



Projektschlussbericht

Aktuelle Forschungen zu möglichen gesundheitlichen Auswirkungen bzw. Risiken der (HF-)EMF



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

Datum: Dezember 2017

Ort: Zürich

Auftraggeberin:

Deutscher Bundestag
Vorgelegt dem:
Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB)
Neue Schönhauser Strasse 10, 10178 Berlin

Auftragnehmer/in:

FSM – Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation
c/o ETH Zürich
Gloriastr. 35
CH-8092 Zürich
www.emf.ethz.ch

Autoren:

Dr. Gregor Dürrenberger, gregor@emf.ethz.ch
Dr. Jürg Fröhlich, juerg.froehlich@fieldsatwork.ch

Vertragsnummer: ZT6-1133-2017-191-15-PA18

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Zusammenfassung

Im Bericht werden die Ergebnisse aus aktuellen Forschungsprojekten gesichtet und darauf hin analysiert, ob relevante bzw. neue Erkenntnisse seit Abschluss des DMF-Hauptprogramms vorliegen, welche substantiell die Diskussionen zu möglichen gesundheitlichen Auswirkungen bzw. Risiken hochfrequenter elektromagnetischer Felder (HF-EMF) verändern könnten. Vor diesem Hintergrund werden Forschungslücken bzw. Forschungsbedarfe identifiziert.

Der Fokus liegt auf der Primärforschung ausgewählter europäischer Länderprogramme. Ergänzt wird er durch wichtige internationale Projektpublikationen. Die aus diesem Literaturbestand verfügbaren wissenschaftlichen Evidenzen sind tabellarisch zusammengefasst und in die Beurteilung des Wissensfortschritts gegenüber dem Abschluss des DMF-Hauptprogramms eingeflossen. Die Projektbefunde werden auch hinsichtlich einer zukünftigen Forschungsförderung bewertet. Qualitativ ungenügende Arbeiten (insbesondere betreffend Expositionserfassung) wurden ausgeschlossen.

Die zentralen Befunde finden sich in untenstehender Tabelle.

	Wissensstand DMF	Wissensstand aktuell	Forschungsbedarf	Bemerkungen
Krebs				
<i>Tumore im Kopfbereich</i>			Klassifikation der Exposition	In Studien mit festgestellten Effekten sind diese klein im Sinne von höheres Risiko als Erwachsene
<i>Tumore bei Kindern</i>				
<i>Andere Tumore</i>			Kläring der Resultate und Übertragbarkeit auf Menschen	Neue Hinweise aus Tierstudien
Neurodegeneration neuronale Erkrankungen			Hoher Klärungsbedarf	Basierend auf Zell- und Labortierstudien. Potenziell von grosser Bedeutung
Fertilität				
Entwicklung				
Kardiovaskulär / Blutsystem				Wenige Studien
EEG				Auswirkung auf Gesundheit (chronisch) offen
Kognition				Evidenz auf biologischer Ebene
<i>Kinder</i>			Kläring zusammen mit anderen Aspekten in Kindern	
Schlaf				
<i>Kinder</i>				Kein Effekt von EMF, allerdings Effekte durch Mobiltelefongebrauch in Abend- und Nachtstunden
Unspezifische Symptome			Identifikation spezifisch sensibler Personen	If any, gezielte Effektforschung (Humanstudien) möglich
Nozeboeffekt				
<i>Kinder</i>			Kläring zusammen mit anderen Aspekten in Kindern	
Hormone / Drüsen				Keine Studien bezüglich Gesundheit
<i>Melatonin</i>				Basierend auf Zellstudien
<i>Stressproteine/Genexpression</i>				Basierend auf Zellstudien
Blut-Hirn-Schanke				
Verhalten allg.				Wenige Humanstudien
<i>Kinder und Jugendliche.</i>			Studien zum Einfluss der Gebrauchsmuster	Effekte eher durch Gebrauch bestimmt
Wirkmechanismen			Studien zu Variabilität und Einfluss auf die Stabilität von zellulären Prozessen	Interessant für gesamte Risikoforschung
<i>Genschädigung</i>				Basierend auf Zell- und Labortierstudien; Zellstudien: zunehmend Hinweise aus RoW, CH
<i>Sauerstoffradikale</i>			Kläring der Auswirkungen	Basierend auf Zell- und Labortierstudien
<i>Genexpression</i>				Basierend auf Zellstudien
<i>Zellfunktionen/Membran</i>				Basierend auf Zellstudien
Anderes				
<i>Kinder und Jugendliche allg.</i>			Kläring zusammen mit anderen Aspekten in Kindern	Wenig Studien
<i>Ältere Menschen</i>			Kläring zusammen mit anderen Aspekten in älteren Menschen	Zu wenig Studien
<i>Immunsystem</i>				Wenige Tierstudien
<i>Metabolismus</i>				Eine Tierstudie
<i>Sinne (Gehör, Netzhaut)</i>				Eine brauchbare nebst vielen unbrauchbaren Tierstudien
<i>Zellen allg.</i>				Basierend auf Zell- und Labortierstudien
<i>"Adaptive Response"</i>			Kläring der Auswirkungen im Zusammenhang mit chronischen Krankheiten oder Beeinträchtigungen	Basierend auf Labortierstudien

Farblegende:

Effekt ausreichend nachgewiesen
Effekt limitiert nachgewiesen
Effekt inadäquat nachgewiesen
Kein Effekt nachgewiesen



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
Inhaltsverzeichnis.....	4
1. Ziel, Vorgehen, Aufbau.....	7
1.1 Ziel	7
1.2 Vorgehen und Abgrenzung	7
1.3 Struktur des Berichts	8
2. Methodik.....	9
2.1 Studienbasis	9
2.2 Die Risikomatrix	9
2.2.1 Endpunkte.....	10
2.2.1.1 Krebs	10
2.2.1.2 Neurodegenerative Erkrankungen.....	10
2.2.1.3 Fertilität.....	10
2.2.1.4 Entwicklung.....	11
2.2.1.5 Kardiovaskuläres System.....	11
2.2.1.6 EEG	11
2.2.1.7 Kognition	11
2.2.1.8 Schlaf.....	11
2.2.1.9 Unspezifische Symptome / Elektrosensibilität	12
2.2.1.10 Hormone / Drüsen	12
2.2.1.11 Blut-Hirn-Schranke	12
2.2.1.12 Verhalten.....	12
2.2.1.13 Wirkmechanismen.....	12
2.2.1.14 Anderes	13
2.2.2 Studententypen.....	13
2.2.2.1 Humanstudien	13
2.2.2.2 Tierstudien	13
2.2.2.3 Zellstudien.....	13
2.3 Dosimetrie / Exposimetrie	14
2.4 Studienqualität.....	15
2.5 Evidenzkategorien.....	15
2.5.1 Nachgewiesen.....	16
2.5.2 Limitiert nachgewiesen	16
2.5.3 Inadäquat nachgewiesen	16
2.5.4 Kein Effekt nachgewiesen.....	16
2.5.5 Keine Aussage	16
2.6 Bewertungsaspekte.....	17



2.7 Darstellungsformat.....	18
2.7.1 Tabellen / Risikomatrix	18
2.7.2 Studienqualität	19
2.7.3 Dosimetrie / Exposimetrie	19
3. Forschungsstand.....	20
3.1 Deutschland: DMF-Programm inkl. Nachfolgestudien.....	20
3.1.1 Charakterisierung	20
3.1.2 Befundlage Biologie / Gesundheit.....	20
3.2 Frankreich: ANSES-Programm	22
3.2.1 Charakterisierung	22
3.2.2 Befundlage Biologie / Gesundheit.....	22
3.3 Niederlande: ZonMW-Programm	24
3.3.1 Charakterisierung	24
3.3.2 Befundlage Biologie / Gesundheit.....	24
3.4 Schweiz – NFP57 und FSM.....	26
3.4.1 Charakterisierung	26
3.4.2 Befundlage Biologie / Gesundheit.....	26
3.5 Europäische Union.....	28
3.5.1 Charakterisierung	28
3.5.2 Befundlage Biologie / Gesundheit.....	29
3.6 Rest of the World.....	31
3.6.1 Charakterisierung	31
3.6.2 Befundlage Biologie / Gesundheit.....	31
4. Wissenszuwachs gegenüber Abschluss DMF.....	33
4.1 Stand DMF 2008.....	33
4.2 Neue Erkenntnisse	34
4.2.1 Review-Studien.....	34
4.2.2 Nachfolgeaktivitäten des DMF.....	35
4.2.3 Internationale Forschungsprojekte.....	37
4.3 Vergleich mit DMF-Hauptprogramm.....	38
4.3.1 Bestätigungen	38
4.3.2 Relativierungen	38
4.3.3 Zusätzliche Erkenntnisse	39
4.3.4 Ausgewählte Endpunkte: Krebs	40
4.3.5 Ausgewählte Endpunkte: Neurodegenerative Erkrankungen.....	40
4.3.6 Evidenzen zu anderen Endpunkten.....	41
4.4 Kommentare zur Dosimetrie und Exposimetrie	42
4.4.1 Wichtige Fortschritte	42
4.4.2 Defizite	42



