee meeting, 24.6.20 (combined with Zoom)*
- *Sponsorship/trusteeship discussions: 24.4.20, 6.5.20, 27.5.20, 26.6.20, 7.10.20.*

Vorträge Geschäftsstelle

Presentations made by the FSM Office

Wegen der Pandemie wurden die meisten Vorträge abgesagt bzw. keine Veranstaltungen durchgeführt.

Due to the pandemic, most of the lectures were cancelled or no events were held.

- 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.
- 3.11.20 «5G – new technology, new health risks?». ETH (Zoom).
- 8.11.20 «5G – societal risks?». ETH, panel member (Zoom).

Konferenzen, Workshops, Technical Meetings

Cofferences, Workshops, Technical Meetings

Wegen der Pandemie wurden fast alle Meetings abgesagt.

Almost all meetings were cancelled due to the pandemic.

- 13.2.20 Technical Meeting mit ETH Risk Science Center. ETH Zürich
- 22.7.20 Technical Meeting mit Swisscom. ETH Zürich.
- 13.8.20 Technical Meeting mit focusterra. ETH Zürich.
- 31.8.20 Technical Meeting mit Chance5G. Zoom.



Ausblick

Das Jahr 2021 der FSM wird zum einen geprägt durch die personellen Wechsel in der Geschäftsstelle. Seit 1. Februar ist Dr. Jürg Eberhard Geschäftsleiter. Er hat an der ETH Zürich Umweltnaturwissenschaften studiert und in Atmosphärenchemie doktoriert. In den vergangenen Jahren war er in verschiedenen Managementfunktionen in den Branchen IT, Stromversorgung und Telekommunikation tätig. Ebenfalls seit Februar verantwortet neu Céline Korzepa die administrativen Belange der FSM. Sie war zuletzt zuständig für die Organisation sowie für die Betreuung der Teilnehmer und Juroren von «venture», dem grössten Startup-Wettbewerb der Schweiz. Auch im Stiftungsrat gab es einen Wechsel. Die NGOs werden neu durch Babette Sigg Frank, Präsidentin des Schweizerischen Konsumentenforum kf, vertreten. Wir danken dem, aufgrund der Amtszeitbeschränkung, ausgetretenen Rolf Marti von der Krebsliga Schweiz für seine ehrenamtliche Arbeit im Stiftungsrat.

Zum anderen wird von Bedeutung sein, dass in der Schweiz der Forschungsförderung im Bereich Mobilfunk und Gesundheit grössere Aufmerksamkeit geschenkt werden wird. Dies war eine Empfehlung der vom UVEK beauftragten Arbeitsgruppe Mobilfunk und Strahlung, in welcher auch die FSM mitarbeitete. Aufgrund eines parlamentarischen Vorstosses sollen Mittel aus dem Erlös der Konzessionsgebühren für ebensolche Forschung vom Bund zur Verfügung gestellt werden. Es wird sich zeigen, in welcher Form die FSM hier ihre langjährige Expertise einbringen kann. Die FSM ihrerseits wird 2021 eine Ausschreibung durchführen. Der Stiftungsrat stellt dafür eine Summe von CHF 250 000 zur Verfügung.

Ansonsten sollen die bewährten Aktivitäten der FSM weitergeführt werden. Insbesondere wird auch die Reihe der sehr geschätzten Science Brunches fortgeführt. Die nächste Veranstaltung widmet sich dem Thema «5G und Klimawandel» und ist für den Herbst vorgesehen, wenn es hoffentlich die Pandemie-Situation wieder erlaubt. Ein Schwerpunkt der strategischen Überlegungen zur Weiterentwicklung der FSM wird auf die Verstärkung der Kommunikation, z. B. auch in sozialen Medien, gelegt werden.

Outlook

The year 2021 will be shaped on the one hand by personnel changes in the offices of the FSM. Since February 1st, Dr. Jürg Eberhard has been the Managing Director. He studied environmental sciences at ETH Zurich and acquired a PhD in atmospheric chemistry. Over the past few years, he held various management roles in the IT, energy and telecommunication sectors. Also since February, Céline Korzepa has been responsible for administrative matters of the FSM. She was previously responsible for the organisation as well as the supervision of participants and jurors of “venture”, the largest start-up competition in Switzerland. There was also a change in the Foundation Board. The NGOs are newly represented by Babette Sigg Frank, president of the Swiss Consumer Forum. We would like to thank Rolf Marti from the Swiss Cancer League, who has resigned due to the restriction to the term of office, for his voluntary work on the Foundation Board.

On the other hand, the fact that greater attention is paid to research funding in the field of mobile communications and health in Switzerland will be of importance. This was a recommendation of the Mobile Communications and Radiation working group commissioned by the Swiss Federal Department of the Environment, Transport, Energy and Communications (UVEK), in which the FSM also participated. As a result of a parliamentary initiative, funds from the proceeds of the concession fees are to be made available by the Federal Government for such research. It remains to be seen in what form the FSM can contribute its many years of expertise here. For its part, the FSM will issue a call for proposals in 2021. The Foundation Board has made a sum of CHF 250,000 available for this purpose.

Otherwise, the tried and tested activities of the FSM are to be continued. The series of the very much appreciated science brunches in particular will be continued. The next event is dedicated to the topic of “5G and climate change” and is scheduled for autumn, when the pandemic situation will hopefully allow it again. One focus of the strategic deliberations regarding the further development of the FSM will be on strengthening communication, such as in social media.

Projektbeschreibung

Project Description

Der Einfluss von Mobilfunksignalen auf die Regulierung der Differenzierung neuronaler Zellen

Elektromagnetische Felder (EMF) stehen seit Langem in Verdacht, ein umwelt- und berufsbedingter Risikofaktor für neurodegenerative Erkrankungen zu sein und die Differenzierung und Funktionalität neuronaler Zellen zu beeinflussen. In der wissenschaftlichen Literatur gibt es Hinweise, dass die Exposition mit hochfrequenter EMF im Radiofrequenz-Bereich (RF-EMF) eine Vielzahl von Prozessen beeinflussen könnte, die an der Differenzierung, den funktionellen Aufgaben und Vitalität von neuronalen Zellen beteiligt sind. Allerdings sind diese Befunde wenig konsistent und es wurde bis anhin keine schlüssige Erklärung für zugrundeliegende Mechanismen gefunden. Dieses Projekt beabsichtigt, den Einfluss von modulierten RF-EMF, wie sie für die Mobilkommunikation verwendet werden, im Zusammenhang einer möglichen Beeinträchtigung des menschlichen Wohlbefindens und der Gesundheit zu prüfen. Dazu setzen wir neuronale Modell-Zelllinien ein, um die Auswirkungen von RF-EMF-Exposition auf Signalisierungsprozesse, Genaktivität, Zellphysiologie und -morphologie zu untersuchen. Namentlich haben wir neben der mitochondrialen Aktivität, die ein Indikator für neuronale Alterung und Degeneration darstellt, die Differenzierungsschritte zu Neuronen, spezifische Signalkaskaden und die Expression von zentralen Biomarkern analysiert. Dies mit dem Ziel, neue Erkenntnisse zum Einfluss von EMF auf Nervenzellen und ihre Kausalität für Neurodegeneration zu gewinnen.

Methoden und experimentelle Ansätze

Um den Einfluss von Mobilkommunikationssignalen auf die verschiedenen Lebensphasen und Funktionen von Neuronen zu untersuchen, setzten wir Modell-Zelllinien vom Menschen und der Maus ein, die verschiedene Stadien der neuronalen Differenzierung repräsentieren (Abbildung 1). Unter Einsatz modernster Expositionseinrichtungen, die Telekommunikationssignale simulieren, haben wir doppelblinde Expositionsexperimente durchgeführt. Wir untersuchten den Einfluss von RF-EMF (1–5 W/kg SAR) mit Modulationen wie sie für «Global Systems for Mobile Communication» (GSM) und «Universal Mobile Telecommunication» (UMTS) eingesetzt werden, auf bestimmte neuronale Zellpopulationen vor und während der Differenzierung. Dabei wurden mikroskopbasierte, molekulare und zellbiologische Methoden eingesetzt mit der Zielsetzung, mögliche Veränderungen von molekularen Mechanismen, die für die neuronale Differenzierung oder Degeneration eine Rolle spielen, zu identifizieren und zu charakterisieren.



Dr. David Schürmann



Dr. Angélique Ducray

Antragsteller	Dr. David Schürmann, Dr. Angélique Ducray
Institution	Universität Basel, Vetsuisse Bern
Laufzeit	1.4.2018–31.12.2021
Kontakt	david.schuermann@unibas.ch
Status	Teilweise abgeschlossen

Impact of mobile communication signals on the regulation of neural differentiation

Electromagnetic fields (EMF) have long been suspected to be an environmental and occupational risk factor for neurodegenerative diseases and to affect neuronal differentiation and functionality. In the body of literature, there is evidence that exposure to radiofrequency EMFs (RF-EMF)

might affect numerous processes involved in the differentiation to neuronal cells and in their functionality and vitality. Yet, neither is there consistent experimental evidence available nor has a convincing mechanistic explanation been put forward. In respect of possible impact on human health, this project aimed at investigating effects of exposure to modulated RF-EMF, as used for mobile communication systems. We used cultured neural model cells to characterize the impact of RF-EMF exposure on signaling cascades, gene expression, physiology and morphology. Specifically, we addressed neural differentiation, investigated

cellular signaling pathways, explored the expression of possible key players and analyzed mitochondrial activity as important indicator of neuronal aging and degeneration. These analyses were intended to provide new insight into the potential impact of EMF exposure on neural differentiation, the elusive interaction mechanism and causality for neurodegenerative diseases.

Methods and experimental approaches

To investigate the putative impact of RF-EMF from mobile communication systems on different life cycle phases and functions of neurons, we made use of human and murine model cell systems, reflecting different stages of the neuronal differentiation (Figure 1). Double-blinded experimental exposure of cultured cells was performed with state-of-the-art exposure set-ups simulating mobile phone telecommunication signals. Applying advanced microscopy, molecular and cell biological methodologies, we investigated the effects of «Global Systems for Mobile Communication (GSM)»- and «Universal Mobile Telecommunication (UMTS)»-modulated RF-EMF (SAR 1–5 W/kg) on distinct neuronal cell populations before and during differentiation. We aimed at the identification and characterization of affected molecular pathways playing a role in neuronal differentiation and degeneration.

The impact of RF-EMF exposure on the composition and behavior of the differentiating neural cell population was assessed in the course of the differentiation process from murine embryonic stem cells (ESCs) through the formation of embryoid bodies (EB) to neuronal progenitor cells

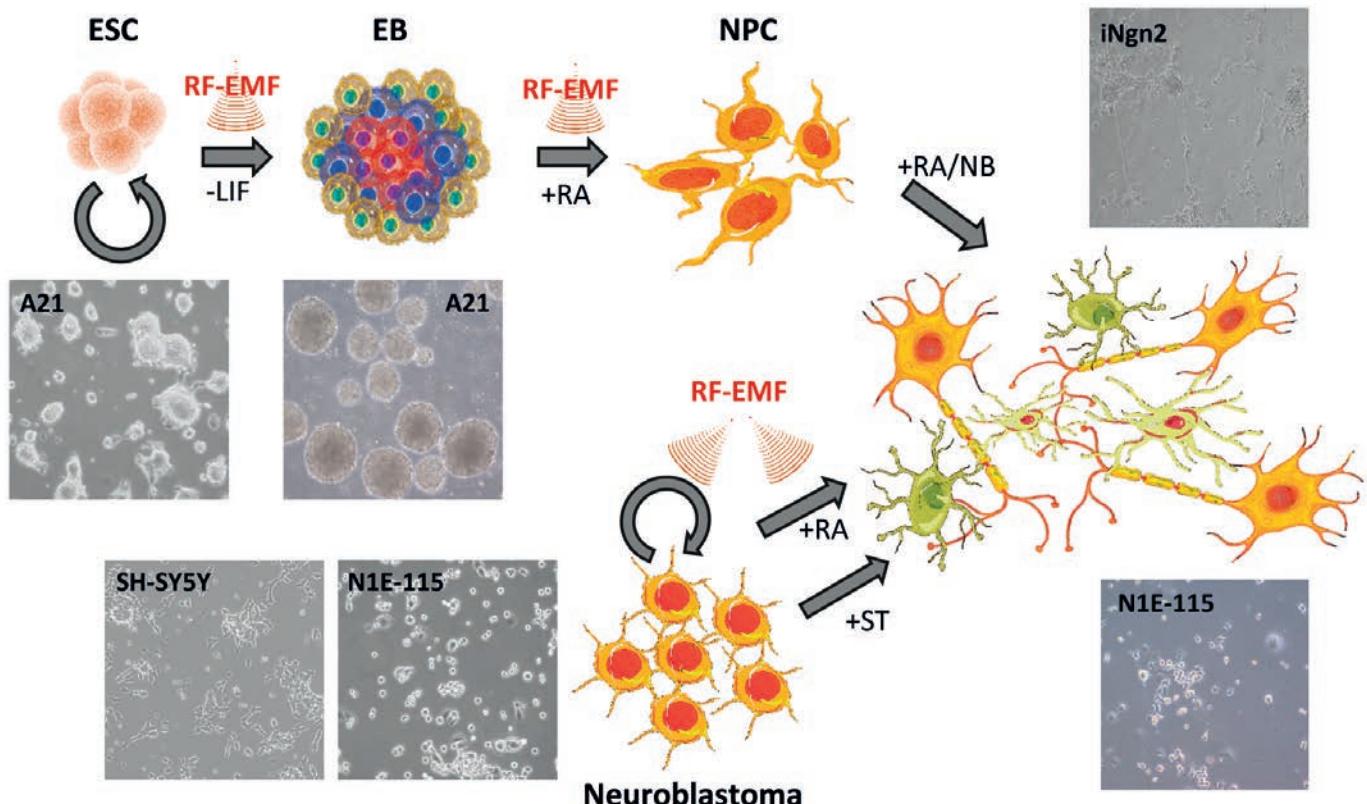


Abbildung 1: Übersicht der experimentellen Zellsysteme zur Untersuchung von RF-EMF auf die Nervenzelldifferenzierung. Der Zellspezifizierungsprozess zweier Linien (A21 und iNgn2) von embryonalen Stammzellen (ESC) der Maus wurde durch den Entzug des «leukemia inhibitory factor» LIF und Zugabe von all-trans-Retinsäure (RA) ausgelöst. Dabei entstehen neuronale Zellen, die in Neurobasal (NB) Medium kultiviert werden können. Neuronale Zeldifferenzierung unter RF-EMF-Exposition wurde auch in Neuroblastom-Zelllinien (SH-SY5Y und N1E-115) untersucht, in welchen der Differenzierungsprozess durch die Zugabe von RA, Stauroporin (ST) oder Kultivierung in NB Medium ausgelöst wurde.

