

EMF-Portal – Literatur zum niederfrequenten Frequenzbereich (NF) (Fortsetzung)

Bericht 2016

Sarah Drießen, Lambert Bodewein, Dagmar Dechent, Tanja Emonds, Frank Gollnick, David
Gräfrath, Anne-Kathrin Petri

Forschungszentrum für Elektro-Magnetische Umweltverträglichkeit (*femu*)
Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin
Leitung: Univ.-Prof. Dr. med. Thomas Kraus
Uniklinik RWTH Aachen
Pauwelsstrasse 30
52074 Aachen

März 2017

Dieses Projekt wurde von der Forschungsstelle für Elektropathologie (FfE), Ginsterstraße 10,
72202 Nagold, finanziell gefördert.



Einleitung

Das EMF-Portal (www.emf-portal.org) wurde 2005 mit finanzieller Unterstützung des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) mit dem Ziel gegründet, wissenschaftliche Forschungsergebnisse und Hintergrundinformationen zu den Wirkungen von elektromagnetischen Feldern auf die Gesundheit zu recherchieren, zu sammeln und öffentlich zugänglich zu machen. Betrieben wird das EMF-Portal durch das Forschungszentrum für elektromagnetische Umweltverträglichkeit (*femu*) der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen. Hintergrund der Gründung des EMF-Portals war die Ende der 1990er Jahre aufkommende Diskussion zur elektromagnetischen Umweltverträglichkeit des Mobilfunks. Man ging davon aus, dass die transparente und umfassende Information über den aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand mit Hilfe einer öffentlichen, unabhängigen und frei zugänglichen Internetseite in deutscher und englischer Sprache einen erheblichen Beitrag zur Versachlichung von kontrovers geführten Diskussionen in der Öffentlichkeit leisten würde. Seit dem Einstieg in die Energiewende wird den möglichen gesundheitlichen Risiken durch Stromleitungen ebenfalls wieder eine verstärkte öffentliche Aufmerksamkeit zuteil, sodass hier ein hohes Informationsbedürfnis besteht.

Mit weiterer finanzieller Unterstützung verschiedener Förderer¹, wie z.B. der Forschungsstelle für Elektropathologie (FfE) oder der Forschungsgemeinschaft Funk (FGF), war es möglich, das Angebot des EMF-Portals stetig auszubauen, sodass der Datenbestand des EMF-Portals heute 24.458 Publikationen und 5.892 Zusammenfassungen einzelner wissenschaftlicher Studien umfasst (Stand: 20.03.2017). Außerdem werden Hintergrundinformationen und ein Glossar mit ca. 2900 Fachbegriffen angeboten.

Insgesamt liefert das EMF-Portal mit seinem umfangreichen Datenmaterial die ideale Basis zur Bewertung der wissenschaftlichen Literatur zu den Wirkungen elektromagnetischer Felder. Internationale Beratungsgremien und Forschergruppen greifen bei der Bewertung des aktuellen Sachstands regelmäßig auf die Recherche im EMF-Portal zurück, wie z.B.

- ARPANSA (2014): Review of Radiofrequency Health Effects Research - Scientific Literature 2000 - 2012. Technical Reports of ARPANSA 164: 1 – 76
- Demers P, Findlay R, Foster KR, Kolb B, Moulder J, Nicol A-M, Prato F, Stam R (2014): Expert panel report on: A review of Safety Code 6 (2013): Health Canada's safety limits for exposure to radiofrequency fields. Royal Society of Canada, 2014 (Ottawa, Canada); 165 pages; ISBN: 978-1-928140-00-9
- Dürrenberger G, Leuchtman P, Rösli M, Siegrist M, Sütterlin B, Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation FSM, Bundesamt für Energie BFE (2016): EMF von Stromtechnologien. ELF-Literaturbericht 2016 über gesundheitliche Auswirkungen niederfrequenter Magnetfelder
- Health Council of the Netherlands, van Rhoon GC, Aleman A, Kromhout H, van Leeuwen FE, Savelkoul HFJ, Wadman WJ, van de Weerd DHJ, Zwamborn APM, Woutersen RA, Kelfkens G, Kreis IA, Lebre E, Pruppers MJM, Robijns J, Schutte RPR, van Rongen E (2014): Mobile phones and cancer. Part 2: Animal studies on carcinogenesis. Health Council of the Netherlands, 2014; 84 pages; ISBN: 978-94-6281-012-9

¹ <http://www.emf-portal.org/de/cms/page/funding>

- Huss A, Koeman T, Kromhout H, Vermeulen R (2015): Extremely Low Frequency Magnetic Field Exposure and Parkinson's Disease-A Systematic Review and Meta-Analysis of the Data. Int J Environ Res Public Health 12 (7): 7348 – 7356
- Leitgeb N (2015): Synoptic Analysis Clarifies Childhood Leukemia Risk from ELF Magnetic Field Exposure. J Electromagn Anal 7 (10): 245 – 258
- Napp A, Stunder D, Maytin M, Kraus T, Marx N, Driessen S (2015): Are patients with cardiac implants protected against electromagnetic interference in daily life and occupational environment? Eur Heart J 36 (28): 1798 – 1804
- Parham F, Portier CJ, 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. Front Public Health 4: 193
- Schmid G, Kuster N (2015): The discrepancy between maximum in vitro exposure levels and realistic conservative exposure levels of mobile phones operating at 900/1800 MHz. Bioelectromagnetics 36 (2): 133 – 148

Das EMF-Portal ist seit 2011 Referenz-Datenbank der Weltgesundheitsorganisation (WHO)². Seit 2015 wird im Rahmen eines Kooperationsprojektes mit dem Japan EMF Information Center an einer vollständigen Übersetzung aller Inhalte ins Japanische gearbeitet. Im Juni 2016 erfolgte ein Relaunch des EMF-Portals mit einem optischen Redesign (vgl. Abb. 1).