5. Empfehlungen.....	44
5.1 Bewertung des Wissensstandes	44
5.2 Empfehlungen zu Handen TAB	45
6. Anhang Deutschland	47
6.1 Projektliste	47
6.1.1 DMF-Hauptprogramm	47
6.1.2 Nachfolgestudien zum DMF-Programm.....	48
6.1.3 Noch laufend (Mitte 2017):.....	49
6.2 Zitatliste.....	49
6.2.1 Biologisch-Gesundheitliche Projekte	49
6.2.2 Dosimetrie / Exposimetrie	53
7. Anhang Frankreich	55
7.1 Projektliste	55
7.2 Zitatliste	56
7.2.1 Biologisch-Gesundheitliche Projekte	56
7.2.2 Dosimetrie / Exposimetrie	58
8. Anhang Niederlande.....	60
8.1 Projektliste	60
8.2 Zitatliste	60
8.2.1 Biologisch-Gesundheitliche Projekte	60
8.2.2 Dosimetrie / Exposimetrie	61
9. Anhang Schweiz	64
9.1 Projektliste	64
9.1.1 FSM-Programm	64
9.1.2 NFP-Programm.....	64
9.2 Zitatliste.....	65
9.2.1 Biologisch-Gesundheitliche Projekte	65
9.2.2 Dosimetrie / Exposimetrie	68
10. Anhang EU	69
10.1 Projektliste	69
10.2 Zitatliste	69
10.2.1 Biologisch-Gesundheitliche Projekte	69
10.2.2 Dosimetrie / Exposimetrie	72
11. Anhang RoW	77
11.1 Zitatliste	77
Referenzen	100



1. Ziel, Vorgehen, Aufbau

1.1 Ziel

Im Rahmen des TA-Projekts sollen die Ergebnisse aus den aktuellen nationalen und internationalen Forschungsprojekten gesichtet und darauf hin analysiert werden, ob relevante bzw. neue Erkenntnisse vorliegen, die substanzial die Diskussionen zu möglichen gesundheitlichen Auswirkungen bzw. Risiken der (HF-)EMF verändern könnten. Außerdem sollen mögliche Forschungslücken und Forschungsbedarfe identifiziert werden.

1.2 Vorgehen und Abgrenzung

Folgendes Vorgehen wurde gewählt: (1) Festlegung der „Baseline“: Zusammenstellung der Befunde des DMF inkl. tabellarische Darstellung der Risikoeinschätzung; (2) Auswahl wichtiger Forschungsprogramme (inkl. Folgeaktivitäten DMF) nach Ländern bzw. Regionen; (3) Zusammenstellung der verfügbaren Projektberichte und wissenschaftlichen Paper dieser Programme; (4) Tabellarische Übersicht der Resultate hinsichtlich Risikoeinschätzung; (5) Vergleich der aktuellen Risikoeinschätzungen mit den Einschätzungen von BfS und SSK zum Zeitpunkt des Abschlusses des DMF; (6) Auflistung der wichtigsten Erkenntnisgewinne und der wichtigsten Wissenslücken / Forschungsbedarf, und daraus abgeleitete politische Empfehlungen. Dieses Vorgehen wurde mit folgenden Arbeitspaketen (AP) umgesetzt:

AP1: Deutschland

Zusammenstellung Forschungsaktivitäten und -erkenntnisse Deutschland: abgeschlossene Forschung des DMF (Baseline), sowie Folgeaktivitäten (freiwillige Selbstverpflichtung der Mobilfunknetzbetreiber erweitert und ergänzt 2012, Forschungen seitens BfS seit 2014).

AP2: Nationale und EU Programme (Europa)

Zusammenstellung Forschungsaktivitäten und -erkenntnisse aus den folgenden nationalen Programmen: Frankreich, Holland, Schweiz; dazu die grossen Forschungsprojekte im Rahmen der EU Förderprogramme

AP3: Nationale und internationale Programme (Rest of the World)

Zusammenstellung Forschungsaktivitäten und -erkenntnisse aus den folgenden Programmen: nationale Aktivitäten in Kanada, USA, Australien, Japan; internationale Forschungsprogramme INTERROCC, GLORE; sowie ausgewählte neuere Reviewberichte zur wissenschaftlichen Erkenntnislagen (Reports aus Schweden, Holland, der EU)

AP4: Darstellung aktuelle Wissenslage

Verortung der Resultate in einer Risikoeinschätzungs-Matrix, die gesundheitliche „Endpunkte“ nach Studientypen unterscheidet. Kategorisierung der Befundlage gemäss den Evidenzkategorien der Internationalen Krebsforschungsagentur der WHO (IARC): sufficient, limited, inadequate, lack of evidence.

AP5: Erkenntnis-Synthese

Vergleich der aktuellen Wissenslage mit dem Wissenstand 2008/2009 (Abschluss DMF) gemäss BfS und SSK. Identifikation und Diskussion relevanter „abweichender“ Einschätzungen.

AP6: Forschungslücken, politische Empfehlungen

Identifikation der Forschungslücken und des Forschungsbedarfs, auf der Basis von AP5. Empfehlungen für allfällige vorsorgliche Massnahmen (auf nationaler Ebene): Forschung, Kommunikation, Expositionsminderung.



Beim Vorgehen handelt es sich nicht um eine streng systematisch durchgeführte und vollständige Literaturanalyse. Vielmehr war es das Ziel, einen Überblick über die letzten ca. 10 Jahre zu vermitteln hinsichtlich wichtiger Forschungsprogramme und wichtiger Publikationen zu gesundheitlichen Effekten hochfrequenter EMF.

Wir haben uns gemäss Ausschreibungsvorgaben auf hochfrequente EMF beschränkt, und dabei ein spezielles Augenmerk auf Mobilfunkfrequenzen und -signale gelegt.

Insgesamt handelt es sich bei diesem Bericht um ein „resource book“, also eine Faktensammlung für politische Einschätzungen, Empfehlungen und Gutachten. Es wird wenig Gewicht auf ausführliche Formulierungen in literarisch gelungener Prosa gelegt. Der Text stellt Forschungsbefunde und Risikoeinschätzungen in ihrer Essenz, vergleichend und mit Quellenverweisen versehen zusammen. Selbstverständlich heisst verdichten immer auch vereinfachen. Wir sind in diesem Bericht der Regel gefolgt: so einfach wie möglich, so komplex wie nötig – im Wissen, dass in Einzelfällen die Trennlinie auch anders als von uns vorgenommen hätte gezogen werden können.

Zuletzt gehört erwähnt, dass wir eine „evidenzorientierte“ Darstellung der Forschungsbefunde vornehmen: es wird der wissenschaftliche Gehalt referiert und keine politische Interpretation vorgenommen. Solche politischen Interpretationen – etwa im Sinne des Vorsorgeprinzips oder des „Unbedenklichkeitsnachweises“ – werden zuweilen von Forschenden gemacht, insbesondere in Zusammenfassungen und/oder Schlussfolgerungen von Artikeln und Studienberichten. Sind solche Aussagen nicht eindeutig als Interpretationen kenntlich gemacht, haben es Lesende schwer, zwischen diesen wie wissenschaftliche Befunde aussehenden Resultate und den ihnen zugrundeliegenden „nackten Tatsachen“ zu unterscheiden. Wir haben uns im Bericht auf die wissenschaftliche Faktenbasis beschränkt, so dass jede Leserin / jeder Leser ihre / seine politische Bewertung dieser Fakten vornehmen kann.