Figure 1: Overview of the cell model systems to assess the impact of RF-EMF on neuronal differentiation. Two embryonic stem cell (ESC) lines (A21 and iNgn2) were entered into lineage specification by withdrawing the leukemia inhibitory factor (LIF) and inducing neuronal progenitor cells (NPC) by all-trans retinoic acid (RA), which are able to form neuronal cells in neurobasal medium (NB). Neuronal cell differentiation under RF-EMF exposure was also analyzed in neuroblastoma cell lines (SH-SY5Y and N1E-115) upon induction of neurogenesis by RA, staurosporin (ST) or culturing in NB medium.

Die Auswirkung von RF-EMF-Exposition auf die Zusammensetzung und Ausbildung von sich differenzierenden neuronale Zellpopulationen wurde während des Differenzierungsprozesses von embryonalen Stammzellen (ESCs) der Maus über die Bildung von «embryoid bodies» (EB) zu neuronalen Vorläuferzellen (NPCs) verfolgt (Abbildung 1). Dazu haben wir die Genaktivität (Expression) von Biomarkern für spezifische Stadien gemessen. Auch wurde eine globale Expressionsanalyse auf Einzelzellebene durchgeführt, was eine Beschreibung der Dynamik und Zusammensetzung der Zellpopulation erlaubt und möglicherweise zur Identifizierung von Genomabschnitten mit veränderter Genaktivität und epigenetischem Profil führt. Spätere Stadien der neuronalen Differenzierung wurden in Neuroblastom-Zelllinien (menschliche SH-SY5Y-Zellen und N1E-115-Zellen der Maus) untersucht, die man zu ausdifferenzierten neuronenähnlichen Zellen induzieren kann (Abbildung 1). Diese wurden durch Fluoreszenzmikroskopie und «high-content»-Bildanalytik neuronaler Marker auf Einflüsse von RF-EMF-Exposition auf morphologische und phänotypische Ausprägung hin untersucht. Parallel dazu wurden mittels «Western blot»-Analysen zentrale Zellmechanismen (bspw. ERK/MAP-K, PI3-K/Akt, Wnt/ β -catenin), die im Differenzierungs- aber auch neurodegenerativen Prozessen eine Rolle spielen, evaluiert.

Die Integrität der Mitochondrien dient als wichtiger Indikator für die neuronale Alterung und Degeneration. Wir setzten einen mitochondrialen

(NPCs) (Figure 1). We followed the expression of markers for stem cells and the neuronal lineage and performed single cell gene expression profiling (transcriptomics). Cluster analysis of gene expression profiles describing the dynamics of the cell population may result in the identification of target regions with potentially altered epigenetic landscape. Progression of later stages of neural differentiation was investigated in neuroblastoma cell models (human SH-SY5Y and murine N1E-115), in which neuron-like terminal differentiation can be induced (Figure 1). The effects of RF-EMF exposure were assessed by morphological and phenotypic characterization using fluorescence microscopy of neuronal markers in combination with high-content image analysis. Key players of cellular pathways (e.g. ERK/MAP-K, PI3K/Akt, Wnt/ β -catenin), involved in differentiation but also in the development of neurodegenerative diseases, were analyzed by Western blotting. Mitochondrial integrity is an important indicator of neuronal aging and degeneration. We used a mitochondrial stress test with different compounds that modulate mitochondrial activity to provoke oxidative stress. The mitochondrial modulators (oligomycin, FCCP and rotenone/antimycin A) were applied sequentially followed by measurements of mitochondrial oxygen consumption rates (OCR). Oxidative stress was investigated by measuring glutathione (GSH) levels. Furthermore, proteins involved in mitochondrial structure and function were studied with and

Stresstest ein, bei dem verschiedene Modulatoren der Aktivität eingesetzt werden, was zu oxidativem Stress führt. Diese Modulatoren (Oligomycin, FCCP und Rotenon/Antimycin A) werden nacheinander zugegeben und dabei die Rate des mitochondrialen Sauerstoffverbrauchs (OCR) gemessen. Oxidativer Stress wurde durch die Quantifizierung des antioxidativen Glutathion (GSH) bestimmt. Zudem wurden mitochondriale Proteine mit strukturellen und funktionellen Rollen untersucht. Zum Beispiel das Protein «optic atrophy type 1» (OPA1), das in der inneren Membran der Mitochondrien sitzt und mit Krankheiten wie die Optikusatrophie und dem mitochondrialen DNA-Depletionssyndrom in Verbindung steht, erfüllt wichtige Funktionen in der mitochondrialen Dynamik und Aktivität.

Schlüsselexperimente und Ergebnisse

Zuerst haben wir die Auswirkungen eines 1,95-GHz-UMTS-Signals auf die Differenzierung von kultivierten iNgn2 ESC zu neuronalen Zellen untersucht, indem die Expression von Biomarkern für Pluripotenz (*Oct4*, *Nanog*), Zelltypen der Keimblätter (Entoderm: *Gata6*, *Sox17*; Mesoderm: *Brachyuri*, *Bmp4*) und Ektoderm/neuronale Zellen (*NeuroD1*, *Nestin*, *Hes1*, *Tuj1*) bestimmt wurde. Im Vergleich zu scheinexponierten Zellen beobachteten wir eine konsistente Hochregulierung einiger Biomarker im EB-Stadium (Abbildung 2A) aber kaum in neuronalen Kulturen (Abbildung 2B). Dies betraf vorrangig die Biomarker, die nicht im Zusammenhang mit neuronaler Differenzierungslinie stehen. Um diese Beobachtungen zu validieren, wiederholten wir dieses Experiment in A21 ESCs und fanden wiederum veränderte Expression von Marker wie *Gata6*, *Sox17* und *Bmp4* (Abbildung 3A), wobei eine grosse Variation zwischen den

without RF-EMF irradiation. For instance, the optic atrophy type 1 protein (*OPA1*), which is located at the inner membrane of mitochondria, is responsible for mitochondrial dynamics and function, and has been associated with diseases such as Optic Atrophy 1 and Mitochondrial DNA Depletion Syndrome 14.

Key experimental results

First, we investigated the impact of a 1.95 GHz UMTS-modulated RF-EMF on the in vitro differentiation of iNgn2 ESCs into neuronal cells by assessing gene expression of marker genes for pluripotency (*Oct4*, *Nanog*), germ layers (endoderm: *Gata6*, *Sox17*; mesoderm: *Brachyuri*, *Bmp4*) and ectoderm/neuronal markers (*NeuroD1*, *Nestin*, *Hes1*, *Tuj1*). Comparing them to sham-exposed cultures, we observed consistent upregulation of some marker genes at the EB state (Figure 2A) but fewer in neuronal cultures (Figure 2B). Notably, this concerned mostly non-neuronal markers or markers other than the ectoderm that is a precursor for the neuronal lineage. To validate these findings, we repeated the experiment in A21 ESCs and again found indications for changed expression of markers like *Gata6*, *Sox17* and *Bmp4* (Figure 3A). Presumably due to variability of the ESC lines and differentiating cell populations, however, we found only few statistically significant changes of marker expression in the EB state (Figure 3B), which seemed to hardly affect later differentiation steps of neurogenesis.

To assess the effect of RF-EMF on the terminal differentiation of neurons, human SH-SY5Y neuroblastoma cells were exposed to a 935 MHz GSM-modulated RF-EMF at 4 W/kg SAR of for 24 hours at the beginning of the

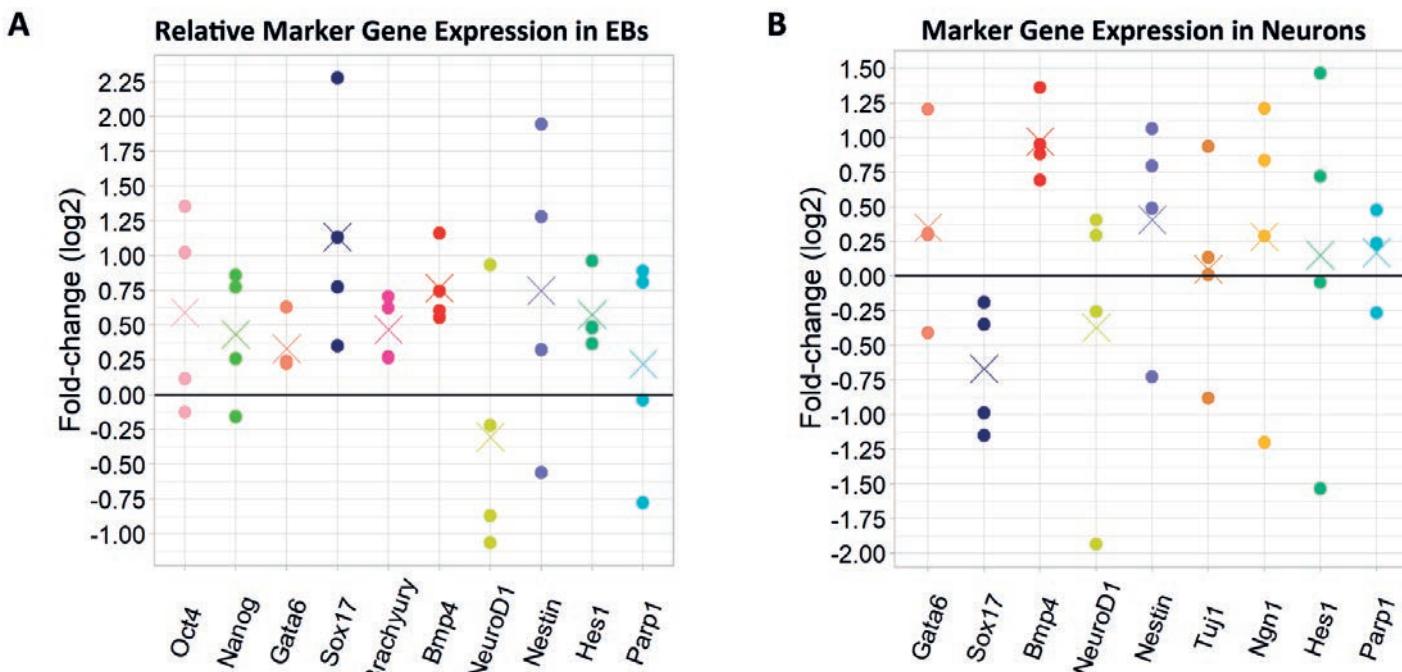


Abbildung 2: Analyse der Expression von Markergenen in schein- und RF-EMF-exponierten iNgn2-Zellpopulationen. Die Zellen wurden während der *In-vitro*-Differenzierung von iNgn2 ESC zu neuronalen Zellen mit Unterbrechungen (5/10 Min. an/aus) einem 1,95-GHz-UMTS-Signal (SAR 5 W/kg) ausgesetzt. Die Expression der Markergene wurde mittels quantitativer RT-PCR zu verschiedenen Zeitpunkten analysiert. Expression in (A) «embryoid bodies» (EB) und in (B) frühen neuronalen Zellpopulationen. Gezeigt sind die relativen Werte in log2-Skala von schein- und RF-EMF-exponierten Populationen von 4 unabhängigen Experimenten, die Kreuze zeigen den Mittelwert an.

Figure 2: Relative changes of marker gene expression between sham- and UMTS-exposed iNgn2 cell populations. Cells were intermittently (5/10 min on/off) exposed to a 1.95 GHz UMTS-modulated RF-EMF (SAR 5 W/kg) for 4 days during the in vitro differentiation of murine iNgn2 ESCs into neuronal cells. Expression of marker genes at different time-points was analyzed by quantitative RT-PCR. (A) Expression in embryoid bodies (EB) and (B) in the early neuronal cell population. Shown are log2 fold changes between sham and exposed population of 4 independent experiments and crosses indicate the mean.