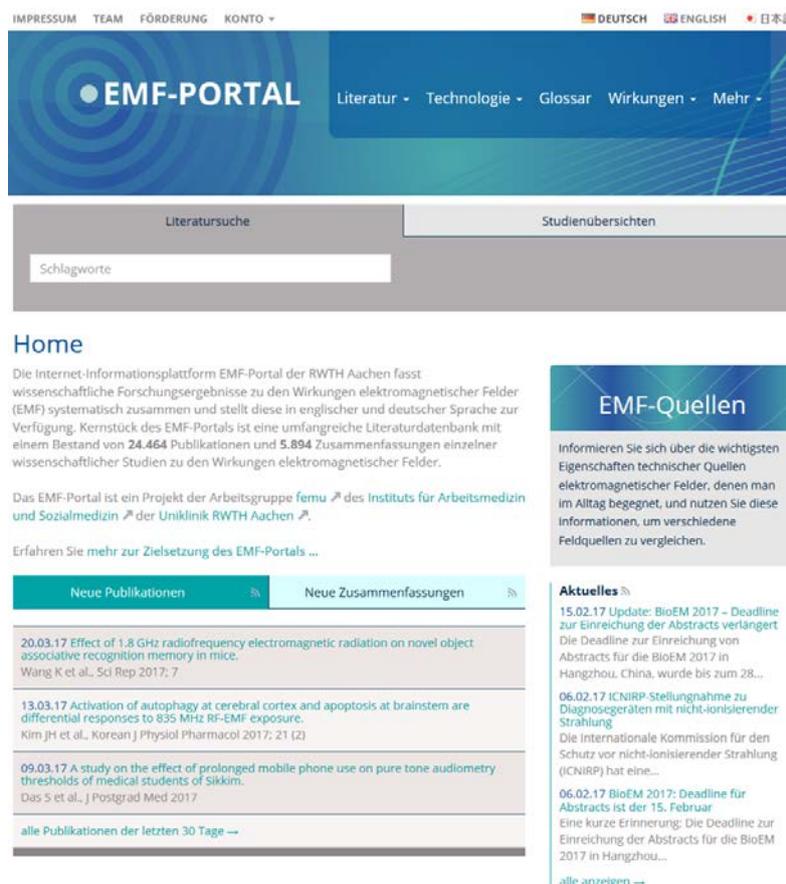


Abb. 1: Ansicht der neuen Homepage des EMF-Portals

² <http://www.who.int/peh-emf/research/database/en/index1.html>

Ziel des Forschungsvorhabens

Ziel des vorliegenden Forschungsvorhabens war die Fortsetzung des Monitorings und der Analyse aktueller Forschungsergebnisse zu den gesundheitlichen Wirkungen Netzfrequenz-relevanter niederfrequenter Felder (50/60 Hz) und deren Darstellung im EMF-Portal. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden neue wissenschaftliche Publikationen zu den gesundheitlichen Wirkungen niederfrequenter Felder systematisch recherchiert (1), kategorisiert (2), im Rahmen grafischer Übersichten in den bestehenden Wissensstand eingebettet (3) sowie ausgewählte experimentelle und epidemiologische Publikationen extrahiert und online zur Verfügung gestellt (4).

Ergebnisse

1. Identifizierung neuer wissenschaftlicher Studien

In einem ersten Schritt wurden relevante Artikel sowohl mit Hilfe automatisierter Suchabfragen systematisch recherchiert als auch manuell in wissenschaftlichen Fachzeitschriften gesucht, die nicht in bekannten Literaturdatenbanken (wie z.B. PubMed) gelistet sind. Zusätzlich wurden einschlägige Blogs und News-Seiten im Internet nach neu aufkommenden Studien mit Relevanz für die öffentliche Diskussion sondiert. Relevante Artikel wurden mit den bibliographischen Angaben in das EMF-Portal aufgenommen und, sofern kein online-Zugang existiert, über die Universitätsbibliothek der RWTH Aachen bestellt. Seit dem letzten Jahresbericht (seit 26.01.2016) konnten auf diese Weise 732 Studien aus dem Niederfrequenz-Bereich identifiziert und in das EMF-Portal aufgenommen werden (Stand 06.03.2017). Von den 732 neu aufgenommenen Studien stammten 511 aus dem Jahr 2016 oder wurden Anfang diesen Jahres veröffentlicht, wovon wiederum 145 Publikationen Netzfrequenz-relevante Frequenzen (50/60 Hz) untersucht haben.