1.3 Struktur des Berichts

Kapitel 2 stellt im Sinne einer Grundlage u.a. die im Bericht verwendete „Risikomatrix“ und das eingesetzte Evidenzschema vor, nach denen die aus den Forschungsprogrammen und -publikationen extrahierten Erkenntnisse kategorisiert werden. Kapitel 3 fasst die Ergebnisse aus dem DMF und den DMF-Nachfolgeaktivitäten zusammen, sowie die Resultate, welche aktuelle und teilweise noch laufende nationale und internationale Forschungsprogramme ausserhalb Deutschlands produzierten. In Kapitel 4 werden alle Ergebnisse gebündelt um den Erkenntniszuwachs gegenüber 2008/2009 (Abschluss DMF) darzustellen. Kapitel 5 schliesslich skizziert den Forschungsbedarf vor dem Hintergrund des gegenwärtigen Wissensstandes und formuliert Forschungsempfehlungen. Abgeschlossen wird der Bericht mit Anhängen, welche Projektlisten, Literaturzitate und das Literaturverzeichnis umfassen.



2. Methodik

2.1 Studienbasis

Um dem Auftrag des TAB gerecht zu werden („aktuelle Forschungen“) haben wir Studien und Publikationen ab dem Jahr 2010 (ausnahmsweise auch einzelne Arbeiten mit früherem Erscheinungsdatum) von Forschungsprogrammen ausgewählter europäischer Länder (inklusive EU) analysiert. Folgende Länder / Programme wurden berücksichtigt: Deutschland (DMF-Programm inklusive Nachfolgeaktivitäten – Basisdaten), Holland (ZonMW-Programm), Frankreich (ANSES-Programm), Schweiz (NFP57 und FSM), EU1 (FP7-Projekte plus EFHRAN), EU2 (SCENIHR). Die im Rahmen dieser Programme durchgeföhrten Forschungsarbeiten und deren Publikationen geben einen guten, wenn auch nicht vollständigen, Überblick über den europäischen Forschungs- und Wissensstand, da viele Projekte im Rahmen internationaler Kooperationen mit Wissenschaftsgruppierungen aus weiteren als den hier ausgewählten europäischen Ländern durchgeführt wurden.

Um den aktuellen Erkenntnisstand zu komplettieren haben wir zusätzlich mit einer Literaturrecherche über 250 wissenschaftliche Publikationen (grossmehrheitlich mit Erscheinungsjahr ab 2010, einzelne ausgewählte früheren Datums) aus anderen Regionen (bezeichnet als RoW – Rest of the World) zusammengetragen. Die Auswahl orientierte sich an den umfassenden, systematisch erstellten Literaturlisten der Reviewberichte von SCENIHR (SCENIHR 2015), SSM [jährliche Berichte; berücksichtigt 2009-2016; letzter Bericht: (SSM 2016)], von BERENIS, einer vom schweizerischen Bundesamt für Umwelt (BAFU) einberufenen Reviewgruppe, die neu erschienene wissenschaftliche Artikel bewertet und die wichtigsten davon in einem Newsletter kommentiert¹, sowie der von TAB zur Verfügung gestellten Literaturliste. Die Publikationen unter „RoW“ kommen mehrheitlich aus USA/Nordamerika, Asien und Europa.

Im vorliegenden Bericht wurden für die Auswertungen (Wissenszuwachs seit Abschluss DMF) und die Formulierung der Empfehlungen nur Arbeiten verwendet, welche eine minimale Qualität (Definition siehe 2.4) aufwiesen.

Die ausführliche Liste aller ausgewählten Materialien findet sich in den Anhängen. Auf diese wird in Kapitel 3 im Detail eingegangen.

2.2 Die Risikomatrix

Es gibt in der jüngeren EMF-Forschung eine sehr grosse Vielfalt an methodischen Ansätzen und studierten Effekten. Diese Vielfalt erschwert sowohl die wissenschaftliche als auch die politische Risiko einschätzung. Wir haben für diesen Bericht die Forschungslandschaft entlang der untersuchten gesundheitlichen Fragestellungen (sog. Endpunkte der Forschung) und der eingesetzten Studienansätze bzw. Studientypen gegliedert.

Das erlaubt einerseits die für die Beurteilung der gesundheitlichen Evidenz eines Befundes wichtige Unterscheidung zwischen Zellstudien, Tierstudien und Humanstudien zu machen. Grundsätzlich kann man dabei dem Vorgehen der (IARC 2013) folgen: höchste Bedeutung besitzen Humanstudien, etwa

¹ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/elektrosmog/newsletter.html>



große Bevölkerungsstudien mit statistisch aussagekräftigen Ergebnissen oder kontrollierte, doppelblinde Laborstudien. Tierstudien sind von zweiter, nachgelagerter Bedeutung, weil der Schluss vom Tiermodell auf den Menschen häufig komplex ist. Zellstudien schliesslich, welche v.a. möglichen Wirkmechanismen nachgehen, sind von dritter Bedeutung.

Andererseits erlaubt diese Aufschlüsselung auch, mögliche gesundheitliche Wirkungen ausreichend detailliert und nicht nur pauschal zu erfassen. Wir haben den Detaillierungsgrad so gewählt, dass die in der Forschung hauptsächlich diskutierten Endpunkte in einer „Auflösung“ vorliegen, die ausreichend spezifische (also sachgerechte) Aussagen zur wissenschaftlichen Risikolage zulässt.

2.2.1 Endpunkte

Wir haben die publizierten Studien in 12 gesundheitliche Bereiche, eine „Restkategorie“, sowie hinsichtlich möglicher Wirkmechanismen eingeteilt. 8 Bereiche haben wir in Unterkategorien aufgeschlüsselt um wichtige Forschungsschwerpunkte explizit darstellen zu können. Im Folgenden listen wir kurz die einzelnen Endpunkte auf.

2.2.1.1 Krebs

Das Hauptaugenmerk der gesundheitsorientierten EMF-Forschung liegt auf dem Krebsrisiko. Im niedrfrequenten Bereich ist es insbesondere das kindliche Leukämierisiko (siehe (WHO 2007) – dieser Bereich wird hier allerdings ausgeklammert), im hochfrequenten Bereich sind es Tumore im Kopf- und Nackenbereich. Diese stehen im Zusammenhang mit der Mobiltelefonnutzung. Vereinzelt gibt es auch Studien zum Krebsrisiko im Umfeld von Antennenanlagen. Aufgrund der im Vergleich zur Belastung durch das Endgerät geringen Exposition gegenüber fixen Installationen ist das Forschungsinteresse allerdings wenig ausgeprägt – ganz im Unterschied zum öffentlichen Interesse, das v.a. den Anlagen und ihren möglichen gesundheitlichen Wirkungen gilt. Sodann wird seit einigen Jahren das Risiko von Kindern und Jugendlichen untersucht. Auch hier liegt das Interesse primär bei der Nutzung der Endgeräte und folglich beim Hirntumorrisiko.

Aufgrund der Publikationslage haben wir zu diesem Endpunkt 3 Unterkategorien gebildet: Tumore im Kopfbereich (Nacken inbegriffen), Tumore bei Kindern, andere Tumore.

2.2.1.2 Neurodegenerative Erkrankungen

Dazu zählen alle Erkrankungen, die im Zusammenhang mit der Degeneration von Neuronen (Nervenzellen) stehen, insbesondere: Alzheimer und andere Formen der Demenz, ALS, MS und Parkinson. Die Vermutung, dass elektromagnetische Felder das Risiko für neurodegenerative Erkrankungen erhöhen könnte, wurde zuerst im Zusammenhang mit Magnetfeldern der Stromversorgung (Haushalte, Eisenbahn) untersucht. Im Zusammenhang mit hochfrequenten Feldern der Funkdienste liegen erst wenige Studien (v.a. Tierstudien) vor. Wir haben diesen Endpunkt deshalb nicht weiter unterteilt.

2.2.1.3 Fertilität

In der Forschung ist auch der Befürchtung, dass HF-EMF (hochfrequente elektromagnetische Strahlung) die Fruchtbarkeit negativ beeinflussen könnte, nachgegangen worden. Neben in aller Regel wenig aussagekräftigen und robusten Studien mit menschlichen Probanden sind dazu primär Tierversuche unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt worden. Dieser Endpunkt wurde nicht differenziert.