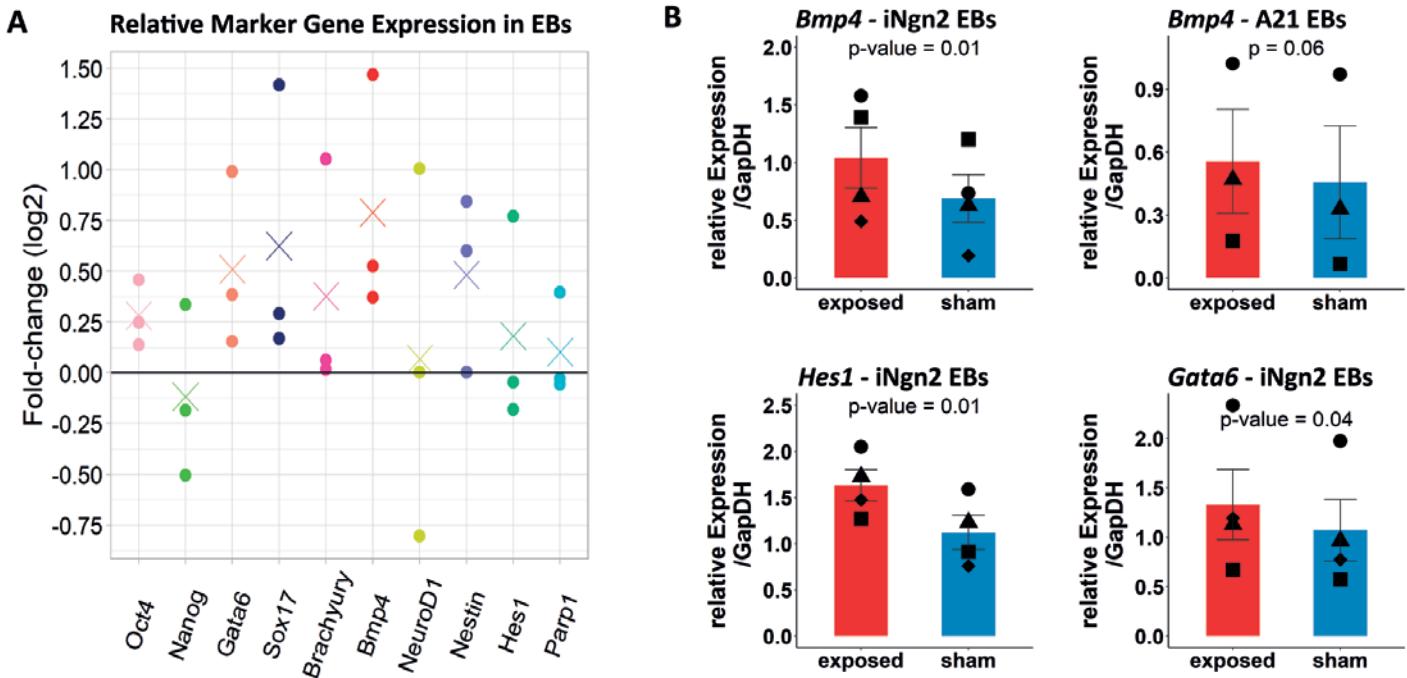


Abbildung 3: Analyse der Expression von Markergenen in schein- und RF-EMF-exponierten Zellpopulationen. Die Zellen wurden mit Unterbrechungen (5/10 Min. an/aus) einem 1,95-GHz-UMTS-Signal (SAR 5 W/kg) während der *In-vitro*-Differenzierung von ESC zu neuronalen Zellen ausgesetzt. Die Expression der Markergene wurde mittels quantitativer RT-PCR zu verschiedenen Zeitpunkten analysiert. (A) Expression in «embryoid bodies» (EB) von A21 ESC. Gezeigt sind die relativen Werte in log2 Skala von schein- und RF-EMF-exponierten Populationen von 3 unabhängigen Experimenten und die Kreuze zeigen den Mittelwert an. (B) Statistische Analyse der Expression der Markergene in EB von iNgn2 und A21 ESC mit gepaartem Student *t*-Test. Formen zeigen Datenpunkte der Replikate an und Fehlerbalken den Standardfehler der Mittelwerte.

Figure 3: Relative changes of marker gene expression between sham- and UMTS-exposed cell populations. Cells were intermittently (5/10 min. on/off) exposed to a 1.95 GHz UMTS-modulated RF-EMF (SAR 5 W/kg) during the *in vitro* differentiation of murine ESCs into neuronal cells. Expression of marker genes at different time-points was analyzed by quantitative RT-PCR. (A) Expression in embryoid bodies (EB) derived from A21 ESCs. Shown are log₂ fold changes between sham and exposed population of 3 independent experiments and crosses indicate the mean. (B) Statistical analysis of marker expression in embryoid bodies (EB) derived from iNgn2 and A21 ESCs by paired Student's *t*-test. Shapes and error bars indicate data points of the same experimental replicate and standard error of means (SEM), respectively.

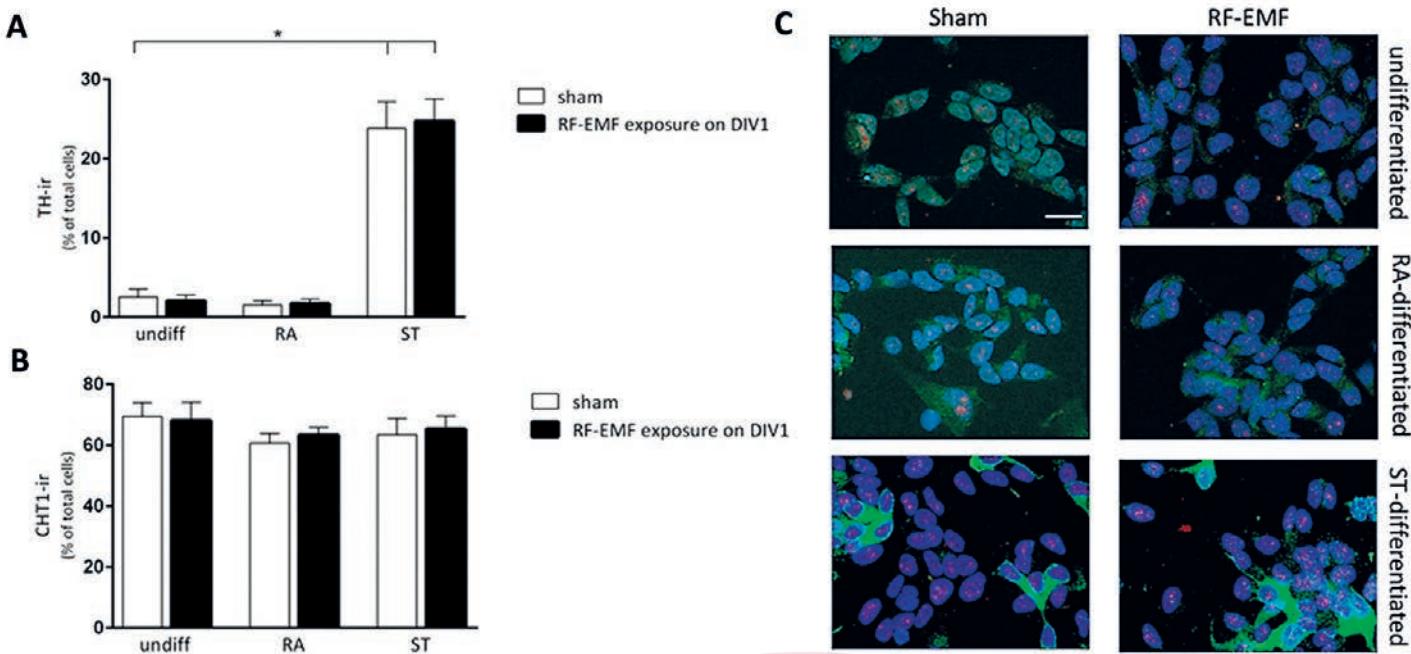


Abbildung 4: Einfluss des GSM-Signals auf menschliche SH-SY5Y-Neuroblastom-Zellen. Die Zellen wurden schein- oder RF-EMF-exponiert mit 4 W/kg SAR für 24 Std. am Tag *In vitro* 1 (DIV1). In undifferenzierten (undiff) sowie in mit all-trans-Retinsäure (RA) und Stauroporin (ST) differenzierten Zellen wurden nach 8 Tagen (DIV8) der Anteil an Tyrosinhydroxylase-positive (TH-ir) (A) und Cholintransporter 1-positive (CHT1-ir) (B) Zellen analysiert. Gezeigt sind der durchschnittliche Prozentsatz (%) der TH-ir- und CHT1-ir-positiven Zellen im Verhältnis zur Gesamtzellzahl ± der Standardfehler des Mittelwerts (SEM) als Fehlerbalken ($n = 11$ –24). Sternchen zeigen statistisch signifikante Unterschiede an (* = $p \leq 0,0001$). Repräsentative Immunfluoreszenzbilder sind in (C) dargestellt; TH gefärbte Zellen (grün), CHT1 (rot) und Zellkerne in blau. Massstabsbalken = 20 μ m.

Figure 4: Effects of GSM-modulated RF-EMF on human SH-SY5Y neuroblastoma cells. Cells were sham- or RF-EMF-exposed at 4 W/kg SAR for 24 h on day *in vitro* 1 (DIV1). Cells positive for tyrosine hydroxylase (TH-ir) cells (A) and choline transporter 1 (CHT1-ir) (B) were quantified at DIV8 in undifferentiated cells (undiff), all-trans retinoic acid (RA)- and staurosporine (ST)-differentiated cells. Data are shown as mean percentage ± standard error of the mean (SEM) (%) of TH-ir and CHT1-ir cells in relation to the total number of cells; error bars represent the SEM ($n = 11$ to 24). Statistically significant differences are labeled with asterisks (* = $p \leq 0,0001$). Representative immunofluorescence images are depicted in C; TH-stained cells (green), CHT1 (red) and cell nuclei in blue. Scale bar = 20 μ m.

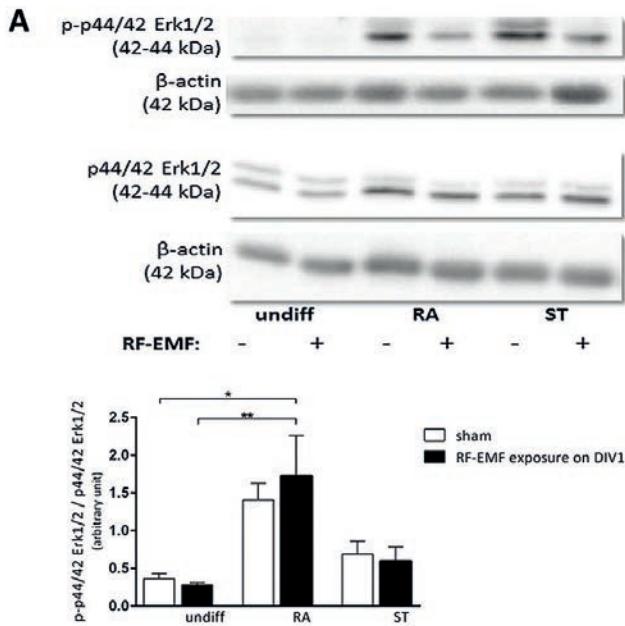


Abbildung 5: Aktivierung von ERK1/2 in RF-EMF-exponierten SH-SY5Y-Zellen. Die Zellen wurden am Tag *in vitro* 1 (DIV1) (A) oder DIV7 (B) für 24 Std. schein- oder RF-EMF-exponiert bei 4 W/kg SAR. In undifferenzierten (undiff), sowie in all-trans-Retinsäure (RA) und Staurosporin (ST) differenzierten Zellen wurde das Verhältnis der phosphorylierten aktiven Form der extrazellulären signalregulierten Kinasen p-p44/42 Erk1/2 und der nicht-phosphorylierten inaktiven Form p44/42 Erk1/2 analysiert. Oben sind repräsentative Bilder von Western Blots dargestellt. Fehlerbalken repräsentieren den Standardfehler des Mittelwerts (SEM) und signifikante Unterschiede sind mit Sternchen gekennzeichnet (* = $p \leq 0.05$; ** = $p \leq 0.01$).

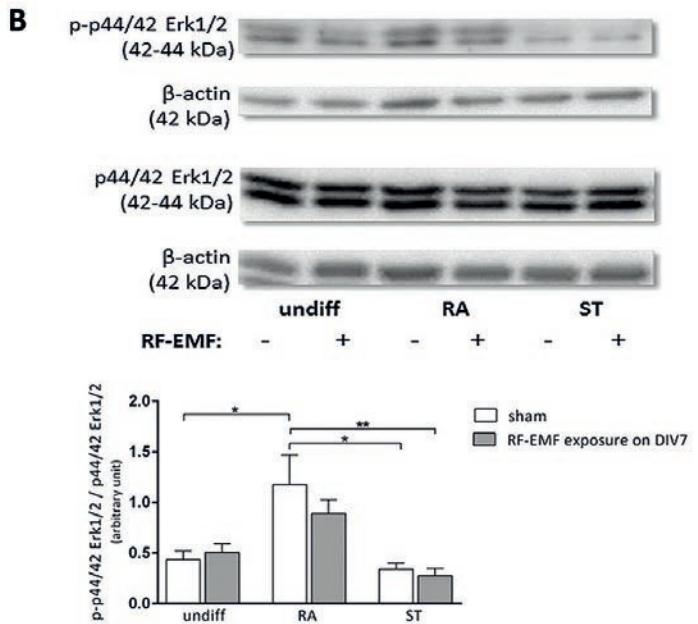


Figure 5: ERK1/2 activation in RF-EMF-exposed SH-SY5Y cells. Cells were sham- or RF-EMF-exposed at 4 W/kg SAR for 24 h on day *in vitro* 1 (DIV1) (A) or DIV7 (B). The ratio of the active phosphorylated form of the extracellular signal-regulated kinases, p-p44/42 Erk1/2, and the inactive non-phosphorylated form, p44/42 Erk1/2, were analyzed in undifferentiated cells (undiff), all-trans retinoic acid (RA)- and staurosporine (ST)-differentiated cells. Representative images of Western blots are shown on the top. Error bars represent the standard error of the mean (SEM). Asterisks indicate significant differences: * $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$.

ESCs und Zellpopulation offensichtlich wurde. So ergaben sich statistisch signifikante Unterschiede nur in wenigen Fällen (Abbildung 3B) im EB-Stadium, was sich aber kaum auf die späteren neuronalen Differenzierungsschritte auswirkte.

Um den Einfluss von RF-EMF auf die Ausdifferenzierung zu Neuronen zu untersuchen, setzten wir humane Neuroblastom-Zellen (SH-SY5Y) ein. Diese wurden zu Beginn der durch Retinsäure (RA) oder Staurosporin (ST) ausgelöste Differenzierung einem 935-MHz-GSM-Signal (4 W/kg SAR) für 24 Std. ausgesetzt. Wir fanden, dass die Exposition keinen Einfluss auf die Anzahl neuronalen Phänotypen (dopaminerge Neuronen, cholinerge Zellen) hat, weder nach 8 Tagen Differenzierung noch in undifferenzierten SH-SY5Y-Zellen (Abbildung 4). Gleichzeitig analysierten wir die Aktivitäten von zellulären Signalkaskaden, wie Erk1/2, Akt und GSK3β für RF-EMF-Effekte. Während eine signifikante Aktivierung von Erk1/2 (Phosphorylierung) durch das Auslösen des Differenzierungsprozesses gefunden wurde, gab es keine Unterschiede zwischen schein- und RF-EMF-exponierten SH-SY5Y-Zellen unabhängig vom Analysezeitpunkt und analysiertem Marker (Abbildung 5).