2. Kategorisierung neu aufgenommener Studien

Bei Aufnahme einer neuen Publikation erfolgte ihre inhaltsgemäße Zuordnung in bestimmte Kategorien und Themenbereiche. Darüber hinaus wurde bei den experimentellen und epidemiologischen Studien im 50/60 Hz-Bereich eine grobe Klassifizierung des exponierten Systems (*in vivo*, *in vitro*, Mensch, Tier, Zelle), der Endpunkte und des untersuchten Frequenzbereichs bis hin zur Feldquelle (Hochspannungsleitung, Haushaltsgerät) oder eine detaillierte Extraktion (vgl. Punkt 4) vorgenommen. Dieser Schritt ist für die komparative Analyse der vorhandenen Publikationen und die unter Punkt 3 beschriebene Integration aktueller Studien in den bestehenden Wissenskontext Voraussetzung und unterscheidet die Methodik des EMF-Portals wesentlich von anderen Literaturdatenbanken. Von den 732 neu in das EMF-Portal aufgenommenen Publikationen aus dem Niederfrequenz-Bereich sind 241 experimentelle und 20 epidemiologische Studien. Zudem wurden 203 Studien der Kategorie „Technik/Dosimetrie“, 21 Studien der Kategorie „Störbeeinflussung“, 50 der Kategorie „Therapie“ und 197 Studien der Kategorie „Sonstige“ (z.B. Übersichtsartikel, Kommentare) zugeordnet. Tabelle 1 bietet eine detaillierte Übersicht über alle neu aufgenommenen Publikationen aus dem Niederfrequenz-Bereich und gibt zudem an, wie viele Studien von den Neuaufnahmen Netzfrequenz-relevante Exposition untersucht haben und wie viele davon neu erschienen sind (Veröffentlichungsjahr 2016 oder 2017).

Tabelle 1: Übersicht über Neuaufnahmen im Berichtszeitraum (26.01.2016-06.03.2017). Die Zahlen in der rechten Spalte geben an: Anzahl Studien Neuaufnahmen insgesamt / Anzahl der Neuaufnahmen mit Erscheinungsjahr 2016/17 / Anzahl der Neuaufnahmen mit Erscheinungsjahr 2016/17 und mit Netzfrequenz-Exposition (50/60 Hz)

Medizin/Biologie (experimentelle Studien)	insgesamt / seit 2016 / 50/60 Hz-Exposition
Blut-Hirn-Schranke	1/1/0
Blut-Parameter	4/3/1
Calcium	1/1/0
Elektrosensibilität	3/3/1
Endokrinologische Prozesse, Hormone	3/3/3
Enzymaktivität	2/2/0
Fertilität, Eierstöcke, Hoden	4/4/3
Genotoxizität, Genexpression, Chromosomenveränderungen, RNA-Synthese	13/9/5
Haut	2/1/1
Herz-Kreislauf-System	7/7/1
Hyperthermie/Erwärmung	1/0/0
Immunsystem	3/2/1
Insekten, Invertebraten	9/8/4
Krebs, Tumor, <i>in vivo</i>	6/5/1
Magnetorezeption, Feldwahrnehmung	13/10/1
Melatonin	1/1/1
Membranen, Ionenkanäle	9/6/3
Mikroorganismen	18/15/5
Moleküle, niedermolekulare Strukturen	9/8/1
Multiple Parameter	6/3/1
Neuronen, periphere Nerven, außer Gehirn	7/4/0
Nutztiere	1/0/0
Organe, Gewebe, Physiologie	8/3/1
Pflanzen	11/9/1

Schmerz	3/3/1
Teratogenität, Embryogenese	4/4/2
Verhalten, Kognition, Verhaltensänderungen	6/3/1
Zellproliferation, Zelleigenschaften, Apoptose	60/53/17
Zellstoffwechsel, oxidativer Stress	11/10/5
Zentralnervensystem, Gehirn, EEG, Neurotransmitter, Schlaf, Neurophysiologische Effekte	15/14/8
Summe	241/195/69
Epidemiologie	
Epidemiologie, Odds Ratio, Relatives Risiko, Fall-Kontroll-Studie, Kohortenstudie	20/7/5
Störbeeinflussung (EMV)	
Implantate	20/18/3
medizinische Geräte	1/1/0
Summe	21/19/3
Technik/Dosimetrie	
Dosimetrie, Feldbedingungen, SAR	100/80/23
Inaktivierungsprozesse biologisches Material	1/1/0
Methoden, Technik, Verfahren	53/36/2
Wirkungsmechanismen; physikalische, biologische, theoretische Aspekte	49/35/4
Summe	203/152/29
Therapie	
Therapeutische Anwendungen	34/25/0
Transkranielle Magnetstimulation	16/14/0
Summe	50/39/0
Sonstiges	
Abschätzung Exposition, Bias, Confounder, Methoden, Validierung	7/4/3
Errata	3/3/0
Gesetze, Empfehlungen, Richtlinien	6/2/1
Grenzwerte-Diskussion	2/2/2

Grundlagen, Einführungen, Fallbefunde	28/2/2
Kommentare, Briefe an den Herausgeber	25/7/3
Publikation nicht Englisch/Deutsch	25/14/3
Reviews, Übersichten, Zusammenfassungen	61/44/20
Risikokommunikation, Risikowahrnehmung	3/1/1
Stellungnahmen, Berichte, Informationsmaterial	21/4/3
bestellte Literatur	16/16/1
Summe	197/99/39
Gesamtsumme	732/511/145

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass im Berichtszeitraum lediglich 69 experimentelle und 5 epidemiologische Studien mit 50/60 Hz-Exposition neu erschienen sind. Das macht ca. 10 Prozent aller Neuaufnahmen aus. Gleichzeitig wird deutlich, wie wichtig eine kontinuierliche und systematische Recherche ist, die auch ältere Studien berücksichtigt. 221 der 732 Neuaufnahmen wurden vor 2016 veröffentlicht und fehlten bislang im EMF-Portal (s.o.).