2.2.1.4 Entwicklung

Es geht um die Frage, ob die Entwicklung eines Kindes im Mutterleib durch HF-EMF Exposition (von Mutter und Fötus) negativ beeinflusst wird. Dazu liegen Laborstudien mit Tieren (Ratten, Mäuse) vor, sowie einige Humanstudien, in denen die vorgeburtliche Exposition erhoben und auf Zusammenhänge mit Entwicklungsstörungen hin studiert wurden. In diese Kategorie mit einbezogen wurden auch Arbeiten, welche sich mit dem Verlauf von Schwangerschaft und Geburt im Hinblick auf Hochfrequenzexposition beschäftigt haben. Keine Unterteilung des Endpunkts.

2.2.1.5 Kardiovaskuläres System

Unter diesem Endpunkt sind Untersuchungen zum Einfluss von HF-EMF auf das Blutkreislauf-System sowie auf Blutparameter zusammengefasst. Dazu gehören auch Untersuchungen zum regionalen Blutfluss im Gehirn, die dank bildgebender Verfahren zunehmend attraktiv geworden sind. Obwohl der Bereich recht verschiedene Aspekte umfasst (von Messungen der Herzfrequenzvariabilität bis zum Erfassen des Sauerstoff- oder Zuckergehaltes des Blutes in einzelnen Hirnregionen), haben wir ihn aufgrund der beschränkten Anzahl verfügbarer Studien nicht weiter unterteilt.

2.2.1.6 EEG

Eine ganze Reihe von Studien hat den Einfluss von EMF auf das Gehirn mit Hilfe des Elektroenzephalogramms (EEG), der Aufzeichnung von Hirnströmen, untersucht. Weil diese, insbesondere im Schlaf, typische und auch recht stabile (reproduzierbare) Muster aufweisen, sollten sich allfällige Effekte der Strahlung durch eine Analyse der Hirnstromsignale in den EEG-Aufzeichnungen erkennen lassen. Analog wurde auch das Wach-EEG studiert. Kleinere Auffälligkeiten im EEG sind in ihrer gesundheitlichen Bedeutung, sofern sie eine solche haben, nur schwer interpretierbar. Wir haben den Endpunkt nicht weiter unterteilt.

2.2.1.7 Kognition

Viele Forschungsarbeiten sind der Frage nachgegangen, ob sich unsere Denkleistungen (kognitive Funktionen) unter HF-EMF Exposition verändern. Das wurde primär in kontrollierten Laborsettings mit Standardtests untersucht, oft auch zusammen mit EEG-Messungen. Mit in diese Kategorie eingeschlossen sind Verhaltensstudien mit Tieren (z.B. Suchverhalten in Labyrinthen). Der Endpunkt enthält als separate Kategorie die Rubrik „Kinder“, um die Resultate von Untersuchungen zur Kognition bei Kindern separat rapportieren zu können.

2.2.1.8 Schlaf

Hier geht es um Studien, die sich mit der Wirkung von HF-EMF auf den Schlaf befassen. Bei den konkreten Endpunkten handelt es sich sowohl um objektive Parameter (z.B. solche zur Schlafarchitektur, wie sie sich in EEG-Aufzeichnungen zeigt) als auch um das subjektive Schlafempfinden. Obwohl nur wenige Studien zu Kindern vorliegen (vergleichbar mit der Kognition oben) haben wir auch hier die Subkategorie „Kinder“ gebildet.



2.2.1.9 Unspezifische Symptome / Elektrosensibilität

Dieser Endpunkt ist einer der meist untersuchten. Bei unspezifischen Symptomen handelt es sich um Kopfweh, Schlafstörungen, Müdigkeit, Konzentrationsschwächen, diffuse Schmerzen, etc. Bei der Elektrosensibilität (oder: elektromagnetische Hypersensibilität – EHS) handelt es sich um dieselben unspezifischen Gesundheitssymptome für welche aber Betroffene elektromagnetische Feldern als Ursache der Beschwerden verantwortlich machen. EHS ist deshalb nicht eine objektive, medizinische Diagnose, sondern eine Selbstzuschreibung der Patienten. Die Heterogenität des Symptombildes ist gross und nicht quellenspezifisch. Der Endpunkt weist die Subkategorien „Kinder“ und „Nozeboeffekt“ auf. Mit letzterem sind Studien angesprochen, welche die Überzeugung von Patienten, dass EMF schädlich ist, als mögliche Ursache der Symptome mitberücksichtigen. Naturgemäß sind zu diesem Endpunkt keine Tier- oder Zellstudien verfügbar.

2.2.1.10 Hormone / Drüsen

Vergleichsweise wenige Arbeiten liegen zum Einfluss von HF-EMF auf das Hormonsystem vor. Die am häufigsten untersuchten bzw. in der Öffentlichkeit diskutierten Hormone sind Stresshormone (v.a. Hitzestress) und Melatonin. In Zellstudien wurden sodann für Hormonausschüttungen typische Protein- und Genexpressionen untersucht. Der Endpunkt enthält deshalb „Melatonin“ und „Stressproteine/Genexpression“ als Subpunkte.

2.2.1.11 Blut-Hirn-Schranke

Die Blut-Hirn-Schranke (BHS) ist eine physiologische Barriere zwischen dem Blutkreislauf und dem Nervengewebe des Gehirns. Sie schützt das Gehirn vor im Blutkreislauf zirkulierenden Krankheitserregern oder toxischen Stoffen, und sie reguliert auch den Nährstoffhaushalt des Gehirns. Verschiedentlich wurde vermutet, dass HF-EMF die Funktion dieser Schranke negativ beeinflussen und damit das Gehirn potenziell schädigen könnte. Studien dazu sind unter diesem Endpunkt versammelt. Keine weitere Gliederung.

2.2.1.12 Verhalten

Dieser Endpunkt umfasst die wenigen Studien, die sich dem Zusammenhang zwischen Exposition und Verhalten gewidmet haben. In einer eigenen Subkategorie werden die Arbeiten zum Verhalten von Kindern erfasst.

2.2.1.13 Wirkmechanismen

Hier geht es nicht um konkrete gesundheitliche Effekte, sondern um Erklärungen, wie Effekte ursächlich zustande kommen könnten. In der Forschung ist das Wissen um Wirkmechanismen zentral, weil damit Beobachtungen, insbesondere aus epidemiologischen Studien, allenfalls überzeugend erklärt werden können. Für den Risikonachweis sind deshalb solche Studien von grosser Bedeutung. Wir haben diesen Forschungsbereich (auch wenn nicht korrekt) der Einfachheit halber auf die Liste der „Endpunkte“ gesetzt. Es gibt keine Gesamtaussage zu diesem „Endpunkt“. Es können nur konkrete (spezifische) Wirkmechanismen auf ihre wissenschaftliche Evidenz hin beurteilt werden. Wir haben vier Themenfelder definiert. Diese sind pragmatisch begründet und hätten auch anders ausfallen können. Im Einzelnen handelt es sich (i) um Studien, welche das Potenzial von HF-EMF zur Destabilisierung des Genoms untersuchten, (ii) Arbeiten die sich um das Schädigungspotenzial von Sauerstoffradikalen kümmerten, (iii) Forschungsarbeiten zur Protein- und Genexpression unter HF-Exposition und (iv)



Studien welche die Wirkungen von Hochfrequenzstrahlung auf Zellmembranen und Zellfunktionen zum Thema haben.

Die Heterogenität der Studien ist ausserordentlich gross. Hilfreich sind Resultate in diesem Feld erst, wenn robuste Ergebnisse vorliegen und ein so identifizierter Wirkungsmechanismus Befunde aus Effektstudien schlüssig erklären kann.

2.2.1.14 Anderes

Nicht alle in der Literatur vorfindlichen Effektstudien werden von den oben beschriebenen Endpunkten erfasst. Wir haben deshalb auf Basis der verfügbaren Literatur weitere 7 Endpunkte als Subkategorien dieses Sammelbegriffs gebildet. Es sind dies: (i) Kinder und Jugendliche allgemein, (ii) ältere Menschen, (iii) Immunsystem, (iv) Metabolismus, (v) Sinne (Gehör, Auge), (vi) Zellen allgemein, (vii) thermische Reaktionen.