Die Integrität der Mitochondrien wurde in undifferenzierten SH-SY5Y-Zellen sowie drei Tage nach induzierter Differenzierung mit Retinsäure oder Staurosporin getestet. Die mitochondriale Atmung (OCR) von GSM- oder scheinexponierten Zellen, kultiviert in einem Medium (DMEM) entweder mit oder ohne 25 mM Glukose, wurde während der schrittweisen Zugabe der mitochondrialen Modulatoren (Oligomycin, FCCP und Rotenon/Antimycin A) bestimmt. Wir beobachteten, dass die basale OCR unter allen experimentellen Bedingungen durch die GSM-Exposition nicht verändert wurde (Abbildung 6A/B). Bei maximaler Atmung wurde eine Reduktion

neuronal differentiation by all-trans retinoic acid (RA) and staurosporine (ST). We found that exposure did not alter the neuronal phenotypes, namely the numbers of dopaminergic neurons and cholinergic cells, neither when quantified after 8 days of induced differentiation nor in undifferentiated SH-SY5Y cells (Figure 4). Concomitantly, the activity of cellular signaling cascades such as Erk1/2, Akt and GSK3β were analyzed for an impact of RF-EMF exposure. While a statistically significant induction of Erk1/2 activation by phosphorylation was found between sham-exposed undifferentiated and differentiated SH-SY5Y cells (Figure 5), RF-EMF did not affect any of the investigated markers, neither at day 1 nor at the end of the differentiation.

Mitochondrial integrity was investigated in undifferentiated SH-SY5Y cells and after 3 days of staurosporine and retinoic acid-induced differentiation. The OCR of GSM- and sham-exposed SH-SY5Y cells, cultured either with or without the supplementation of the medium (DMEM) with glucose (25 mM), was analyzed after sequentially addition of mitochondrial modulator (oligomycin = Oligo, FCCP and rotenone/antimycin A = Rot/Anti A) (Figures 6A and 6B). We found that GSM exposure did not change basal OCR compared to sham exposure in any of the experimental conditions (Figure 6A and 6B). At maximal respiration, a decrease in the OCR was found in staurosporine-differentiated SH-SY5Y cells (sham) compared to undifferentiated sham-exposed cells (Figure 6A). As expected, the absolute OCR was considerably lower (2- to 8-fold) in the glucose-deprived medium, whereby RF-EMF-exposed undifferentiated and staurosporine-differentiated cells exhibited significantly decreased OCR compared to sham-exposed cells at maximal respiration (Figure 6B). Furthermore, we measured comparable expression levels of

der OCR zwischen undifferenzierten und ST-differenzierten Zellen festgestellt (Abbildung 6A). Wie erwartet waren die absoluten OCR zwei- bis 8-fach tiefer für Zellen in Medium ohne Glukose, wobei GSM-exponierte undifferenzierte oder ST-differenzierte Zellen eine signifikante Abnahme der maximalen OCR zeigten (Abbildung 6B). Im Weiteren haben wir in RF-EMF- und scheinexponierten Zellen vergleichbare OPA1-Niveaus gemessen, was gegen Auswirkungen der Exposition auf die mitochondriale Integrität spricht. Dies betraf einerseits die lange, membrangebundene (I-OPA1) sowie auch die kurze, geschnittene (s-OPA1) Form, wogegen die Positivkontrolle, das oxidierend wirkende Wasserstoffperoxid, eine zeitunabhängige 50%ige Reduktion von I-OPA1 auslöste (für mehr Details, siehe von Niederhäusern et al., 2019). Schliesslich wurde als Indikator von oxidativem Stress der zelluläre Gehalt von Glutathion (GSH) zu Beginn der Differenzierungsphase in Medium mit/ohne Glukose gemessen. Dabei wurde keine signifikante Reduktion von GSH zwischen schein- und RF-EMF-exponierten (bei 1, 2 und 4 W/kg SAR) SH-SY5Y-Zellen gefunden (Abbildung 7).

Diskussion und Schlussfolgerungen

Wir untersuchten den Einfluss von RF-EMF-Exposition auf verschiedene Phasen der Neuronalentwicklung in kultivierten Zellsystemen. Als wir uns differenzierende Mauszellen unter 1,95-GHz-UMTS-Exposition bei 5 W/kg SAR angeschaut haben, sahen wir in frühen Phasen einige Hin-

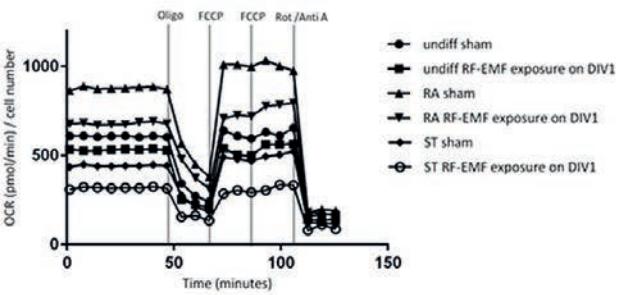
OPA1 in RF-EMF- or sham-exposed undifferentiated cells, indicating no impact of exposure on mitochondrial integrity. This was true for both the membrane-bound long form of OPA1 (l-OPA1) and the cleaved short form of OPA1 (s-OPA1), whereas the positive control, the oxidant hydrogen peroxide, induced a decrease in l-OPA1 of about 50% in a time-independent manner (for a more detailed description and discussion of these results, see von Niederhäusern et al., 2019).

Finally, glutathione (GSH) levels, as indicator for oxidative stress, were measured at the beginning of the differentiation phase under normal condition and glucose deprivation. Compared to sham-exposed cells, no significant reductions of GSH levels were found in RF-EMF-exposed cells at 1, 2 and 4 W/kg SAR for 2 hours (Figure 7).

Discussion and Conclusions

We assessed the impact of RF-EMF exposure on different phases of neuronal differentiation in cultured cells. When exposing differentiating murine cells to a UMTS-modulated 1.95 GHz RF-EMF at 5 W/kg SAR, we found some indication for transient changes of marker genes in early phases. Nevertheless, they seemed not to substantially affect later phases of neuronal differentiation. As these changes might arise from either altered proportions of subpopulations of the differentiating cells or expression levels, further analyses by single cell expression profiling are ongoing. In line with the previous observations, RF-EMF exposure

A DMEM medium (25 mM D(+)-glucose)



B DMEM medium deprived of D(+)-glucose

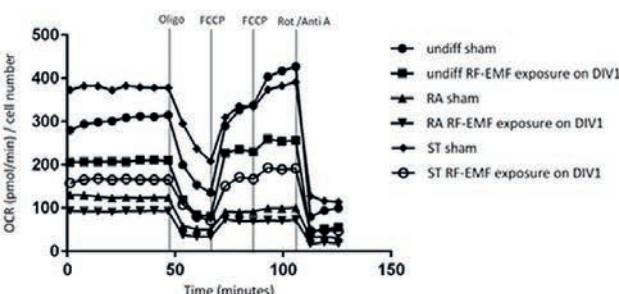
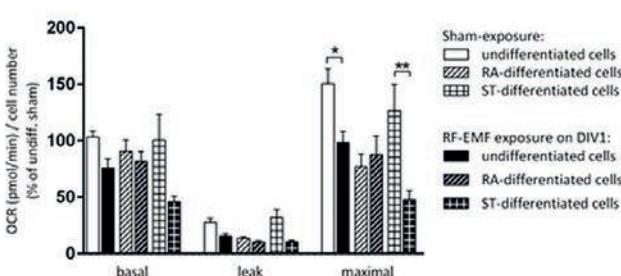


Abbildung 6: Effekt der Exposition mit RF-EMF auf die mitochondriale Sauerstoffumsatzrate (OCR). SH-SY5Y-Zellen wurden für 24 Std. schein- oder RF-EMF-exponiert bei 4 W/kg SAR am Tag *in vitro* 1 (DIV1) und mitochondriale Sauerstoffverbrauchsrationen (OCR) wurden am DIV3 in undifferenzierten Zellen (undiff), sowie in all-trans-Retinsäure (RA) bzw. Staurosporin (ST) differenzierten SH-SY5Y-Zellen gemessen. SH-SY5Y-Zellen wurden nacheinander mitochondrialen Modulatoren ausgesetzt (Oligomycin = Oligo, Trifluoromethoxy carbonylcyanide phenylhydrazone = FCCP und Rotenon/Antimycin A = Rot/Anti A). Die Daten sind als Mittelwert des relativen Verhältnisses zur Grundatmung von undifferenzierten scheinexponierten Zellen (100%) für die Grund-, Protonenleck- und maximale Atmung gezeigt. Fehlerbalken repräsentieren den Standardfehler des Mittelwerts (SEM) und signifikante Unterschiede sind mit Sternchen gekennzeichnet (* = $p \leq 0,05$; ** = $p \leq 0,01$). Rechts sind repräsentative OCR-Verläufe während des mitochondrialen Stresstests dargestellt.

Figure 6: Effects of RF-EMF exposure on mitochondrial oxygen consumption rate (OCR). SH-SY5Y cells were sham- or RF-EMF-exposed at 4 W/kg SAR for 24 hours on day 1 (DIV1) and mitochondrial oxygen consumption rates (OCR) were measured at DIV3 in undifferentiated cells (undiff) and differentiated SH-SY5Y cells with all-trans retinoic acid (RA)- and staurosporine (ST) for 24 hours, respectively. SH-SY5Y cells were sequentially exposed to each mitochondrial modulator (oligomycin = Oligo, Trifluoromethoxy carbonylcyanide phenylhydrazone = FCCP and rotenone/antimycin A = Rot/Anti A). Data is shown as mean of the relative ratio to basal respiration of undifferentiated sham-exposed cells (100%) for basal, leak and maximal respiration on the left. Error bars represent the standard error of the mean (SEM). Asterisks indicate significant differences: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$. Representative examples of the mitochondrial stress test on the OCR are depicted on the right.

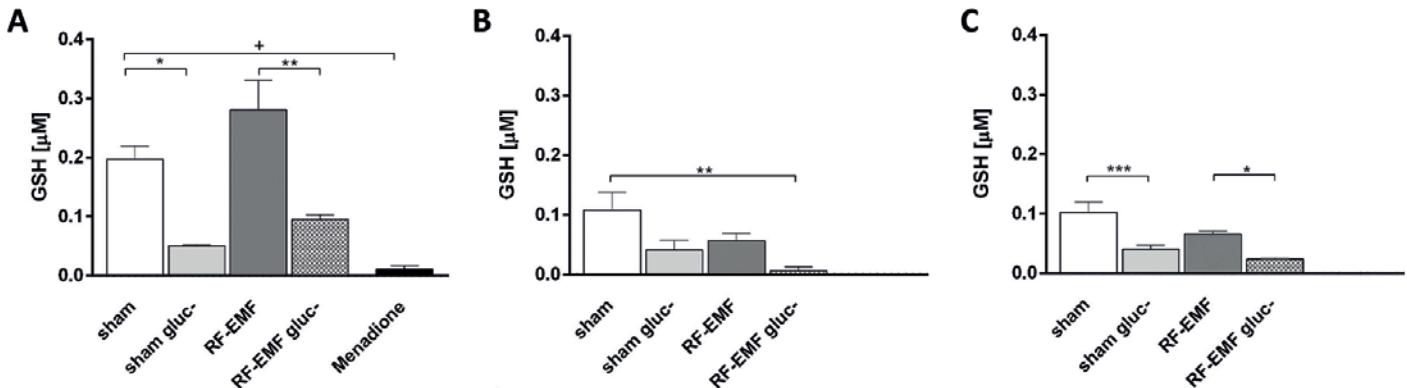


Abbildung 7: Einfluss der RF-EMF-Exposition auf oxidative Zellstress. SH-SY5Y-Zellen wurden am Tag *in vitro* 1 (DIV1) unter normalen und Glukose-reduzierten (Gluc-) Kulturbedingungen für 2 Std. schein- oder RF-EMF-exponiert bei 1 (A), 2 (B) oder 4 (C) W/kg und der Gehalt an Glutathion (GSH) gemessen. Menadion [75 μM] diente als positive Kontrolle. Normalisiert auf den Gesamtproteingehalt wird der GSH-Spiegel [μM] für jede Gruppe gezeigt, und die Fehlerbalken repräsentieren den Standardfehler des Mittelwerts (SEM) von 4 Experimenten. Signifikante Unterschiede sind mit Sternchen gekennzeichnet (* = p ≤ 0,05; ** = p ≤ 0,01; *** = p ≤ 0,001). Unterschiede zwischen der Positivkontrolle und scheinexponierten Zellen unter normalen Bedingungen wurden als + (+ = p ≤ 0,001) markiert.

*Figure 7: Effect of RF-EMF exposure on oxidative stress levels. SH-SY5Y cells were sham- or RF-EMF-exposed at 1 (A), 2 (B) or 4 (C) W/kg SAR for 2 h on day *in vitro* 1 (DIV1) under normal conditions and glucose-deprivation (gluc-). Glutathione levels (GSH) were measured at the end of the RF-EMF or sham exposure. Menadione [75 μM] was used as a positive control and comparisons were made to the respective sham control. Data are shown as extrapolated GSH levels [μM] for each group normalized to the total protein content. Error bars represent the standard error of the mean (SEM) (n = 4). Significant differences are labeled with asterisks (* p ≤ 0,05; ** p ≤ 0,01; *** p ≤ 0,001). Differences between the positive control and sham-exposed cells under normal conditions were labeled as + (+ = p ≤ 0,001).*

weise auf eine vorübergehende Zunahme der Expression von Marker-genen. Diese schienen aber keinen Einfluss auf die späteren Phasen der Differenzierung zu neuronalen Zellen zu haben. Da diese Veränderungen entweder durch eine generelle Erhöhung der Genaktivität oder durch veränderte Anteile einer Zellsubpopulation entstanden sein könnten, führen wir gegenwärtig Expressionsanalysen auf Einzelzellebene durch. Übereinstimmend mit obigen Beobachtungen fanden wir auch keinen Einfluss eines 935-MHz-GSM-Signals bei 4 W/kg SAR für 24 Std. auf den neuronalen Phänotyp nach Differenzierung von SH-SY5Y-Neuroblastom-Zellen. Die Folgerung, dass die RF-EMF-Exposition sich nicht auf die neuronale Differenzierung auswirkt, ist im Einklang mit den Resultaten der Analyse von Signalkaskaden (Akt/GSK3β; MAPK; Wnt/β-catenin), die in der Neuronalentwicklung und Neurodegeneration eine Rolle spielen. Gestörte mitochondriale Funktion wird häufig in Zusammenhang mit Neurodegeneration gebracht. Es wurde gezeigt, dass diese mitochondrialen Beeinträchtigungen zur vermehrten Bildung von reaktiven sauerstoffhaltigen Molekülen (ROS) führen, wodurch pathologische Veränderungen durch den entstandenen oxidativen Stress entstehen könnten, falls die antioxidativen Kapazitäten der Zellen dem nicht entgegenwirken können. Wir haben beobachtet, dass eine Exposition mit einem GSM-moduliertem RF-EMF nur unter Glukosemangel zu veränderter mitochondrialer Atmung führte. Die maximalen OCR waren substantiell tiefer in exponierten SH-SY5Y-Zellen, während kein Einfluss auf GSH, ein Indikator für oxidativen Stress, festgestellt wurde. Ebenso blieben Proteine, die an der mitochondrialen Teilung und Fusion beteiligt sind, durch die Exposition unverändert, was gegen eine wesentliche Schädigung der mitochondrialen Integrität und Funktion spricht. Diese Beobachtungen deuten also darauf hin, dass sich ein RF-EMF-Effekt auf die maximale Atmung nur unter Bedingungen mit zusätzlichem Stress, wie Glukosemangel, zeigt. Allerdings braucht es hier weiterführende Untersuchungen zum Einfluss von RF-EMF-Exposition auf die mitochondriale Funktion, da diese im engen Zusammenhang zu neurodegenerativen Erkrankungen steht.

of SH-SY5Y neuroblastoma cells with 935 MHz GSM modulation at 4 W/kg SAR for 24 hours did not alter the neuronal phenotype after neuronal differentiation. Analyses of signaling pathways (Akt/GSK3β; MAPK; Wnt/β-catenin), involved in neuronal differentiation and neurodegeneration, corroborate the notion that RF-EMF exposure does not interfere with neuronal differentiation.