Im experimentellen Bereich erschienen im Berichtszeitraum die meisten Netzfrequenz-relevanten Studien (d.h. ≥ 5 Publikationen) zu den Endpunkten „Zellproliferation“ (n=17), „Wirkungen auf das Zentralnervensystem“ (n=8), „Genotoxizität, Genexpression“ (n=5), „Wirkungen auf Mikroorganismen“ (n=5) und „Zellstoffwechsel, oxidativer Stress“ (n=5) (vgl. Tabelle 1). Neben den experimentellen Studien wurden auch 5 epidemiologische Studien mit Netzfrequenz-relevanten Frequenzen neu in das EMF-Portal aufgenommen. Im Folgenden finden sich die entsprechenden Referenzen.

Zellproliferation, Apoptose (n=17)

- Akbarnejad Z, Eskandary H, Vergallo C, Nematollahi-Mahani SN, Dini L, Darvishzadeh-Mahani F, Ahmadi M (2016): Effects of extremely low-frequency pulsed electromagnetic fields (ELF-PEMFs) on glioblastoma cells (U87). *Electromagn Biol Med*: in press
- Bique AM, Kaivosoja E, Mikkonen M, Paulasto-Krockel M (2016): Choice of osteoblast model critical for studying the effects of electromagnetic stimulation on osteogenesis in vitro. *Electromagn Biol Med* 35 (4): 353 – 364
- Duong CN, Kim JY (2016): Exposure to electromagnetic field attenuates oxygen-glucose deprivation-induced microglial cell death by reducing intracellular Ca²⁺ and ROS. *Int J Radiat Biol* 92 (4): 195 – 201
- Feng B, Ye C, Qiu L, Chen L, Fu Y, Sun W (2016): Mitochondrial ROS Release and Subsequent Akt Activation Potentially Mediated the Anti-Apoptotic Effect of a 50-Hz Magnetic Field on FL Cells. *Cell Physiol Biochem* 38 (6): 2489 – 2499
- Lee YJ, Hyung KE, Yoo JS, Jang YW, Kim SJ, Lee DI, Lee SJ, Park SY, Jeong JH, Hwang KW (2016): Effects of exposure to extremely low-frequency electromagnetic fields on the differentiation of Th17 T cells and regulatory T cells. *Gen Physiol Biophys* 35 (4): 487 – 495

- Luukkonen J, Hoyto A, Sokka M, Liimatainen A, Syvaioja J, Juutilainen J, Naarala J (2016): Modification of p21 level and cell cycle distribution by 50 Hz magnetic fields in human SH-SY5Y neuroblastoma cells. *Int J Radiat Biol*: in press
- Ma Q, Chen C, Deng P, Zhu G, Lin M, Zhang L, Xu S, He M, Lu Y, Duan W, Pi H, Cao Z, Pei L, Li M, Liu C, Zhang Y, Zhong M, Zhou Z, Yu Z (2016): Extremely low-frequency electromagnetic fields promote in vitro neuronal differentiation and neurite outgrowth of embryonic neural stem cells via up-regulating TRPC1. *PLoS One* 11 (3): e0150923
- Martinez MA, Ubeda A, Moreno J, Trillo MA (2016): Power Frequency Magnetic Fields Affect the p38 MAPK-Mediated Regulation of NB69 Cell Proliferation Implication of Free Radicals. *Int J Mol Sci* 17 (4): 510
- Moraveji M, Haghhighipour N, Keshvari H, NourizadehAbbariki T, Shokrgozar MA, Amanzadeh A (2016): Effect of extremely low frequency electromagnetic field on MAP2 and Nestin gene expression of hair follicle dermal papilla cells. *Int J Artif Organs* 39 (6): 294 – 299
- Pasi F, Sanna S, Paolini A, Alquati M, Lascialfari A, Corti ME, Liberto RD, Cialdai F, Monici M, Nano R (2016): Effects of extremely low-frequency magnetotherapy on proliferation of human dermal fibroblasts. *Electromagn Biol Med* 35 (4): 343 – 352
- Qiu L, Feng B, Ni Z, Wu X, Sun W (2016): Exposure to a 50-Hz magnetic field induced ceramide generation in cultured cells. *Int J Radiat Biol* 92 (4): 215 – 221
- Reale M, D Angelo C, Costantini E, Tata AM, Regen F, Hellmann-Regen J (2016): Effect of environmental extremely low-frequency electromagnetic fields exposure on inflammatory mediators and serotonin metabolism in a human neuroblastoma cell line. *CNS Neurol Disord Drug Targets*: in press
- Restrepo AF, Tobar VE, Camargo RJ, Franco E, Pinedo CR, Gutierrez O (2016): Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on in-vitro cellular cultures HeLa and CHO. *IEEE 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2016*: 4193-4196
- Shen Y, Xia R, Jiang H, Chen Y, Hong L, Yu Y, Xu Z, Zeng Q (2016): Exposure to 50Hz-sinusoidal electromagnetic field induces DNA damage-independent autophagy. *Int J Biochem Cell Biol* 77 (Pt A): 72 – 79
- Urnukhsaikhan E, Cho H, Mishig-Ochir T, Seo YK, Park JK (2016): Pulsed electromagnetic fields promote survival and neuronal differentiation of human BM-MSCs. *Life Sci* 151: 130 – 138
- Xie YF, Shi WG, Zhou J, Gao YH, Li SF, Fang QQ, Wang MG, Ma HP, Wang JF, Xian CJ, Chen KM (2016): Pulsed electromagnetic fields stimulate osteogenic differentiation and maturation of osteoblasts by upregulating the expression of BMPRII localized at the base of primary cilium. *Bone* 93: 22 – 32
- Yin C, Luo X, Duan Y, Duan W, Zhang H, He Y, Sun G, Sun X (2016): Neuroprotective effects of lotus seedpod procyanidins on extremely low frequency electromagnetic field-induced neurotoxicity in primary cultured hippocampal neurons. *Biomed Pharmacother* 82: 628 – 639