2.2.2 Studentypen

2.2.2.1 Humanstudien

Wir haben die Humanstudien hinsichtlich ihrer Aussagen für die Risikobewertung unterschieden. Zuerst gibt es Studien, deren Ergebnissen biologische Effekte thematisieren und keine Aussagen hinsichtlich Gesundheit machen, oder machen können, etwa, weil die Effekte innerhalb der natürlichen physiologischen Schwankungen und Toleranzen liegen. Studien, welche gesundheitliche Effekte (positive oder negative) rapportieren, haben wir zweigeteilt: einerseits in Arbeiten bei denen es um akute Wirkungen geht. Typischerweise sind das Humanexperimente im Labor. Andererseits Studien, welche chronische Wirkungen thematisieren, insbesondere als Folge von Langzeitexposition. Typischerweise sind das epidemiologische Arbeiten.

2.2.2.2 Tierstudien

Mit Tierstudien können Fragestellungen untersucht werden, die in Humanexperimenten aus ethischen oder praktischen Gründen nicht durchgeführt werden können, etwa sehr starke Expositionen, Studien mit Ungeborenen oder Kleinkindern, kontrollierte Langzeitbefriedungen, oder die Analyse von Gewebe-proben aus Organen nach Expositionen. Die Übertragbarkeit vom Tiermodell auf den Menschen bleibt dabei allerdings kritisch.

2.2.2.3 Zellstudien

Die Bedeutung von Zellstudien für die Risikoeinschätzung liegt bei der Identifizierung bzw. dem Nachweis von Wirkmechanismen. Ist ein Wirkmechanismus experimentell bestätigt, dann haben beispielsweise statistisch knapp signifikante epidemiologische Resultate ein grösseres Gewicht in der Risikoeinschätzung. Sodann erlaubt die Kenntnis von Wirkmechanismen die gezielte Erforschung von möglichen Gesundheitsrisiken (kritische Dosen, potenzielle Erkrankungen, gesundheitspolitische Relevanz).



2.3 Dosimetrie / Exposimetrie

Sehr viele Studien beschäftigen sich mit Fragen der Expositionserfassung und der Dosimetrie, sowohl messtechnisch als auch numerisch (Modellierung). Diese Studien zeitigen keine Resultate hinsichtlich gesundheitlicher Risiken. Sie sind vielmehr Grundlage für experimentelle und epidemiologische Arbeiten, sowie für regulatorische Empfehlungen. Im vorliegenden Zusammenhang referieren und bewerten wir dosimetrische Studien und Arbeiten zur Expositionserfassung nicht. Allerdings dienen uns die methodischen Angaben zur dosimetrischen Durchführung der Studien in den Publikationen dazu, die Qualität der Arbeiten und damit die Bedeutung dieser Ergebnisse für die Risikobeurteilung einzuschätzen. Dazu mehr unten (Abschnitt 2.4).

Grundsätzlich gilt, dass die EMF-Dosimetrie und -Exposimetrie in den letzten 10-15 Jahren grosse Fortschritte gemacht hat. Einerseits sind die Qualität der anatomischen Modelle und damit die Auflösung zur Berechnung von organspezifischen Dosen massiv gestiegen, andererseits haben epidemiologische Untersuchungen dank der Erfassung persönlicher Expositionen deutlich an Aussagekraft zugelegt. In beiden Bereichen geht der Fortschritt weiter (trotzdem gibt es immer wieder – und nicht wenige – neue Arbeiten, die nicht dem heute möglichen Stand der Methodik entsprechen).

Trotz der erwähnten Fortschritte bestehen immer noch erhebliche Unsicherheiten. In der dosimetrischen Modellierung betreffen diese etwa: die nach wie vor vergleichsweise rudimentäre Berücksichtigung der Heterogenität von Geweben und der Übergänge zwischen den verschiedenen Organen. Dies hat vor allem auf die Verteilung der induzierten Ströme eine wesentliche Auswirkung und kann lokal zu einer Über- respektive Unterschätzung der elektromagnetischen Feldgrössen und daraus folgend der Energieabsorption führen. Für die zunehmend häufig durchgeführten Simulationen der thermischen Verteilungen innerhalb des Körpers werden ebenfalls vereinfachte Blutflussmodelle verwendet. Systematische Studien zum Einfluss dieser Aspekte der Modellierung sind nur sehr begrenzt vorhanden. Zuletzt kann erwähnt werden, dass meist mit konstanten Gewebeparametern gerechnet wird und die zeitliche und räumliche Dynamik (Tageszeit, Alter, Veränderungen in der Durchblutung, Umweltfaktoren, etc.) nicht oder nur grob berücksichtigt sind. Vereinzelt wurden Vergleichsmessungen in Schweinen, vor allem im Bereich der Sicherheitsabschätzung von Magnetresonanzanlagen durchgeführt. Eine systematische Validierung der Gewebeparameter fehlt nach wie vor aufgrund der Schwierigkeit von direkten und indirekten *in vivo* Messungen.

Auch bei epidemiologischen Studien gibt es noch wichtige Limitationen bei der Expositionsabschätzung. Proxy-Daten (Anzahl Anrufe, Verbindungszeiten, Distanzen zu Antennen) und Messdaten (Frequenzselektivität von Messgeräten, Position von Exposimetern am Körper, etc.) sind mit teilweise grossen Unsicherheiten verbunden, welche zwangsläufig zu nicht-differenziellen Fehlklassifikationen der Exposition führen und damit den Nachweis kleiner Risiken maskieren. Nicht-differenzielle Fehlklassifikationen sind solche, die Expositionen nicht systematisch (sondern zufällig) unterschätzen. Dadurch wird der Risikoschätzer „verdünnt“: das wahre Risiko, wenn es ein solches gibt, ist grösser als das errechnete.

Vor diesem Hintergrund gilt es, publizierte Ergebnisse mit der nötigen Sorgfalt und Zurückhaltung zu beurteilen, denn selten können Studienbefunde zum Nennwert genommen werden. Hinzu kommen Unsicherheiten im Bereich der Biologie (natürliche Variabilität von Zellproben und Organismen), und Limitationen bei der Verallgemeinerung und Extrapolation von Zell- und Tierbefunden auf den Menschen. Letzteres wird recht häufig in wissenschaftlichen Artikeln, insbesondere in Zusammenfassungen und Schlussfolgerungen, gemacht und sollte mit Vorsicht aufgenommen werden. Das gilt doppelt, wenn die entsprechende Arbeit qualitativ – häufig hinsichtlich dosimetrischer / exposimetrischer Charakterisierung – nicht wirklich überzeugt. Um dieses Problem einzugrenzen, haben wir bei unserer Analyse auch die Studienqualität berücksichtigt.



2.4 Studienqualität

Die Tatsache, dass ein Artikel in einer Zeitschrift mit peer-review erschienen ist, bedeutet nicht in jedem Fall und automatisch, dass die wissenschaftliche Qualität der publizierten Arbeit hoch ist. Wir haben deshalb die im vorliegenden Bericht zitierten Fachartikel (und nur diese) in qualitativer Hinsicht beurteilt, mit dem Ziel, nicht-aussagekräftige Arbeiten auszuschliessen. Die Studien, die im Rahmen des DMF-Programms durchgeführt wurden, haben wir nicht beurteilt, da sie – gemäss Übungsanlage der Auftraggeber – als Beurteilungsbasis für den Wissensfortschritt dienen.

Die Qualität einer Studie wird im hier vorliegenden Themenbereich wesentlich durch die Versuchsbedingungen festgelegt. Ein zweiter wichtiger Faktor ist die statistische Auswertung der Daten. Im begrenzten Rahmen der vorliegenden Arbeit war eine umfassende, systematische Analyse der wissenschaftlichen Qualität der einzelnen Studien nicht leistbar. Wir haben uns deshalb auf eine vergleichsweise grobe Triage in „akzeptable“ und „ungenügende“ Studien festgelegt. Wie eine detaillierte Qualitätsbeurteilung aussehen könnte, hat kürzlich eine Arbeit über Zellstudien gezeigt (Simko, Remondini et al. 2016). Darin haben die AutorInnen fünf Qualitätskriterien definiert, die für eine sehr gute Arbeit alle erfüllt sein sollten: Temperaturkontrolle, physikalische Charakterisierung der Exposition, Sham-Bedingung, Positivkontrolle, Verblindung.