Defective mitochondrial function is often related to neurodegeneration, in which mitochondrial dysfunction was shown to increase the production of reactive oxygen species (ROS). This may lead to oxidative stress-mediated pathological changes, if not reversed by the cell's antioxidant capacity. We found that GSM-modulated RF-EMF exposure altered mitochondrial respiration only in glucose-deprived SH-SY5Y cells. They were substantially lower in cells under glucose deprivation, while RF-EMF did not change GSH levels, an indicator for oxidative stress. Furthermore, proteins responsible for mitochondrial fission and fusion were not altered by RF-EMF exposure, indicating that mitochondrial integrity and function is not impaired. These findings suggests that RF-EMF might lead to an impairment of mitochondrial function that only manifests itself at maximal respiration and with additional stressors such as glucose deprivation. Further research is needed to investigate the effects of RF-EMF on mitochondrial function in detail as mitochondrial impairment is closely related to the pathogenesis of neurodegenerative diseases.

Reference/Literaturnachweis

von Niederhäusern N., Ducray A., Zielinski J., 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.

Dosis von elektromagnetischen Feldern im Hirn von Kindern und Jugendlichen und Auswirkungen auf Hirnvolumen sowie kognitive Funktionen

Beschreibung der Studien

Diese beiden epidemiologischen Querschnittsstudien befassen sich mit den Auswirkungen von hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung (HF-EMF) auf Kinder und Jugendliche durch die Verwendung von Mobilgeräten. Verwendet wird ein integriertes HF-EMF-Expositionsmodell. Einerseits wird die auf das Gehirn wirkende Dosis (absorbierte Energie) als Total aus allen Quellen und andererseits auch aufgeteilt auf drei separate Gruppen von Quellen abgeschätzt: (i) Telefonanrufe mit Mobil- oder DECT-Telefonen, (ii) andere Nutzungen des Mobiltelefons wie Internetsurfen, Emaillesen und -senden, Gebrauch von drahtlos mit dem Internet verbundenen Tablets und Laptops, (iii) Fernfeldquellen (z. B. Mobilfunkstationen, Radio- und TV-Sendeanlagen, WiFi). Diese drei Gruppen unterscheiden sich durch unterschiedliche Belastungsmuster: (i) kurzzeitige Spitzenbelastung nahe beim Gehirn, (ii) geringe Belastung, welche vermutlich durch verschiedene individuelle und soziale Faktoren beeinflusste Verhaltensmuster charakterisiert wird, (iii) relativ geringe Belastung kontinuierlich über den ganzen Tag. Die Häufigkeit der verschiedenen Nutzungsarten (i) und (ii) wurde aufgrund von Angaben der Eltern bzw. der Jugendlichen abgeschätzt. Zusätzlich mussten Annahmen getroffen werden, z. B. bezüglich der Nutzungsanteile von 2G-versus 3G-Netzwerken oder dem Anteil der Online-Zeit, welche für einzelne Anwendungen wie beispielsweise Gaming verwendet wird. Die von den Fernfeldquellen (iii) erzeugte Exposition wurde auf der Basis von anderen Studien und Modellierungen abgeschätzt.

In der ersten Studie werden für 9- bis 12-jährige Kinder einer bereits vor geburtlich gestarteten holländischen Kohortenstudie die HF-EMF-Dosis für das Gesamthirn wie auch spezifisch für einzelne Gehirnlappen abgeschätzt und mit den Hirnvolumina der Kinder verglichen. Die Hirnvolumina wurden aufgrund von MRI-Messungen bestimmt.

In der zweiten Studie wurden für 9- bis 11-jährige Kinder sowie 17- bis 18-jährige Jugendliche einer anderen holländischen Kohortenstudie sowie Kinder und Jugendliche verschiedener Subgruppen einer spanischen Kohorte die HF-EMF-Exposition abgeschätzt und mit den Resultaten verschiedener, standardisierter Tests für kognitive Funktionen in Beziehung gesetzt.

Bei der statistischen Analyse wurden verschiedene Störfaktoren wie z. B. Bildungsniveau der Eltern oder Body Mass Index der Kinder berücksichtigt.

Ergebnisse

Beim Vergleich der drei EMF-Dosismasse mit 16 verschiedenen Hirnvolumenmassen wurde einzig ein geringer statistischer Zusammenhang zwischen einer hohen HF-EMF-Exposition durch Bildschirmnutzung (Nutzungsart ii) und einem kleineren Volumen des Nucleus caudatus gefunden. Die Kausalität dieses Zusammenhangs erscheint nicht sehr plausibel, würde man doch dann auch einen Zusammenhang bei der Nutzungsart (i) erwarten, welche zu deutlich höherer HF-EMF-Dosis führt. Die Autoren diskutieren als mögliche Erklärung Confounding, Zufall oder umgekehrte Kausalität, also dass Kinder mit einem kleineren Nucleus Caudate mehr Zeit am Bildschirm verbringen. Ansonsten wurde keinerlei Zusammenhang der RF-EMF-Exposition mit dem Hirnvolumen gefunden.

Hohe HF-EMF-Gesamtdosen sowie hohe Dosen beim Telefonieren (Nutzungsart i) zeigen einen geringen statistischen Zusammenhang mit vermin-

derter, non-verbaler Intelligenz bei Kindern. Für diesen Effekt gibt es keine plausible Erklärung, würde man doch auch einen Einfluss auf andere kognitive Funktionen erwarten, die auf einem gemeinsamen neuronalen Substrat beruhen. Ein biologischer Wirkmechanismus dafür ist nicht bekannt. Bei allen anderen Tests wurde kein Zusammenhang der RF-EMF-Exposition mit den untersuchten kognitiven Funktionen gefunden.

Die Stärke der beiden Arbeiten liegt darin, dass sie Limitierungen bisheriger epidemiologischer Untersuchungen beheben. Das integrierte HF-EMF-Expositionsmodell erlaubt sowohl die Berücksichtigung einer umfassenderen Zahl von EMF-Quellen wie auch die Separierung des Einflusses einzelner EMF-Quellen. Es ist jedoch zu beachten, dass das EMF-Dosismodell inklusive der selbstberichteten Nutzungsdaten mit grossen Unsicherheiten behaftet sind. Eine weitere Schwäche ist das Querschnittsdesign der Studien.

Fazit

Bei Kindern und Jugendlichen ist besondere Vorsicht geboten, um negative gesundheitliche Auswirkungen von HF-EMF zu verhindern, da sich ihr Gehirn in einer wichtigen Entwicklungsphase befindet. Die beiden gross angelegten epidemiologischen Studien legen den Schluss nahe, dass die Exposition mit elektromagnetischen Feldern (HF-EMF) durch den Gebrauch von Mobilgeräten keinen Einfluss auf die Hirnvolumina und die kognitiven Funktionen von Kindern und Jugendlichen haben. Sollte trotz dieser Tendenz ein Zusammenhang mit HF-EMF bestehen, so ist dieser Effekt mit hoher Wahrscheinlichkeit klein und vermutlich geringer als andere mögliche Auswirkungen problematischer (exzessiver) Mediennutzung. Denn selbst für die zwei in den Studien gefundenen Korrelationen räumen die Autoren ein, dass es sich um Zufallsbefunde handeln oder die Resultate durch andere Faktoren verursacht worden sein könnten.

Cabré-Riera A., El Marroun H., Muetzel R., van Wel L., Liorni I., Thielen A., Birks L.E., Pierotti L., Huss A., Joseph W., Wiart J., Capstick M., Hillegers M., Vermeulen R., Cardis E., Vrijheid M., White T., Röösli M., Tiemeier H., Guxens M. (2020): Estimated whole-brain and lobe-specific radiofrequency electromagnetic fields doses and brain volumes in preadolescents. Environment International 142, 105808; doi.org/10.1016/j.envint.2020.105808.

Cabré-Riera A., van Wel L., Liorni I., Thielen A., Birks L.E., Pierotti L., Joseph W., González-Safont L., Ibarluzea J., Ferrero A., Huss A., Wiart J., Santa-Marina L., Torrent M., Vrijkotte T., Capstick M., Vermeulen R., Vrijheid M., Cardis E., Röösli M., Guxens M. (2021): Association between estimated whole-brain radiofrequency electromagnetic fields dose and cognitive function in preadolescents and adolescents. International Journal of Hygiene and Environmental Health 231, 113659; doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113659.



Prof. Dr. Sonja Utz,
Leiterin Forschungsgruppe



Lara Wolfers,
Doktorandin

Forschungsgruppe Soziale Medien, Leibniz-Institut für Wissensmedien (IWM), Tübingen

Weitergehende Betrachtungen

Die vorgestellten Arbeiten widmen sich dem Online-Verhalten von Kindern und Jugendlichen. Die Fragestellung war dabei ausgerichtet auf die Einflüsse der durch die mobilen elektronischen Geräte verursachten elektromagnetischen Strahlung. Im Zusammenhang mit dem Gebrauch von Mobilgeräten sind aber noch vielfältige andere Auswirkungen von Belang (z. B. technische, psychologische, soziale, ökonomische, gesellschaftliche, politische).

Im folgenden Interview wird das Online-Verhalten und die Nutzung von Mobilgeräten auch aus anderen Perspektiven beleuchtet.

Eine der Hoffnungen, die bezüglich des Internets immer wieder geäussert wurde, war, dass es bestehende Ungleichheiten verringern kann. Wie ist das bei Kindern und wie sieht der aktuelle Forschungsstand dazu aus?

Lara Wolfers: Bei Kindern und Jugendlichen wurde vor allem untersucht, ob schüchterne Menschen vielleicht im Besonderen von den Möglichkeiten, medienvermittelt zu kommunizieren, profitieren. Vermutet wurde, dass es schüchternen Kindern und Jugendlichen über textbasierte Kanäle einfacher fällt, alltägliche Dinge, aber auch ihre Sorgen mit anderen zu teilen und dass sie dort solche Selbstoffenbarungen auch für den Offline-Kontext üben können. Das hat sich nur teilweise bestätigt. Zwar finden einige Studien, dass solche Übungseffekte bestehen können, aber von den vielen neuen Kommunikationsmöglichkeiten profitieren vor allem diejenigen Kinder und Jugendlichen, die auch im Offline-Kontext viele Freunde und Freundinnen haben und gut sozial eingebunden sind.

Jugendliche verbringen immer mehr Zeit online in Sozialen Medien. Medial wird dies häufig negativ konnotiert, z. B. mit Berichten über Cybermobbing-Vorfälle. Welche positiven Wirkungen können Soziale Medien haben? Was wäre Ihrer Meinung nach zu tun, damit die positiven Wirkungen gestärkt oder sogar erweitert werden könnten?

Sonja Utz/Lara Wolfers: Soziale Medien können viele positive Wirkungen haben. Gerade in Zeiten von Kontaktbeschränkungen helfen sie bei der Pflege von Freundschaften und Kontakten. Kinder und Jugendliche können auf Sozialen Medien soziale Unterstützung und hilfreiche Informationen finden. Nicht zuletzt dienen Soziale Medien auch einfach der Unterhaltung und damit dem Abschalten von Stress. Generell zeigen viele Studien, dass die aktive Nutzung (d.h. selbst Beiträge schreiben) Sozialer Medien sich positiver auf das Wohlbefinden auswirkt als die passive Nutzung (nur lesen). Die Effekte sind aber, so die neuesten Forschungsergebnisse, sehr unterschiedlich von Person zu Person. Während manche zum Beispiel durch die Nutzung von Sozialen Medien ihre Laune verbessern können, hängt die Nutzung von Sozialen Medien bei anderen eher mit schlechter Laune zusammen. Die Medienkompetenz von Kindern und Jugendlichen sollte genau das in den Blick nehmen und den Kindern und Jugendlichen die Möglichkeit geben, über ihre eigene Nutzung und über das, was ihnen gut oder schlecht tut, selbst zu reflektieren. Darüber hinaus ist es aber auch wichtig, Grund-

lagen der Plattformen zu vermitteln: Also zum Beispiel, wer da was mit den Daten macht, die man teilt oder auch die grundsätzlich herrschende Positivitätsnorm (auch Influencer teilen nur ihre «Schokoladenseite»). Besonderes Augenmerk gilt es auch darauf zu legen, dass viele Normen und Regeln online nicht anders sind als offline: Mobbing ist weder online noch offline in Ordnung, wenn einem ein fremder Mensch komische Dinge schreibt, sollte einem das genauso stutzig machen, wie wenn jemand einem persönlich komische Dinge sagt.

Generell bei Nutzung des Internets und speziell bei Sozialen Medien wird bei den jüngeren Generationen von einer Verkürzung der Aufmerksamkeitsspanne gesprochen. Ist dieser Effekt belegt? Was sind die Ursachen und Auswirkungen? Welche längerfristigen Konsequenzen hat das für unsere Gesellschaft?