Wirkungen auf das Zentralnervensystem (n=8)

- Akpınar D, Kantar Gok D, Hidisoglu E, Aslan M, Ozen S, Agar A, Yargicoglu P (2016): Effects of pre- and postnatal exposure to extremely low-frequency electric fields on mismatch negativity component of the auditory event-related potentials: Relation to oxidative stress. *Electromagn Biol Med* 35 (3): 245 – 259
- Hu Y, Lai J, Wan B, Liu X, Zhang Y, Zhang J, Sun D, Ruan G, Liu E, Liu GP, Chen C, Wang DW (2016): Long-term exposure to ELF-MF ameliorates cognitive deficits and attenuates tau hyperphosphorylation in 3xTg AD mice. *Neurotoxicology* 53: 290 – 300
- Jadidi M, Biat SM, Sameni HR, Safari M, Vafaei AA, Ghahari L (2016): Mesenchymal stem cells that located in the electromagnetic fields improves rat model of Parkinson's disease. *Iran J Basic Med Sci* 19 (7): 741 – 748
- Migliore R, De Simone G, Leinekugel X, Migliore M (2016): The possible consequences for cognitive functions of external electric fields at power line frequency on hippocampal CA1 pyramidal neurons. *Eur J Neurosci*: in press
- Rostami A, Shahani M, Zarrindast MR, Semnanian S, Rahmati Roudsari M, Rezaei Tavirani M, Hasanzadeh H (2016): Effects of 3 Hz and 60 Hz Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields on Anxiety-Like Behaviors, Memory Retention of Passive Avoidance and Electrophysiological Properties of Male Rats. *J Lasers Med Sci* 7 (2): 120 – 125
- Samiee F, Samiee K (2016): Effect of extremely lowfrequency electromagnetic field on brain histopathology of Caspian Sea Cyprinus carpio. *Electromagn Biol Med*: in press
- Teimori F, Khaki AA, Rajabzadeh A, Roshangar L (2016): The effects of 30 mT electromagnetic fields on hippocampus cells of rats. *Surg Neurol Int* 7: 70
- Urnukhsaikhan E, Mishig-Ochir T, Kim SC, Park JK, Seo YK (2016): Neuroprotective Effect of Low Frequency-Pulsed Electromagnetic Fields in Ischemic Stroke. *Appl Biochem Biotechnol*: in press

Genotoxizität, Genexpression (n=5)

- Kuzniar A, Laffeber C, Eppink B, Bezstarosti K, Dekkers D, Woelders H, Zwamborn AP, Demmers J, Lebbink JH, Kanaar R (2017): Semi-quantitative proteomics of mammalian cells upon short-term exposure to non-ionizing electromagnetic fields. *PLoS One* 2017; 12 (2): e0170762
- Mahmoudinasab H, Saadat M (2016): Short-term exposure to 50-Hz electromagnetic field and alterations in NQO1 and NQO2 expression in MCF-7 cells. *Open Access Maced J Med Sci* 2016; 4 (4): 548-550
- Nakayama M, Nakamura A, Hondou T, Miyata H (2016): Evaluation of cell viability, DNA single-strand breaks, and nitric oxide production in LPS-stimulated macrophage RAW264 exposed to a 50-Hz magnetic field. *Int J Radiat Biol* 92 (10): 583 – 589
- Sanie-Jahromi F, Saadat I, Saadat M (2016): Effects of extremely low frequency electromagnetic field and cisplatin on mRNA levels of some DNA repair genes. *Life Sci* 166: 41 – 45

- Zhu K, Lv Y, Cheng Q, Hua J, Zeng Q (2016): Extremely Low Frequency Magnetic Fields Do Not Induce DNA Damage in Human Lens Epithelial Cells In Vitro. *Anat Rec (Hoboken)* 299 (5): 688 – 697

Wirkungen auf Mikroorganismen (n=5)