Wir orientierten uns bei der oben erwähnten groben Triage an diesen Kriterien, urteilten aber weniger streng. Ungenügende Qualität haben wir Studien zugesprochen, die (das Zutreffen eines Kriteriums genügt):

- keine Angaben zu Protokollen und/oder Dosimetrie machen
- deren dosimetrische Charakterisierung ungenügend bzw. nicht der Fragestellung angepasst ist, z.B. Angaben zu organspezifischen Expositionen
- die keine Sham-Bedingung (bzw. Kontrollen bei Humanstudien) einsetzen
- die nicht verblindet sind (insbesondere bei Humanstudien)

Temperatur- und Positivkontrollen haben wir nicht als Kriterium für die Triage eingesetzt, ebenso nicht die Qualität der statistischen Datenauswertung. So gesehen handelt es sich bei unserem Vorgehen um einen sehr pragmatischen Ansatz mit dem primären Ziel, das Gros der (wirklich) nicht aussagekräftigen Arbeit aus der Analyse auszuschliessen. Ein gewisser Ermessensspielraum konnte dabei nicht vermieden werden.

Insgesamt haben wir für diesen Bericht neben den Projektschlussberichten und anderen offiziellen Dokumenten 330 in wissenschaftlichen Zeitschriften publizierte Artikel berücksichtigt. Letztere haben wir auch hinsichtlich ihrer Qualität bewertet. Gegen 120 (ca. 36%; im Literaturverzeichnis kursiv gesetzt) haben wir als qualitativ ungenügend beurteilt.

2.5 Evidenzkategorien

Nicht immer kann die Forschung ein potenzielles Gesundheitsrisiko abschliessend beurteilen. Gerade bei komplexen Fragestellungen braucht die Wissenschaft Zeit für seriöse Studien, aber auch für Bestätigungen von Erstbefunden und für die Klärung von widersprüchlichen Resultaten. Bis eine robuste Bewertung vorliegt, bleiben deshalb apodiktische Aussagen heikel. Diesem Umstand tragen die wissenschaftlichen Risikoeinschätzungen Rechnung indem eine Balance-of-Evidence vorgelegt wird. Darin wird der Kenntnisstand nicht in schwarz-weiss sondern in Graustufen beschrieben. Wir haben für diesen Literaturbericht die Evidenzkategorien der Internationalen Krebsforschungsagentur der WHO (IARC) als Ausgangspunkt genommen (IARC 2013). Dabei hielten wir uns allerdings nicht strikt an die



von der IARC verwendeten Definitionen, weil in den meisten Länderprogrammen zu vielen Endpunkten nur wenige oder gar nur eine Studie finanziert wurde / werden konnte. Aus dem gleichen Grund haben wir auch im Unterschied zur IARC keine Differenzierung der Evidenzkategorien nach Studientyp vorgenommen. Im Folgenden ist unsere Verwendung der Kategorien kursiv angegeben. Wo Sinnvoll sind in Normalschrift ergänzende Erklärungen vermerkt.

2.5.1 Nachgewiesen

Die vorliegende(n) Arbeit(en) ist (sind) von guter Qualität und weist (weisen) auf einen Effekt hin.

Üblicherweise gilt ein Effekt nur dann als wissenschaftlich nachgewiesen, wenn er durch mehrere Studien bestätigt worden ist, keine grösseren und qualitativ gut gemachten Studien dagegensprechen und eine Erklärung zum Wirkmechanismus vorliegt.

2.5.2 Limitiert nachgewiesen

Die vorliegende(n) Arbeit(en) weist (weisen) auf einen Effekt hin. Die Aussagekraft ist aber nicht über jeden Zweifel erhaben. Eine ursächliche Beziehung kann nicht nachgewiesen werden.

Auch hier gilt auf diese Kategorie sinngemäss umgedünnt das oben gesagte.

2.5.3 Inadäquat nachgewiesen

Die Studie(n) ist (sind) zu wenig aussagekräftig und/oder widersprüchlich für eine seriöse bzw. aussagekräftige Beurteilung.

Diese Kategorie wird auch für Endpunkte (untersuchte Effekte) verwendet, für nur einzelne oder sehr wenige Studien ungenügender Qualität vorliegen.

2.5.4 Kein Effekt nachgewiesen

Die vorliegende(n) Studie(n) ist (sind) von guter Qualität und weist (weisen) auf keinen Effekt hin.

Man beachte: die Abwesenheit eines Effekts kann die Forschung nie beweisen. Liegen mehrere oder viele seriöse Studien vor die alle auf keine Effekte hinweisen, dann gibt es gute Gründe, die Abwesenheit von Effekten anzunehmen. Diese Beurteilung ist dabei keine streng wissenschaftliche, sondern eine des „gesunden Menschenverstandes“ (ein gewisser Beurteilungsspielraum bleibt dabei stets vorhanden, etwa wenn die eine oder andere – möglicherweise qualitativ nicht top gemachte Studie – Effekte zeigt).

2.5.5 Keine Aussage

Der Endpunkt wurde nicht untersucht oder bewertet.

Trivial. Kein Eintrag / keine Diskussion.

2.6 Bewertungsaspekte

Evidenzeinschätzungen sind nicht immer unumstritten. Das gilt vor allem dann, wenn nicht eine einzelne Studie beurteilt wird, sondern ein Studienkollektiv, das in sich keine homogenen, glasklaren Befunde zeigt, sondern mehr oder weniger heterogen und von den Daten her undeutlich ist. Die Gesamtevidenz kann dann legitimer weise so oder anders ausgelegt, interpretiert und generalisiert werden, abhängig von der persönlichen oder institutionellen Bewertungspräferenz. Grundsätzlich gilt das aber auch für eine einzelne Arbeit. Im Folgenden sprechen wir der Einfachheit halber im Singular (eine Studie), die Aussagen lassen sich sinngemäß aber auch auf ein Ensemble anwenden.

Häufig begegnet man drei Präferenzen (Dürrenberger, Högg et al. 2017): einer wissenschaftlichen, einer vorsorgeorientierten und einer, die auf den Unbedenklichkeitsnachweis setzt. Letztere zwei kann man als politisch getragene Präferenzen bezeichnen. Abbildung 1 zeigt, wie die Evidenz einer Studie je nach Bewertungsperspektive unterschiedlich ausfallen kann. Um den Interpretationsspielraum darzustellen, haben wir zwei Dimensionen tabelliert: einerseits die Aussagekraft der Studie (die methodische Güte – Objektivität, Reliabilität), andererseits die (statistische) Klarheit des Effektnachweises. Beide Dimensionen haben wir in je drei Kategorien aufgeteilt, so dass die in der Abbildung ersichtliche Tafel mit 9 Feldern entsteht. Glasklare Aussagen liegen dann vor, wenn eine Studie von hoher Qualität (Güte) ist und einen (oder keinen) Effekt nachweisen kann. In allen anderen Fällen ist die Evidenz des Effektnachweises inadäquat, mit einer Ausnahme: wenn eine Studie von mittlerer Güte einen Effekt klar belegt hat, dann sagt ein Wissenschaftler, der Effekt sei möglich, da der Effekt statistisch nachgewiesen ist – auch wenn die Studie nicht die höchste Qualität aufweist. Wenn eine Studie von hoher Qualität einen Effekt zwar gefunden, aber statistisch nicht klar belegt hat, dann sagt ein Wissenschaftler – weil die Studie von hoher Qualität war – der Effekt sei inadäquat nachgewiesen.

In Politik und Alltag werden häufig keine auf obigem, streng wissenschaftlichem Evidenznachweis basierenden Kriterien zur Beurteilung von Studien verwendet. Lässt man sich etwa vom Vorsorgeprinzip leiten, dann kann man eine Arbeit hoher Qualität, die zwar keinen statistisch signifikanten Effektnachweis erbracht hat, aber z.B. einen erhöhten Risikoschätzer zeigt, als limitierte Evidenz für einen Effekt taxieren. In diesem Sinne sind die zwei Tabellen mit politischen Präferenzen zu verstehen.