Sonja Utz: Diese Befürchtung gab es interessanterweise vor Jahrzehnten auch schon für die Auswirkungen des Fernsehens; auch das wurde für eine zunehmende Aufmerksamkeitsstörungen wie ADHS (Aufmerksamkeitsdefizitstörung und Hyperaktivität) von Kindern verantwortlich gemacht. Die Argumentation ist ähnlich – eine Zunahme von Reizen sowie immer kürzer werdende Beiträge sollen zu einer Reduzierung der Aufmerksamkeitsspanne führen. Durch die Medien geistert immer wieder die Angabe, die Aufmerksamkeitsspanne wäre zwischen 2000 und 2013 von 12 auf 8 Sekunden gesunken, allerdings lässt sich diese Angabe nicht verifizieren (www.bbc.com/news/health-38896790). Die Nutzung Sozialer Medien, aber auch die Mediennutzung allgemein, oder die Nutzung mehrerer Bildschirme parallel geht mit Veränderungen der Aufmerksamkeit einher; allerdings ist es schwer zu sagen, was Ursache und was Wirkung ist, da es sich in der Regel nicht um Längsschnittstudien handelt; es könnte daher auch sein, dass Personen mit einem bestimmten Aufmerksamkeitsstil andere Medien bevorzugen. Personen, die Soziale Medien häufiger nutzen, können ihre Aufmerksamkeit weniger lange auf eine Aufgabe fokussieren. Allerdings zeigen diese Personen häufiger kurze Spitzen hoher Aufmerksamkeit, die wiederum mit einer besseren Informationsverarbeitung und Enkodierung im Gedächtnis einhergehen. Es wird also eher die Art der Aufmerksamkeit beeinflusst.

Eine der wenigen längsschnittlichen Studien in diesem Bereich zeigt, dass problematische Nutzung Sozialer Medien langfristig zu mehr ADHS-Symptomen führt; die Intensität der Nutzung allerdings nicht. Wichtiger als die Zeit, die mit Sozialen Medien und Smartphones verbracht wird, ist demnach, was man macht.

In einem Ihrer Projekte gehen Sie einem überraschenden Einfluss auf Kinder nach. Sie untersuchen, wie Eltern mobile Geräte für die Stressbewältigung einsetzen. Was sind Ihre Thesen hinter diesen Studien?

Lara Wolfers: In diesem Projekt untersuchen wir, wie Eltern ihr eigenes Handy nutzen, wenn sie mit ihren Kindern zusammen sind, und zwar im Besonderen in Stresssituationen. Die bisherige Forschung zur Smartphone-nutzung von Eltern fokussiert sich vor allem auf negative Effekte, also zum Beispiel, darauf, dass Smartphones Eltern von den Interaktionen mit ihren Kindern ablenken können. Wir untersuchen, wann es vielleicht auch dabei hilft, zum Beispiel schnell Informationen zu finden, soziale Unterstützung zu erhalten oder Eltern auch mal den Raum gibt, kurz etwas für sich selbst zu machen. Die grundsätzliche These ist, dass Smartphonenuutzung auch positive Effekte auf das Wohlbefinden von Eltern haben kann und wir wollen erforschen, unter welchen Rahmenbedingungen diese positiven Effekte auftreten.

SPECIAL FOCUS

Electromagnetic field doses in the brains of children and adolescents and effects on brain volume and cognitive functions

Description of the studies

These two epidemiological cross-sectional studies examine the effects of high-frequency electromagnetic fields (RF-EMF) in children and adolescents resulting from the use of mobile devices. An integrated RF-EMF exposure model was used. On the one hand, the dose acting on the brain (absorbed energy) is estimated as a total from all sources, and on the other hand the effective dose is estimated from three separate groups of sources: (i) telephone calls using a mobile or DECT telephone, (ii) other uses of mobile phones such as surfing the Internet, reading and sending emails, and using wireless tablets and laptops connected to the Internet, (iii) far field sources (such as mobile phone base stations, radio and TV transmitter stations, WiFi). These three groups are differentiated by different patterns of exposure: (i) short-term peak exposure close to the brain, (ii) low exposure, which is likely characterised by behaviour patterns influenced by different individual and social factors, (iii) relatively low exposure continuously throughout the day. The frequencies of the different (i) and (ii) types of use were estimated on the basis of information obtained from parents or the adolescents. Estimates also needed to be made, for example, for the utilisation rate of 2G versus 3G networks or the proportion of time spent online, which are used for individual uses such as gaming. Exposure due to far field sources (iii) was estimated based on other studies and modelling.

In the first study, the RF-EMF doses for the entire brain and specifically for the individual lobes of the brain were estimated and compared with the brain volumes of 9 to 12-year-old children in a Dutch cohort study started before the children were born. The brain volumes were determined on the basis of MRI measurements.

In the second study, RF-EMF exposure was estimated and considered in relation to the results of different standardised tests of cognitive function in 9 to 11-year-old children and 17 to 18-year-old adolescents in another Dutch cohort study, as well as in adolescents from different subgroups of a Spanish cohort.

Different confounding factors, such as level of education of the parents or body mass index of the children, were taken into account in the statistical analysis.

Results

The comparison of the three EMF doses with 16 different brain volumes only revealed a weak statistical correlation between high RF-EMF exposure from screen use (usage type ii) and a small volume of the caudate nucleus. The causality of this correlation does not seem very plausible; one would then also expect a correlation with usage type (i), which results in a significantly higher RF-EMF dose. As a possible explanation, the authors discuss confounding factors, coincidental factors or reverse causality, i.e. that children with a smaller caudate spend more time looking at screens. Otherwise, no correlation was found between RF-EMF exposure and brain volume.

High RF-EMF overall doses and high doses during telephone calls (usage type i) show a weak statistical correlation with reduced, non-verbal intelligence in children. No plausible explanation exists for this effect; one would also expect an impact on other cognitive functions based on a common neural substrate. No biological mechanism of action is known for this. In

all other tests, no correlation was found between RF-EMF exposure and the investigated cognitive functions.

The strengths of both studies lie in the fact that they remove the limitations of previous epidemiological studies. The integrated RF-EMF exposure model enables both the consideration of a wider range of EMF sources and the separation of the influence of individual EMF sources. It should however be noted that the EMF dose model including self-reported usage data is marked by considerable uncertainty. A further limitation is the cross-sectional design of the studies.

Conclusions

Particular care is required in the case of children and adolescents to prevent negative health effects of RF-EMF, because their brains are undergoing a critical development phase. Both large-scale epidemiological studies suggest that exposure to electromagnetic fields (RF-EMF) through the use of mobile devices has no impact on the brain volumes and cognitive functions of children and adolescents. If, despite this trend, a correlation with RF-EMF should exist, this effect is most likely small and probably lower than other potential impacts of problematic (excessive) media use. The authors acknowledge that even the two correlations found in the studies could be incidental findings or the results of other influencing factors.

Cabré-Riera A., El Marroun H., Muetzel R., van Wel L., Liorni I., Thielens A., Birks L.E., Pierotti L., Huss A., Joseph W., Wiart J., Capstick M., Hillegers M., Vermeulen R., Cardis E., Vrijheid M., White T., Röösli M., Tiemeier H., Guxens M. (2020): Estimated whole-brain and lobe-specific radiofrequency electromagnetic fields doses and brain volumes in preadolescents. *Environment International* 142, 105808; doi.org/10.1016/j.envint.2020.1058.

Cabré-Riera A., van Wel L., Liorni I., Thielens A., Birks L.E., Pierotti L., Joseph W., González-Safont L., Ibarluzea J., Ferrero A., Huss A., Wiart J., Santa-Marina L., Torrent M., Vrijkotte T., Capstick M., Vermeulen R., Vrijheid M., Cardis E., Röösli M., Guxens M. (2021): Association between estimated whole-brain radiofrequency electromagnetic fields dose and cognitive function in preadolescents and adolescents. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 231, 113659; doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113659.



Prof. Dr. Sonja Utz,
Head of the Research Group



Lara Wolfers,
doctoral student

Social Media Research Group, Leibniz-Institut für Wissensmedien (IWM),
Tübingen

Further considerations

The presented studies examine the online behaviour of children and adolescents. The questions were focused on the influences of electromagnetic radiation caused by electronic mobile devices. A variety of other impacts are important in connection with the use of mobile devices (e.g. technical, psychological, social, economic, societal and political impacts).

In the following interview, the online behaviour and the use of mobile devices is also examined from other perspectives.

One of the hopes expressed repeatedly regarding the Internet is that it could reduce existing inequalities. What is the situation with regard to children and what is the current state of research?

Lara Wolfers: The main thing investigated in children and adolescents was whether shy people perhaps benefit in particular from the possibility of communicating via media. The assumption was that it would be easier for shy children and adolescents to share everyday things but also their worries with others via text-based channels, and that they could also practice such self-disclosure for offline contexts. This was only partially confirmed. Some studies find that such practice effects may exist, but it is above all those children and adolescents with a lot of friends offline and who are socially well integrated who benefit from the many new communication possibilities.

Young people are spending increasingly more time online on social media. This is often negatively connoted in the media, such as with reports about cyberbullying incidents. What positive effects can social media have? What do you think could be done to strengthen or even expand the positive effects?

Sonja Utz/Lara Wolfers: Social media can have many positive effects. Particularly in times when there are limitations to face-to-face contact, it helps with fostering friendships and contacts. Children and adolescents can find social support and helpful information on social media. Last but not least, social media simply serves as a form of entertainment and thus a means of taking a break from stress. In general, many studies show that active use (i.e. writing your own contributions) of social media has a more positive effect on well-being than passive use (only reading). The effects, however, differ a lot from person to person according to the latest research results. While some can improve their mood through the use of social media, for example, the use of social media is more connected with a bad mood in others. The media competence of children and adolescents should take precisely that into consideration and give children and adolescents the possibility to reflect on their own use and on that which does them good or harm. It is also important to convey the fundamentals of the platforms: For example, who does what with the data that is shared or even the fundamental standard of positivity (even influencers only share their "best side"). Particular focus should also be placed on the fact that many norms

and rules online are no different to those offline: Bullying is not okay online or offline; if a stranger writes strange things to you, this should puzzle you just as much as it would if someone had said these strange things to you in person.

In general, when using the Internet and especially when using social media, a shortening of the attention span is spoken about in regard to the younger generations. Is this effect proven? What are the causes and impacts? What long-term consequences does this have for our society?

Sonja Utz: Interestingly, this concern also arose decades ago in relation to the effects of television; this, too, was blamed for increasing attention span disorders such as ADHD (attention deficit hyperactivity disorder) in children. The argument is similar; an increase in stimuli and increasingly shorter contributions are supposed to lead to a reduction in attention span. The media are plagued again and again by information that attention span dropped from 12 to 8 seconds between 2000 and 2013, although this information cannot be verified (www.bbc.com/news/health-38896790). The use of social media, but also media use in general, or the use of multiple screens in parallel is associated with changes in attention; it is, however, difficult to say what is the cause and what is the effect because these are usually not longitudinal studies; it could therefore also be that people with a certain attention style prefer other media. People who use social media frequently are less able to focus their attention on a task for a long time. These people, however, often exhibit short bursts of high attention that in turn accompany better information processing and encoding in memory. It is therefore rather the type of attention that is influenced.

One of the few longitudinal studies in this field shows that problematic use of social media leads to more ADHD symptoms in the long term; the intensity of use, however, does not. What you do with social media and smartphones is of greater significance than how long you spend on them.

In one of your projects, you investigate a surprising influence on children. You investigate how parents use mobile devices for stress management. What are your hypotheses behind these studies?

Lara Wolfers: In this project, we investigate how parents use their own mobile phones when they are together with their children and particularly in stressful situations. Previous research into the smartphone use of parents focuses especially on negative effects, for example on the fact that smartphones can distract parents from interactions with their children. We investigate when it is perhaps helpful, for example to find information quickly, to obtain social support, or even to give parents space to do something for themselves. The basic hypothesis is that smartphone use can also have positive effects on the well-being of parents and we want to explore under which general conditions these positive effects occur.

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 / 1.4.2018–31.12.2021

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, Prof. Dr. Myrtill Simko / 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 Erfolgs 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

Prof. Dr. Michael Siegrist, Marie-Eve Cousin, Dr. Timothy C. Earle / 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 Hochfrequenzfeldern exponiert. 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 Mobilfunkkommunikation

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 Zürich, 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, Dr. Timothy C. Earle / 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

2021

Birks L.E., van Wel L., Liorni I., Pierotti L., Guxens M., Huss A., Foerster M., Capstick M., Eeftens M., El Marroun H., Estarlich M., Gallastegi M., González Safont L., Joseph W., Santa-Marina L., Thielens A., Torrent M., Vrijkotte T., Wiart J., Röösli M., Cardis E., Vermeulen R., Vrijheid M. (2021): Radiofrequency electromagnetic fields from mobile communication: Description of modeled dose in brain regions and the body in European children and adolescents. Environmental Research Volume 193, 110505. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110505>. Peer reviewed

Bueno-Lopez A., Eggert T., Dorn H., Schmid G., Hirtl R., Danker-Hopfe H. (2021): Effects of 2.45 GHz Wi-Fi exposure on sleep-dependent memory consolidation. Journal of Sleep Research: e13224, <https://doi.org/10.1111/jsr.13224>. Peer reviewed

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. Peer reviewed

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. Peer reviewed

Schuermann D., Ziemann C., Barekat Z., Capstick M., Oertel A., Focke F., Murbach M., Kuster N., Dasenbrock C., Schär P. (2020): Assessment of genotoxicity in human cells exposed to modulated electromagnetic fields of wireless communication devices. Genes, 11, 4, 347. Peer reviewed

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. Peer reviewed

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. Peer reviewed

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 niederfrequenten 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. Peer reviewed

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

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

2017

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

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

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. Peer reviewed

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

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

Lienert P. (2017): Public acceptance of high-voltage power lines in the context of the Swiss energy

transition: The influence of information and affect. Diss ETH No. 24 318. ETH Zürich. Peer reviewed

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

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

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

Zahner M., Fröhlich J., Dürrenberger G. (2017): Energieeffizienz und EMF-Immissionen von integrierten Induktionsladestationen. Publikation SI/501312. BFE, Bern.