- Chen W, Hu H, Zhang C, Huang F, Zhang D, Zhang H (2017): Adaptation response of *Pseudomonas fragi* on refrigerated solid matrix to a moderate electric field. *BMC Microbiol* 2017; 17 (1): 32
- Fijalkowski K, Zywicka A, Drozd R, Junka AF, Peitler D, Kordas M, Konopacki M, Szymczyk P, Rakoczy R (2016): Increased water content in bacterial cellulose synthesized under rotating magnetic fields. *Electromagn Biol Med*: in press
- Lin KW, Yang CJ, Lian HY, Cai P (2016): Exposure of ELF-EMF and RF-EMF Increase the Rate of Glucose Transport and TCA Cycle in Budding Yeast. *Front Microbiol* 7: 1378
- Ozlem-Caliskan S, Ertabaklar H, Bilgin MD, Ertug S (2016): Assessment of the Effects of Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields on *Toxoplasma gondii*. *Iran J Parasitol* 2016; 11 (2): 159-167
- Zhang J, Xu C, Wan Y, Gao M (2016): Effects of extremely low frequency magnetic field on production of mannate by alpha-hemolytic *Streptococcus*. *Bioelectromagnetics* 37 (5): 331 – 337

Zellstoffwechsel, oxidativer Stress (n=5)

- Cinzia C, Umberto M, Roberta B, Rita DA, Maddalena M, Luigi C, Piero S, Vilberto S, Lucia P (2016): Effect of extremely low frequency electromagnetic fields on antioxidant activity in the human keratinocyte cell line NCTC 2544. *Biotechnol Appl Biochem*: in press
- Feng B, Dai A, Chen L, Qiu L, Fu Y, Sun W (2016): NADPH oxidase-produced superoxide mediated a 50-Hz magnetic field-induced epidermal growth factor receptor clustering. *Int J Radiat Biol* 92 (10): 596 – 602
- Kim YM, Cho SE, Seo YK (2016): The activation of melanogenesis by p-CREB and MITF signaling with extremely low-frequency electromagnetic fields on B16F10 melanoma. *Life Sci* 162: 25 – 32
- Luo X, Chen M, Duan Y, Duan W, Zhang H, He Y, Yin C, Sun G, Sun X (2016): Chemoprotective action of lotus seedpod procyanidins on oxidative stress in mice induced by extremely low-frequency electromagnetic field exposure. *Biomed Pharmacother* 82: 640 – 648
- Zhang Y, Zhang D, Zhu B, Zhang H, Sun Y, Sun C (2016): Effects of dietary green tea polyphenol supplementation on the health of workers exposed to high-voltage power lines. *Environ Toxicol Pharmacol* 46: 183 – 187

Epidemiologische Studien (n=5)

- Bunch KJ, Swanson J, Vincent TJ, Murphy MF (2016): Epidemiological study of power lines and childhood cancer in the UK: further analyses. *J Radiol Prot* 36 (3): 437 – 455
- Crespi CM, Vergara XP, Hooper C, Oksuzyan S, Wu S, Cockburn M, Kheifets L (2016): Childhood leukaemia and distance from power lines in California: a population-based case-control study. *Br J Cancer* 115 (1): 122 – 128

- Eskelinen T, Roivainen P, Mäkelä P, Keinänen J, Kauhanen O, Saarikoski S, Juutilainen J (2016): Maternal exposure to extremely low frequency magnetic fields: Association with time to pregnancy and foetal growth. *Environ Int* 94: 620 – 625
- Ghadamgahi M, Monazzam MR, Hosseini M (2016): Memory loss risk assessment for the students nearby high-voltage power lines - a case study. *Environ Monit Assess* 188 (6): 355
- Su L, Fei Y, Wei X, Guo J, Jiang X, Lu L, Chen G (2016): Associations of parental occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields with childhood leukemia risk. *Leuk Lymphoma* 57 (12): 2855 – 2862

3. Integration aktueller Studien in den bestehenden Wissenskontext und Darstellung im EMF-Portal

Im EMF-Portal sind seit mehreren Jahren grafische Übersichten zur Studienlage zu bestimmten Themengebieten integriert, wie z.B. zu Wirkungen durch Mobilfunk, statische Felder oder zu Wirkungen auf Kinder & Jugendliche. Im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens wurden die Inhalte der grafischen Übersichten zum Thema „Netzfrequenzen“ aktualisiert, d.h. die entsprechenden Parameter aus den neu erschienenen und neu in das Portal aufgenommenen Studien wurden so kategorisiert (siehe Punkt 2), dass sie im Rahmen dieser übergeordneten Struktur in den bestehenden Wissenskontext eingebettet werden konnten. Die Abbildungen 2-4 zeigen die grafischen Übersichten der epidemiologischen Studien (Abb. 2) sowie der experimentellen Studien mit Netzfrequenz-relevanter Exposition (Abb. 3 für Magnetfeld-Exposition, Abb. 4 für elektrische Feld-Exposition).

Mit Hilfe dieser Übersichten kann sich der Nutzer einen einfachen Überblick über die aktuelle Studienlage zu Untersuchungen mit Netzfrequenz-relevanten niederfrequenten Feldern (50/60 Hz) verschaffen. Zu einem bestimmten Thema (z.B. Krebs) bekommt er alle verfügbaren wissenschaftlichen Studien angezeigt und, sofern sie vollständig extrahiert vorliegen (vgl. Punkt 4), mit weiteren Details in einer einheitlichen und leicht vergleichbaren Form zur Verfügung gestellt. Dadurch soll der Nutzer aktuelle Forschungsergebnisse besser einschätzen und unterschiedliche Bewertungen der Studienergebnisse durch Dritte besser einordnen können.