Wissenschaftlich: evidenzbasiert				
		Aussagekraft		
		hoch	mittel	tiefe
Effekt	ja	red	orange	yellow
	unklar	yellow	orange	yellow
	nein	green	yellow	yellow
Politisch: vorsorgeorientiert				
		Aussagekraft		
		hoch	mittel	tiefe
Effekt	ja	red	orange	yellow
	unklar	orange	orange	yellow
	nein	green	yellow	yellow

Willentliche Beschränkung				
		Aussagekraft		
		hoch	mittel	tiefe
Effekt	ja	red	orange	yellow
	unklar	green	green	yellow
	nein	green	green	yellow
Politisch: Unbedenklichkeitsnachweis				
		Aussagekraft		
		hoch	mittel	tiefe
Effekt	ja	red	red	orange
	unklar	red	orange	orange
	nein	green	yellow	yellow

Willentlicher Alarmismus				
		Aussagekraft		
		hoch	mittel	tiefe
Effekt	ja	red	red	orange
	unklar	red	red	orange
	nein	yellow	yellow	yellow

Abbildung 1: Drei Bewertungspräferenzen

In der politischen Auseinandersetzung um (mögliche) Risiken werden Studienaussagen zuweilen nicht nur wertebedingt (Vorsorgesicht, Unbedenklichkeitssicht) unterschiedlich interpretiert, sondern auch willentlich falschinterpretiert. In Abbildung 1 findet sich dazu ein Beschönigungs- und ein Alarmismusschema.

In der vorliegenden Arbeit folgen wir der wissenschaftlichen Logik und interpretieren die Studienaussagen evidenzbasiert, im Wissen, dass sich die Realität nicht so einfach in vordefinierte Kästchen stecken lässt – ein gewisser Interpretationsspielraum bleibt damit bestehen und lässt sich nie vermeiden.

2.7 Darstellungsformat

2.7.1 Tabellen / Risikomatrix

Den Stand der jüngeren Forschung haben wir in Tabellen zusammengefasst. Das Tabellenformat basiert auf der oben eingeführten Risikomatrix (Abschnitt 2.2). Die Endpunkte sind in den Zeilen gelistet, die Studentypen in den Kolonnen (Tabelle 1).

	Zellstudien	Tierstudien	Humanstudien		
			Biologie	Gesundheit akut	Gesundheit chronisch
Krebs					
<i>Tumore im Kopfbereich</i>					
<i>Tumore bei Kindern</i>					
<i>Andere Tumore</i>					
Neurodegeneration neuronale Erkrankungen					
Fertilität					

Tabelle 1: Auszug aus der Tabellendarstellung

Um die Darstellung übersichtlich zu halten, haben wir das Material entsprechend den in Abschnitt 2.1 aufgelisteten Gruppen in sieben „Länder“-Tabellen aufgeteilt.

Die Befunde der Studien (Projektberichte und/oder Publikationen in Fachzeitschriften aus den einzelnen „Ländern“) werden in den entsprechenden Feldern als Nummern eingetragen. Die dazu verwendete Notation orientierte sich an den verfügbaren Materialien aus den Programmen und ist deshalb nicht vollkommen einheitlich. Die spezifische Kodierung wird für jede Tabelle an Ort und Stelle erklärt. Zusätzlich haben wir die in den Studien laut Autorenschaft vorgelegte Evidenz (einheitlich für alle Tabellen) als Schriftfarbe gemäss unseren Evidenzkategorien (siehe Abbildung 2) visualisiert.

Jeder Tabelleneintrag ist mit einem Belegzitat verknüpft. Um die Lesbarkeit des Haupttextes nicht zu erschweren, sind alle Zitate im Anhang gelistet. Die Notationsform von Tabelle und zugehörigem Anhang stimmen jeweils überein.

<i>Effekt ausreichend nachgewiesen</i>
<i>Effekt limitiert nachgewiesen</i>
<i>Effekt inadäquat nachgewiesen</i>
<i>Kein Effekt nachgewiesen</i>

Abbildung 2: Beurteilungskategorien

Neben den (farblich markierten) Zitathinweisen, welchen für am Detail interessierte LeserInnen gedacht sind, haben wir für den am schnellen Gesamtbild interessierten Personenkreis die wissenschaftliche Globaleinschätzung (hinsichtlich Effekt- bzw. Risikonachweis) der Programmleitungen und/oder

anderer relevanter Bewertungsgremien in den entsprechenden „Ländern“ vermerkt. Diese Bewertungen haben wir durch Einfärben der Zellen, wiederum gemäss unseren Evidenzkategorien (siehe Abbildung 2), kenntlich gemacht.

Tabelle 2 zeigt als Beispiel den Auszug einer ausgefüllten Tabelle. Man beachte: Sind zu einem bestimmten Endpunkt in einem Programm keine Studien durchgeführt worden oder liegen zu diesem Endpunkt keine Bewertungen seitens offizieller Stellen vor, bleibt das entsprechende Feld leer. Ebenfalls leer bleiben Felder, die sachlich keinen Sinn machen (weil sie nur aufgrund der systematischen Tabellierung Endpunkte / Studientypen entstanden sind, etwa: Neurodegeneration / Gesundheit akut (Neurodegeneration ist immer eine chronische Erkrankung), oder: Elektrosensibilität / Tierstudien (Elektrosensibilität hat per Definition die kognitive Dimension der Ursachenbeschreibung; dazu sind nur Menschen fähig)).

	Zellstudien	Tierstudien	Humanstudien		
			Biologie	Gesundheit akut	Gesundheit chronisch
Krebs		20, 21, 50			(SSK; p.21)
<i>Tumore im Kopfbereich</i>					31, 32
<i>Tumore bei Kindern</i>					30
<i>Andere Tumore</i>		51			
Neurodegeneration					
neuronale Erkrankungen					
Fertilität		14d, 22, 54b	54a		(SSK; p.30)

Tabelle 2: Darstellungsbeispiel für Studienergebnisse

2.7.2 Studienqualität

Die Qualität der Studien floss als dichotome Kategorie in die Analyse ein (für die Qualitätskriterien siehe 2.4). In den Tabellen haben wir alle Fachpublikationen, deren Qualität wir als unzureichend beurteilt haben, in Klammern gesetzt. Wie bereits erwähnt bilden die Ergebnisse des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms (DMF) die „Baseline“ um den Wissensfortschritt zu beurteilen. Wir haben deshalb die im Rahmen des DMF durchgeführten Projekte und publizierten Berichte / Artikel nicht qualitativ bewertet.

Durch die Klammersetzung bleibt die Farbgebung erhalten. So wird sichtbar, wie viele Studien, die für einen Endpunkt Effekte gezeigt haben bzw. „Entwarnung“ geben, nicht in die Endbeurteilung eingeflossen sind. Die Studienqualität ist somit nicht bereits in die Literaturauswahl eingeflossen, sondern erst in die Beurteilung der Studienergebnisse bzw. der wissenschaftlichen Evidenz. Die wissenschaftlich nicht überzeugenden Studien sind im Literaturverzeichnis kursiv gesetzt. Die Qualitätsbeurteilung betraf die berücksichtigten Fachpublikationen (Journal-Artikel). Projektberichte und -zusammenfassungen haben wir nicht auf die Qualität hin beurteilt.

2.7.3 Dosimetrie / Exposimetrie

Die Forschungsprogramme der hier berücksichtigten Länder (inklusive EU), waren teilweise stark auf dosimetrische und messtechnische Fragen, inklusive Ausrüstung, ausgerichtet. Obwohl diese Fragen nicht im Zentrum des TAB-Auftrages standen, haben wir die wichtigsten Befunde aus diesen Projekten ebenfalls mit Zitaten dokumentiert. Sie sind in den Länderanhängen zu finden. Inhaltlich sind die Ergebnisse aus diesen Forschungsaktivitäten in unsere Empfehlungen eingeflossen.