2016

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

Dürrenberger G. (2016): Kriegströme – 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. Peer reviewed

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

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

Simko M., Remondini D., Zeni O., Scarfi R. (2016): Quality Matters: Systematic analysis of 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. Peer reviewed

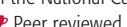
Tettamanti G., Xiao Chen S., Fahmideh M.A., Schüz J., Röösli M., Tynes T., Grotzer M.A., Johansen C.,

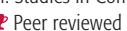
- Klaeboe L., Kuehni C.E., Lannering B., Schmidt L.S., Vienneau D., Feychtung M. (2016): Prenatal and postnatal medical conditions and the risk of brain tumors in children and adolescents: an international multi-center case-control study. *Cancer, Epidemiology, Biomarkers and Prevention*, published online first, DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-16-0451. 
- Vienneau D., Infanger D., Feychtung M., Schüz J., Samsø Schmidt L., Harbo Poulsen A., Tettamanti G., Klaeboe 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, RTEL1, 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. 
- 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: FSM.
- Dürrenberger G., Fröhlich J., Leuchtmann P. (2014): Wireless Power Transfer für Elektrofahrzeuge – eine Literaturstudie. BAFU, Bern.
- Dürrenberger G., Fröhlich J., Röösli M., Mattsson M.O. (2014): EMF monitoring – concepts, activities, gaps and options. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11, accepted, forthcoming. 
- Hug K., Achermann P., Dürrenberger G., Kuster N., Mevissen M., Schär P., Röösli M. (2014): Beurteilung der Evidenz für biologische Effekte schwacher Hochfrequenzstrahlung. Bericht z.H. BAFU. Swiss TPH, Basel.
- Lustenberger C., O'Gorman R., Pugin F., Tüshaus L., Wehrle F., Achermann P., Huber R. (2014): Sleep spindles are related to schizotypal personality traits and thalamic glutamine/glutamate in healthy subjects, in: *Schizophrenia Bulletin* July 29, 2014. 
- Röösli M., Roser K., Schöni A., Rechsteiner D., Foerster M. (2014): Verhaltensprobleme durch Handynutzung? *Bildung Schweiz*, 3, 7–8.
- Shu X., Prochazka M., Lannering B., Schüz J., Röösli M., Tynes T., Kuehni C. E., Andersen T.V., Infanger D., Schmidt L.S., Poulsen A.H., Klaeboe L., Eggen T., Feychtung M. (2014): Atopic conditions and brain tumor risk in children and adolescents – an international case-control study (CEFALO). *Annals of Oncology*, doi:10.1093/annonc/mdu048. 
- Zahner M., Fröhlich J. (2014a): ExpoM – A personal RF-EMF exposure meter. Workshop on new avenues in epidemiological exposure assessment, BioEM 2014, Annual Joint Meeting of the Bioelectromagnetics Society (BEAMS) and the European BioElectromagnetics Association (EBEA), Cape Town, South Africa, June 2014.
- Zahner M., Fröhlich J. (2014b): EMF exposure metering: Dealing with pulsed RF signals, BioEM 2014, Annual Joint Meeting of the Bioelectromagnetics Society (BEAMS) and the European BioElectromagnetics Association (EBEA), Cape Town, South Africa, June 2014.
- 2013**
- Andersen T.V., Schmidt L.S., Poulsen A.H., Feychtung M., Röösli M., Tynes T., Aydin D., Prochazka M., Lannering B., Klaeboe L., Eggen T., Kuehni C.E., Schmiegelow K. and Schüz J. (2013): Patterns of exposure to infectious diseases and social contacts in early life and risk of brain tumours in children and adolescents: an international case-control study (CEFALO). *British Journal of Cancer* (2013), 1–8 | doi: 10.1038/bjc.2013.201. 
- 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., Estenberg J., Kandel S., van Rongen E., Vogel E. (2013): Supporting non-experts in judging the credibility of risk assessments. *Science of the Total Environment*, 463–464, 624–630. 
- 2012**
- Aydin D., Feychtung M., Schüz J., Röösli M. (2012a): Childhood brain tumours and use of mobile phones: comparison of a case-control study with incidence data. *Environmental Health* 11, 35. Commentary. 
- Aydin D., Feychtung M., Schüz J., Röösli M. (2012c): Response. *Journal of the National Cancer Institute*, commentary 104 (8), 635, first published online April 5, 2012, doi:10.1093/jnci/djs144.
- Aydin D., Feychtung M., Schüz J., Röösli M. (2012d): Response. *Journal of the National Cancer Institute*, commentary 104 (8), 637–638, first published online April 5, 2012, doi:10.1093/jnci/djs147.
- Aydin D., Röösli M. (2012b): Mobiltelefongebrauch und Hirntumorrisko bei Kindern und Jugendlichen – die CEFALO-Studie, *EMF Spektrum* 1, 11–15. 
- Christensen J.S., Mortensen L.H., Röösli M., Feychtung M., Tynes T., Andersen T.V., Schmidt L.S., Poulsen A.H., Aydin D., Kuehni C.E., Prochazka M., Lannering B., Klaeboe L., Eggen T., Schüz J. (2012): Brain tumors in children and adolescents and exposure to animals and farm life: a multicenter case-control study (CEFALO). *Cancer Causes Control* 23, 1463–1473. 
- 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. FSM. 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. FSM. 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., Feychting M., Schüz J., Andersen T.V., Poulsen A.H., Prochazka M., Klaeboe L., Kuehni C.E., Tynes T., Röösli M. (2011b): Impact of random and systematic recall errors and selection bias in case-control studies on mobile phone use and brain tumors in adolescents (CEFALO Study). *Bioelectromagnetics* 32, 5, 396–407. 

Aydin D., Feychting M., Schüz J., Andersen T.V., Poulsen A.H., Prochazka M., Klaeboe L., Kuehni C.E., Tynes T., Röösli M. (2011a): Predictors and overestimation of recalled mobile phone use among children and adolescents (CEFALO Study). *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 107/11, 356–361. 

Aydin D., Feychting M., Schüz J., Tynes T., Andersen T.V., Samsø Schmidt L., Poulsen A.H., Johansen C., Prochazka M., Lanner B., Klaeboe L., Eggen T., Jenni D., Grotzer M., von der Weid N., Kuehni C.E., Röösli M. (2011c): Mobile phone use and risk of brain tumours in children and adolescents: a multicenter case-control study (CEFALO). *Journal of the National Cancer Institute* 103, 1264–1276. 

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. 

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. 

Cousin M.E., Siegrist M. (2010b): Risk perception of mobile communication: a mental models approach. *Journal of Risk Research* 13, 5, 599–620. 

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. 

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. 

Neubauer G., Cecil S., Giczi W., Petric B., Preiner P., Fröhlich J., Röösli M. (2010): The association between exposure determined by radiofrequency personal exposimeters and human exposure: a simulation study. *Bioelectromagnetics* 31, 7, 535–545. 

2009

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

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

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

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

Rohner N., 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. 

Moquet J., Ainsbury E., Bouffler S., Lloyd D. (2008):

Exposure to low level GSM 935 MHz radiofrequency fields does not induce apoptosis in proliferating or differentiated murine neuroblastoma cells. *Journal of Radiation Protection Dosimetry* 131, 3, 287–96. 

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

2007

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

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

Lagroye I., Haro E., Ladevèze E., Billaudel B., Taxile M., Veyret B. (2007b): Effects of GSM-1800 exposure on radical stress in rat brain. 8th International Congress of the European BioElectromagnetics Association, Bordeaux, France (Abstract book).

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

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

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

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

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

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

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

Neubauer G., Röösli M., Feychtung M., Hamnerius Y., Kheifets L., Kuster N., Ruiz I., Schüz J., Überbacher R., Wiart J. (2005b): Study on the feasibility of epidemiological studies on health effects of mobile

telephone base stations. Final Report. March 2005, Austrian Research Center Seibersdorf, ARC-IT-0124.

Siegrist M., Earle T.C., Gutscher H., Keller C. (2005): Perception of mobile phone and base station risks, in: Risk Analysis 25, 5, 1253–1264. 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 Expositionsschätzungen 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., Hamnerius 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., Saidi Y., Zrýd J.P., Zweicker P. (2003a): Fractal dimension: a method for the analysis of the biological effects of electromagnetic fields, in: 5th International Symposium on Electromagnetic Compatibility and Electromagnetic Ecology, St. Petersburg, Russia, September, 405–407.

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

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

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

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

Huber R., Schuderer J., Graf T., Jütz K., 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., Zweiacker P., Rachidi F., Goloubinoff P., Zryd 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., Zweiacker P. (2002): Use of fractal dimension for the analysis of biological effects of electromagnetic fields on the moss *P. patens* and the nematode *C. elegans*, in: The International Symposium on Electromagnetic Compatibility EMC Europe 2002, Sorrento, Sept. 9–13, 991–995.

Dürrenberger G., Kastenholz H. (2002): Pagination or animation? Examples of risk information tools for the public, in: Wiedemann P., Clauberg M. (eds.): Integrated risk management: strategic, technical, and organizational perspectives, Final Programme of 12th SRA Europe Annual Meeting 2002 of Society for Risk Analysis, Berlin, July 21–24, 62–63.

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

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

Siegrist M., Earle T.C., Gutscher H. (2002): Trust and confidence in the applied field of EMF, in: Wiedemann P., Clauberg M. (eds.): Integrated risk management: strategic, technical, and organizational perspectives, Final Programme of 12th SRA Europe Annual Meeting 2002 of Society for Risk Analysis, Berlin, July 21–24, 26–27.

Siegrist M., Earle T.C., Gutscher H. (2002b): Acceptance of electromagnetic fields produced by mobile

phone antenna: the influence of trust and confidence, in: Annual Meeting of Society for Risk Analysis, New Orleans, December 8–11, 79

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

Thalmann A.T. (2002): The impact of information frames on the laypersons' risk appraisal, in: Wiedemann P.M., Clauberg M. (eds.): Integrated risk management: strategic, technical, and organizational perspectives, Final Programme of 12th SRA Europe Annual Meeting 2002 of Society for Risk Analysis, Berlin, July 21–24, 76.

2001

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

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

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

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

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

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

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

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.	2020	2019
Aktiven / Assets		
Flüssige Mittel / Cash	921 775	830 523
Forderungen / Receivables	41 856	14 100
Aktive Rechnungsabgrenzung / Accrued income	80 000	71 756
Total Aktiven / Total Assets	1 043 631	916 379
Passiven / Equity and liabilities		
Verbindlichkeiten / Payables	38 542	39 856
Kurzfristige Rückstellungen ¹ / Current provisions ¹	380 500	433 000
Passive Rechnungsabgrenzung ² / Accrued expense ²	20 329	27 340
Kurzfristiges Fremdkapital / Current liabilities	439 371	500 196
Zweckgebundenes Fondskapital / Fund capital (earmarked)	6 683	6 683
Freies Fondskapital / Fund capital (uncommitted)	150 000	0
Fondskapital / Foundation Capital	156 683	6 683
Fremdkapital inkl. Fondskapital / Liabilities incl. fund capital	596 055	506 879
Stiftungskapital/Eigenkapital / Foundation capital/Equity	447 576	409 500
Total Passiven / Total equity and liabilities	1 043 631	916 379

Erfolgsrechnung / Income statement 01.01.–31.12.

	2020	2019
Ertrag / Income		
Spenden von Unternehmungen / Donations	561 900	574 400
Ertrag Science Brunch / Income from Science Brunches ³	0	28 959
Dienstleistungsertrag Forschungsaufträge / Acquired Research Money (Office) ⁴	18 788	72 756
Bestandesänderungen (Forderungen) / Change in inventories (receivables)	-700	
Total Ertrag / Total Income	579 987	676 115
Aufwand / Expenses		
Vergabungen / Contributions	0	-268 000
Aufwand für bezogene Dienstleistungen / Expenses for purchased services ⁵	-6 340	-46 981
Lohn- und Sozialversicherungsaufwand / Salaries and social security expense	-330 238	-302 846
Übriger Personalaufwand / Other personnel expenses	-27 813	-26 787
Büro und Verwaltungsaufwand / Administrative expenses ⁶	-7 183	-6 268
Aufwand Geschäftsstelle / Office expenses	-839	-649
Aufwand Stiftungsrat / Foundation Board expenses	-2 335	-9 664
Revision und Stiftungsaufsicht / Auditing expenses	-5 351	-5 071
Werbung und Öffentlichkeitsarbeit / Public relations expenses ⁷	-11 812	-42 640
Stiftungsergebnis vor Fondsrechnung / Foundation result before fund accounting	188 076	-32 761
Fondszuwachs / Fund increase	-188 076	0
Fondsabbau / Fund decrease	0	32'761
Fondsergebnis / Result fund	-188 076	32 761
Stiftungsergebnis nach Fondsrechnung / Foundation result after fund accounting	0	0

¹ Ausstehende Projektgelder / Liabilities on project funds

² Passivierung für Buchhaltung, Revision, Rechenschaftsbericht sowie Vorauszahlungen Geschäftsstellen-Projekte / Recognition of liabilities for external administration and auditing as well as advance payments for internal projects

³ Science Brunch: Spenden Bundesämter, Teilnahmegebühren / Contribution of the federal authorities, participation fees

⁴ Projekte Geschäftsstelle / Projects performed by the Office

⁵ Aufwand/Unterakkordanten für die internen Forschungsprojekte / Expenses/subcontractors for internal research projects

⁶ Buchführung, Büromaterial / Accounting, office supplies

⁷ Kosten Science Brunch, Stiftungssessin, Jahresbericht, Website / Events, foundation dinner, annual report, website