Epidemiologische Studien zu Netzfrequenzfeldern (50/60 Hz) 458 Studien insgesamt

Leukämie im Kindesalter	89 Studien
Leukämie/Lymphom	77 Studien
Sonstiges	73 Studien
Hirntumor	72 Studien
Brustkrebs	64 Studien
Sonstige Krebsarten	57 Studien
Sonstige Krebserkrankungen im Kindesalter	55 Studien
Wirkungen auf Fortpflanzung/Schwangerschaft	49 Studien
Neurodegenerative Erkrankungen	47 Studien
Elektrosensibilität/Wohlbefinden/subjektive Beschwerden	28 Studien

Leukämie im Kindesalter

89 Studien insgesamt

Tabellenansicht

Hintergrundwissen

2016, Crespi CM, Vergara XP, Hooper C, Oksuzyan S, Wu S, Cockburn M, Kheifets L
 Childhood leukaemia and distance from power lines in California: a population-based case-control study.
 Br J Cancer 115 (1): 122-128

2016, Su L, Fei Y, Wei X, Guo J, Jiang X, Lu L, Chen G
 Associations of parental occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields with childhood leukemia risk.
 Leuk Lymphoma 57 (12): 2855-2862

2016, Zhang Y, Lai J, Ruan G, Chen C, Wang DW
 Meta-analysis of extremely low frequency electromagnetic fields and cancer risk: a pooled analysis of epidemiologic studies.
 Environ Int 88: 36-43

Abb. 2: Epidemiologische Studien mit Netzfrequenz-relevanter Exposition (n=458, Stand: 20.03.2017); <http://www.emf-portal.org/de/article/overview/category/power-line-frequencies-epidem>

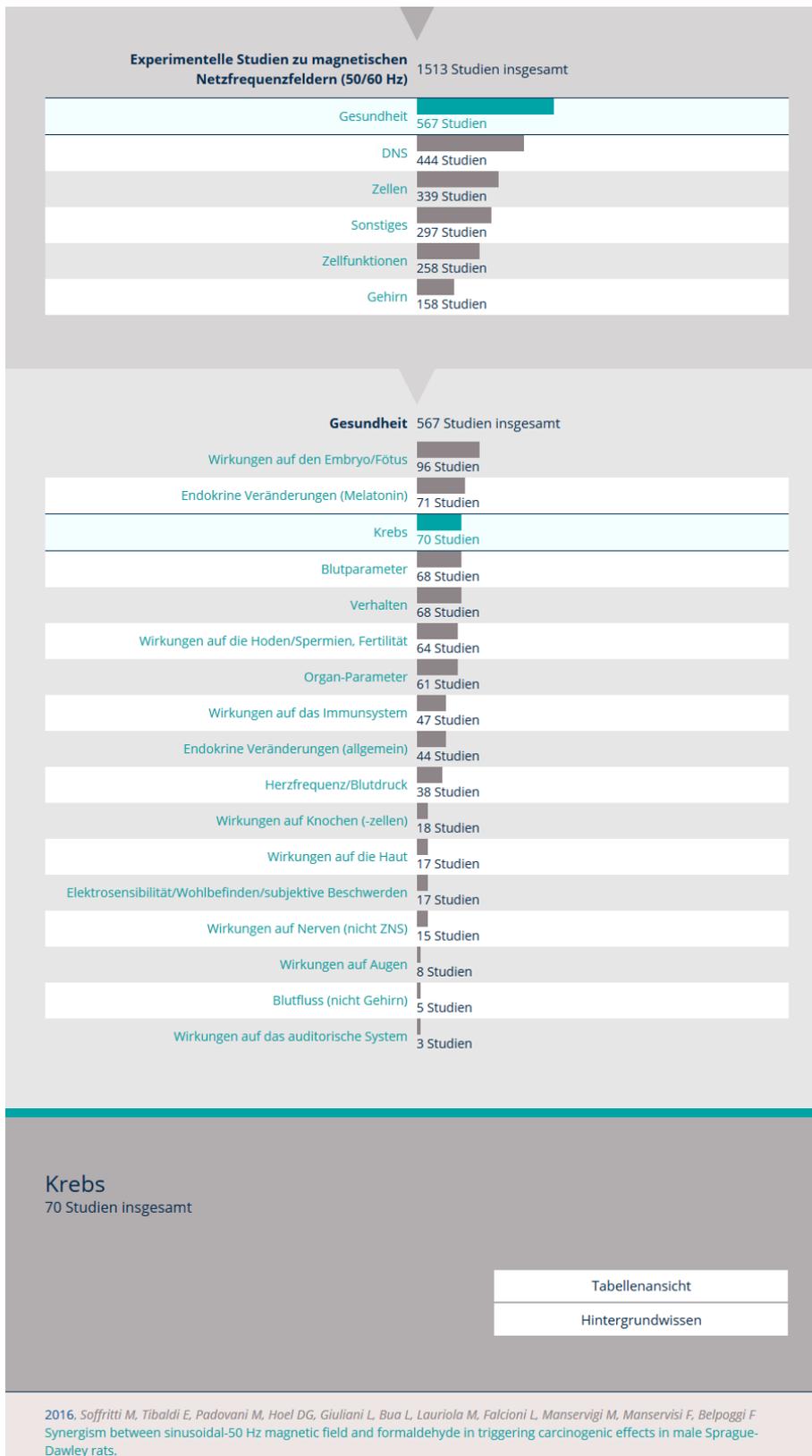


Abb. 3: Experimentelle Studien mit Netzfrequenz-relevanter Magnetfeld-Exposition (n=1513, Stand 20.03.2017); <http://www.emf-portal.org/de/article/overview/category/power-line-frequencies-magnetic>

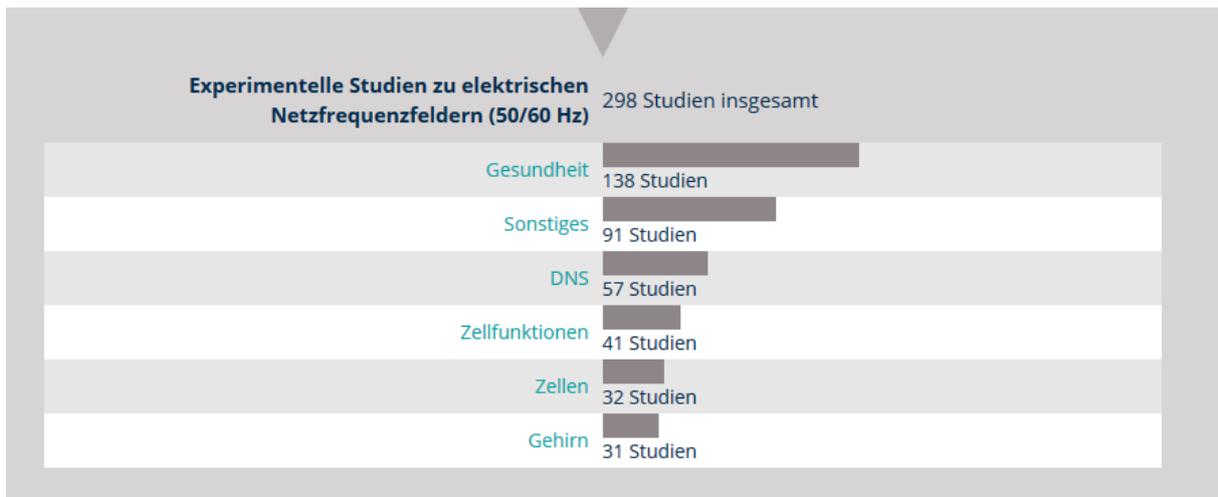


Abb. 4: Experimentelle Studien mit Netzfrequenz-relevanter elektrischer Feld-Exposition (n=298, Stand 20.03.2017); <http://www.emf-portal.org/de/article/overview/category/power-line-frequencies-electric>

4. Extraktion experimenteller und epidemiologischer Publikationen

Ein großer Teil der aktuellen und neu in das Portal aufgenommenen Studien mit Netzfrequenz-relevanter Exposition wurde nach einem einheitlichen Vorgehen, welches in einem internen Leitfaden dokumentiert ist, extrahiert. Das heißt, die Inhalte wurden verständlich in deutscher und englischer Sprache zusammengefasst, Fachbegriffe mit dem Glossar verlinkt und als Gesamtpaket kostenlos über das Internet zur Verfügung gestellt. Bei den Extraktionen wurden zunächst die neu erschienenen Publikationen berücksichtigt und sukzessive rücklaufend auch ältere Studien extrahiert. Darüber hinaus wurden auch solche Studien extrahiert, von welchen sich registrierte Nutzer eine Extraktion gewünscht hatten. Im Berichtszeitraum wurden 60 der 69 neu aufgenommenen experimentellen medizinisch/biologischen Studien sowie 21 ältere Studien extrahiert (insgesamt demzufolge 81 Studien aus dem experimentellen Bereich). Zusätzlich wurden 16 epidemiologische Publikationen (7 aktuelle und 9 ältere Studien) mit Netzfrequenz-relevanter Exposition extrahiert. Insgesamt stehen somit 991 experimentelle Studien (900 mit Magnetfeld-Exposition, 89 mit elektrischem Feld) und 180 epidemiologische Studien aus dem Netzfrequenz-Bereich mit extrahierten Details zur Verfügung.

5. Hard- und Softwarepflege

Die IT-Infrastruktur des EMF-Portals muss aufgrund der aufwändigen Systemarchitektur kontinuierlich gepflegt und gewartet sowie durch Updates auf den neuesten Stand gebracht, gesichert und synchronisiert werden. Diese Aufgaben wurden auch im Berichtszeitraum wahrgenommen, um eine optimale Funktionalität des EMF-Portals gewährleisten zu können. Zusätzlich wurde ein Relaunch des EMF-Portals mit einem neuen Design vorgenommen (s.o., vgl. Abb. 1).

Ausblick

Der Erhalt und die Pflege des EMF-Portals erfordern auch in Zukunft die laufende Recherche und Beschaffung aktueller Studien, deren Extraktion, die Pflege und Erweiterung des Glossars sowie den entsprechenden IT-Support. Die Schwerpunkte bei den Extraktionen (Studien zu Hochfrequenz, Niederfrequenz, Gleichstrom, Mobilfunk, Implantaten, Netzfrequenz usw.) und in den sonstigen Aufgabenbereichen werden entsprechend der vorhandenen Fördermittel gesetzt.