Eckdaten | Key Figures

Geschichte | History

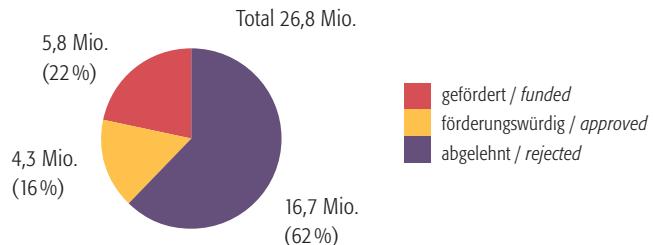
- 2.6.2020 Beitritt Sponsor Cellnex/*New sponsor Cellnex*
- 5.12.2018 Anpassung Stiftungsreglement/*Amendment of foundation's regulation*
- 1.1.2018 Beitritt EnDK/*New supporter EnDK*
- 31.12.2016 Austritt Sponsor Salt/*Exit sponsor Salt*
- 1.7.2016 Beitritt Sponsor Swissgrid/*New sponsor Swissgrid*
- 1.4.2015 Beitritt Träger ESTI/*New supporter ESTI*
- 18.3.2015 Beitritt Träger BPUK/*New supporter BPUK*
- 6.10.2014 Beitritt Träger BFE/*New supporter BFE*
- 30.9.2014 Beitritt Träger electrosuisse/*New supporter electrosuisse*
- 15.1.2014 Beitritt Träger asut/*New supporter asut*
- 1.7.2013 Beitritt Träger SATW/*New supporter SATW*
- 28.3.2013 Änderung des Stiftungsnamens in «Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation»/*Change of the foundation name to "Swiss Research Foundation for Electricity and Mobile Communication"*
- 1.12.2012 Beitritt Träger VSE/*New supporter VSE*
- 1.2.2011 Wechsel Stiftungspräsidium/*Change of Foundation Presidium*
- 10.6.2009 Beitritt Träger Ingenieur Hospital Schweiz und Schweizer Krebsliga/*New supporter Ingenieur Hospital Schweiz and Swiss Cancer League*
- 1.2.2008 Anpassung Stiftungsreglement/*Adaption of the Foundation Regulation*
- 28.1.2008 Beitritt Träger Hasler Stiftung/*New supporter Hasler Stiftung*
- 28.11.2007 Eintritt Träger Konsumentenforum/*New supporter Konsumentenforum*
- 5.1.2007 Neuer Finanzierungsvertrag mit Sponsoren/*New financing contract with sponsors*
- 31.12.2006 Austritt Träger Aefu/*Exit supporter Aefu*
- 10.10.2006 Beitritt Träger Stadt Zürich und EWZ/*New supporters City of Zurich and EWZ*
- 19.9.2006 Austritt Träger Pro Natura/*Exit supporter Pro Natura*
- 22.2.2006 Beitritt Sponsor Mobilezone/*New sponsor Mobilezone*
- 10.11.2005 Austritt Träger SES/*Exit supporter Swiss Energy Foundation*
- 1.1.2005 Wechsel Stiftungspräsidium/*Change of Foundation Presidium*
Beitritt Träger BUWAL und Sponsor NOKIA/*New supporter BUWAL and sponsor NOKIA*
- 14.10.2003 Anpassung Stiftungsreglement/*Adaption of the Foundation Regulation*
- 6.1.2003 Handelsregister-Eintrag: Zürich/*Commercial Register entry: Zurich*
- 1.1.2003 Beginn 1. Geschäftsjahr/*Start of 1. business year*
- 3.10.2002 Konstituierende Stiftungsrats-Sitzung/*Constituent meeting of Foundation Board*
- 19.7.2002 Notarielle Gründung der Forschungsstiftung Mobilkommunikation: Zürich/*Certification of Swiss Research Foundation on Mobile Communication: Zurich*

Statistiken | Statistics

Projektanträge 2000 – 2020 | Applicants 2000 – 2020

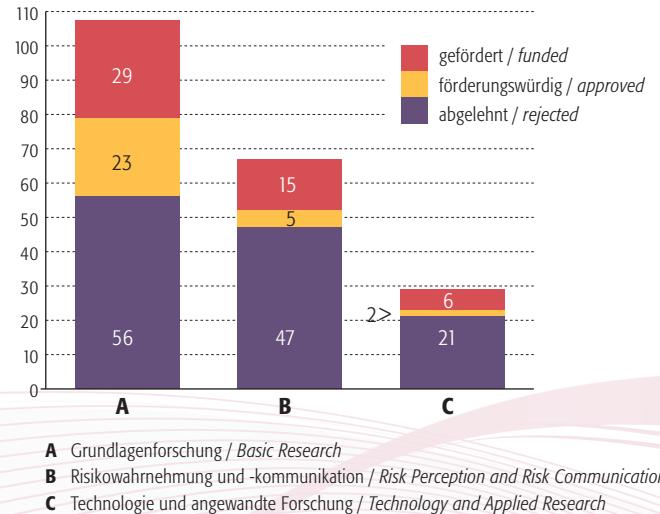
Jahr / Year	Projektanträge / Applicants	Bewilligte Projekte / Granted
2020	keine Ausschreibung	no Call for Proposals
2019	2	1
2018	2	1
2017	7	1
2016	6	1
2015	4	1
2014	12	2
2013	10	2
2012	6	2
2011	6	2
2010	2	1
2009	12	3
2008	10	2
2007	3	3
2006	24	6
2005	keine Ausschreibung	no Call for Proposals
2004	25	4
2003	27	4
2002	19	5
2001	8	2
2000	20	6
Total	204	50

Projektanträge (CHF) 2000 – 2020 | Proposals (CHF) 2000 – 2020



Projektanträge nach Forschungsfeldern 2000 – 2020

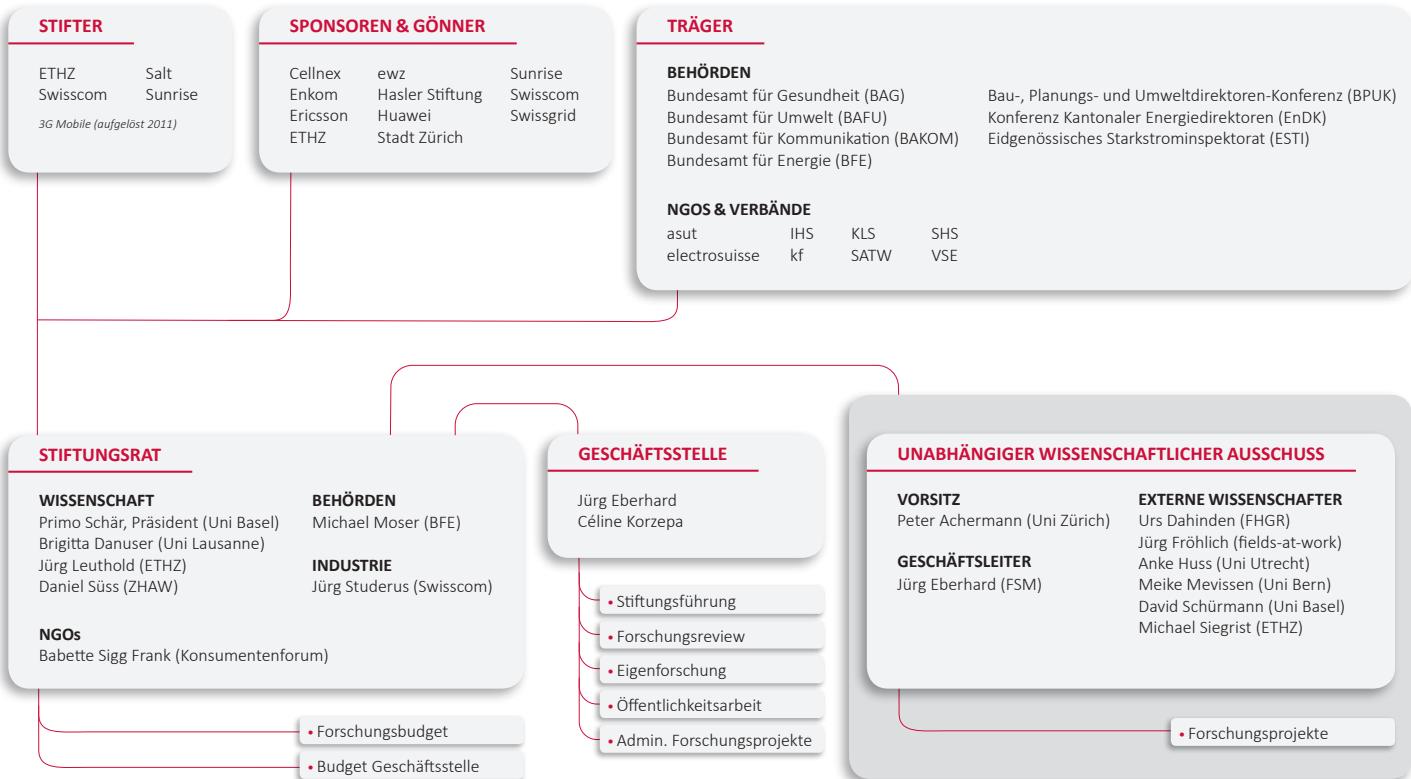
Proposals by Research Area 2000 – 2020



Letzte Anpassung Handelsregistereintrag: 21.4.2021

Letzte Abnahme Rechenschaftsablage: 10.12.2020

Organigramm



Stand 1.3.2021

Stiftungsrat | Foundation Board



Prof. Dr. Primo Schär (President)
University of Basel
Department of Biomedicine



Babette Sigg Frank
Konsumentenforum kf
President



Prof. Dr. Brigitta Danuser
University of Lausanne
Institute of Occupational Health



Jürg Studerus
Swisscom
Senior Manager Public Communications



Prof. Dr. Jürg Leuthold
ETH Zurich
Institute of Electromagnetic Fields



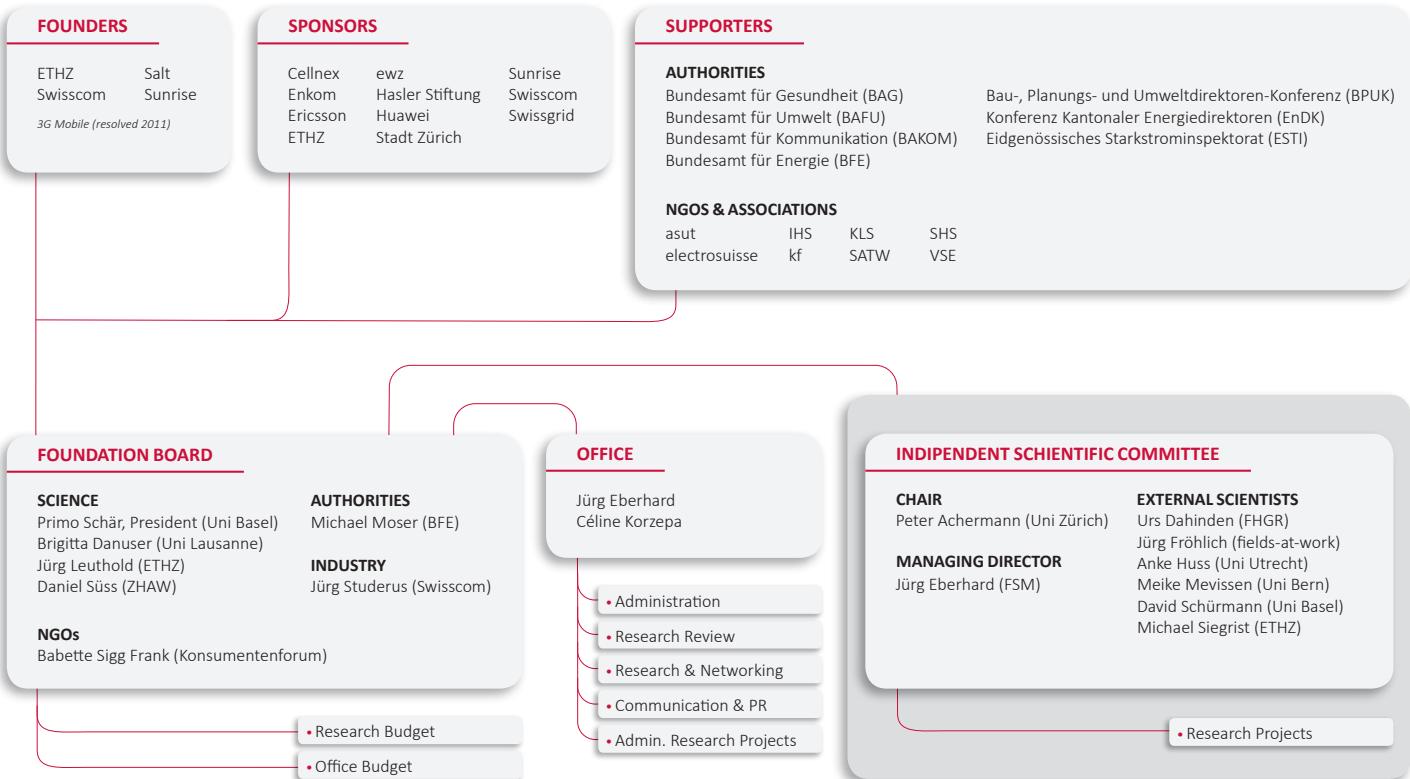
Prof. Dr. Daniel Süss
ZHAW Zurich University of Applied Sciences
Department of Applied Psychology



Dr. Michael Moser
Swiss Federal Office of Energy
Head of Electricity, Hydropower and Nuclear Energy
Division

Stand 1.3.2021 | Status 1.3.2021

Organisation Chart



Status 1.3.2021

Geschäftsstelle | Office



Dr. Gregor Dürrenberger
Managing Director
(until 31.01.2021)



Krisztina Meya
Assistant to the Managing Director
(until 28.02.2021)



Dr. Jürg Eberhard
Managing Director
(since 01.02.2021)



Céline Korzepa
Assistant to the Managing Director
(since 01.02.2021)

Stand 1.3.2021 | Status 1.3.2021

Wissenschaftlicher Ausschuss | Scientific Committee

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

University of Zurich
The KEY Institute for Brain-Mind Research

**Prof. Dr. Urs Dahinden**

FHGR University of Applied Sciences
Swiss Institute for Information Science (SII)

**Dr. Jürg Eberhard**

Swiss Research Foundation for Electricity and Mobile
Communication
Managing Director

**Dr. Jürg Fröhlich**

Fields at Work GmbH

**Dr. Anke Huss**

University of Utrecht, The Netherlands
Institute of Risk Assessment Sciences

**Prof. Dr. Meike Mevissen**

University of Bern
Department of Clinical Research and Veterinary Public
Health

**Dr. David Schürmann**

University of Basel
Department of Biomedicine

**Prof. Dr. Michael Siegrist**

ETH Zurich
Institute for Environmental Decisions



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)
Gloriastrasse 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)
Gloriastrasse 35
CH-8092 Zürich

+41 44 632 59 78
info@emf.ethz.ch
emf.ethz.ch