3. Forschungsstand

3.1 Deutschland: DMF-Programm inkl. Nachfolgestudien

3.1.1 Charakterisierung

Insgesamt haben wir 34 Projekte aus dem DMF Hauptprogramm und 30 Projekte aus den Nachfolgeaktivitäten berücksichtigt. Noch am Laufen sind 5 Studien. 37 Projekte betreffen biologisch-gesundheitliche Fragestellungen, 20 Projekte dosimetrische und exposimetrische Abklärungen, 12 Studien behandeln Fragen zur Risikokommunikation (im weitesten Sinne). Die Liste mit den Projekten findet sich in Anhang 6.1. Wir verzichten dort (auch bei den anderen Programmen) auf eine Projektliste mit allen Angaben (etwa: Name verantwortliche/r Forscher/in, Institution, Laufzeit, etc.) und führen nur die Studentitel auf. Bei Interesse können die vollständigen Daten inklusive Projektberichte unter Verwendung der Titel schnell im Internet gefunden werden.

Die Hauptbefunde der Projekte, wie sie Eingang in unsere Tabellen gefunden haben, sind als Zitate mit Quellenverweis und Seitenzahl in Anhang 6.2.1 zu finden. Die bibliographischen Angaben zu den Quellen finden sich im Literaturverzeichnis. Die Zitate sind in zwei Abschnitte eingeteilt: zunächst in die für den vorliegenden Bericht zentralen Aussagen aus den biologisch-gesundheitlich orientierten Forschungsprojekten, sodann in Aussagen aus den modellier- und messtechnisch orientierten Studien. Letztere sind – wie bereits ausgeführt – nicht in den Risikotabellen erfasst, fliessen aber in unsere Empfehlungen ein. Nicht mit Zitaten dokumentiert sind die sozialwissenschaftlich orientierten Projekte (Risikowahrnehmung, Risikokommunikation).

Die für die Zitate verwendete Nummerierung entspricht der Nummerierung in der Projektliste. Werden mehrere Zitate aus einem Bericht verwendet, so sind diese – unter Angabe der Seitenzahl – alphanumerisch (1a, 1b, 1c...) kenntlich gemacht.

3.1.2 Befundlage Biologie / Gesundheit

In Tabelle 3 sind die Hauptbefunde der Projekte aufgelistet. Als Quelle nutzten wir bei Projekten aus dem Hauptprogramm den DMF-Schlussbericht (BfS 2008) oder die SSK-Darstellung des Programms (SSK 2011). Die Zahlen entsprechen den Projektnummern und sind mit Zitaten (samt Quellenverweis) aus den zwei Berichten hinterlegt (Anhang 6.2.1; bei Bedarf – mehrere Zitate aus einem Projekt – sind die Zahlen mit dem Zusatz eines kleinen Buchstabens versehen).

Bei den DMF-Nachfolgestudien sind die Befunde gemäss den Zusammenfassungen auf den Websites (<http://www.emf-forschungsprogramm.de/> sowie http://www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaft-forschung/ergebnisse/ergebnisse_node.html;jsessionid=5E541EFEA408A4E1A1E9799037A297DF.2_cid339) und, wo nicht verfügbar oder unklar, gemäss den Zusammenfassungen in den Projektschlussberichten gelistet. Weil Zusammenfassungen in den Berichten und die Beschreibungen in den Websites sofort auffindbar und in aller Regel sehr kurz sind, haben wir in diesen Fällen auf die Angabe einer Seitenzahl bzw. eines (langen) links verzichtet. Die Belege zu den Nachfolgestudien sind in der Tabelle **fett** gedruckt.

Die Zellenfarben richten sich nach den Einschätzungen (BfS 2008) und (SSK 2011), auf der Basis der Forschungsbefunde. Wo keine solche konkrete Studien-Grundlage bestand und der Endpunkt durch SSK allgemein beurteilt wurde, haben wir die Angabe SSK mit Seitenzahl des Belegzitats eingefügt. Diese Angabe haben wir in Klammern gesetzt, weil Sie nicht auf Primärforschung verweist.

	Zellstudien	Tierstudien	Humanstudien		
			Biologie	Gesundheit akut	Gesundheit chronisch
Krebs		20, 21, 50			(SSK; p.21)
<i>Tumore im Kopfbereich</i>					31, 32
<i>Tumore bei Kindern</i>					30
<i>Andere Tumore</i>		51			
Neurodegeneration					
neuronale Erkrankungen					
Fertilität		14d, 22, 54b	54a		(SSK; p.30)
Entwicklung		14d, 22			(SSK; p.30)
Kardiovaskulär / Blutsystem	79				
EEG			4b, 53a, 56a	4b, 53a	
Kognition		14c, 50	4c, 53a, 56b	4a, 4c, 53a	
<i>Kinder</i>			53b, 56b		
Schlaf			5a, 6b	4a	
<i>Kinder</i>				29	29
Unspezifische Symptome			53a	1b, 2a, 4a, 5a, 6a, 7a, 8a, 7b, 8b, 29	
<i>Nozeboeffekt</i>				2b, 5b, 6b	
<i>Kinder</i>				29	29
Hormone / Drüsen					
<i>Melatonin</i>	10				
<i>Stressproteine/Genexpression</i>	11a				
Blut-Hirn-Schranke	12	13a, 13b, 14a			(SSK; p.24)
Verhalten allg.		14c			
<i>Kinder und Jugendliche.</i>					
Wirkmechanismen					
<i>Genschädigung</i>	18, 19, 52a				
<i>Sauerstoffradikale</i>	11b				
<i>Genexpression</i>	19, 52b				
<i>Zellfunktionen/Membran</i>	9				
Anderes					
<i>Kinder und Jugendliche allg.</i>				29, 33	29
<i>Ältere Menschen</i>			53b, 56b		
<i>Immunsystem</i>	11a	14b			(SSK; p.29)
<i>Metabolismus</i>		23			
<i>Sinne (Gehör, Netzhaut)</i>		15, 16a, 16b, 17			(SSK; p.15)
<i>Zellen allg.</i>					

Tabelle 3: Resultate des DMF-Forschungsprogramms (Hauptprogramm und Nachfolgestudien; fett: Projekte aus dem Nachfolgeprogramm; in Klammer: SSK-Beurteilung die nicht in konkreten DMF-Studienergebnissen fußt; für Details und Farbschlüssel siehe Text und 2.7.1)



3.2 Frankreich: ANSES-Programm

3.2.1 Charakterisierung

Die EMF-Forschung wird seit 2011 von der französischen Behörde ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) im Rahmen des nationalen Forschungsprogramms PRN EST (programme national de recherche environnement-santé-travail) koordiniert. Das Programm ist stark auf Dosimetrie und Expositionsfragen fokussiert, was sich in der Liste der bislang geförderten Studien zeigt (39 Projektbewilligungen ab 2010, siehe Anhang 7.1). Bis etwa A22 sind die Projekte ganz oder weitgehend abgeschlossen (Stand 2017).

ANSES hat in verschiedenen Berichten über den Stand von Projekten informiert. Die folgende Liste zeigt, in welchen Dokumenten Resultate welcher Studien beschrieben sind. Ein halbes Dutzend der abgeschlossenen Projekte sind (noch) nicht in ANSES Syntheseberichten vorliegen.

- (ANSES 2015): Projektresultate von A1, A5
- (ANSES 2016b): Projektresultate von A1, A10, A19
- (ANSES 2017a): Projektresultate von A8, A14, A16
- (ANSES 2017b): Projektresultate von A1, A8, A10, A11, A14, A16, A17, A38, A39

Wir haben deshalb Resultate von Projekten, die nicht in ANSES-Berichten zusammengefasst sind, über die (bereits erschienenen) wissenschaftlichen Publikationen erfasst. Alle diese Zitate sind in der Zitatliste in Anhang 7.2.1 durchnummeriert und mit der Angabe von Erstautor, Jahreszahl und Seitenzahl des Zitats versehen. Die Befunde aus den ANSES-Berichten sind mit der Projektnummer (A1, A8, etc.) gelistet und – in der Zitatliste falls mehrere Textstellen verwendet werden – mit einem Buchstabenzusatz, sowie mit Autor (Bericht) und Seitenzahl versehen.

3.2.2 Befundlage Biologie / Gesundheit

In Tabelle 4 sind die Nummern der Publikationen bzw. die alphanumerischen Identifikatoren der Projekte gemäss obiger Beschreibung in die Zellen gesetzt worden. Wiederum sind dabei die Eintragungen entsprechend unseren Evidenzkategorien farblich markiert.

Für die Zellenfarben haben wir die 2013 und 2016 veröffentlichten Beurteilungen der ANSES Expertenkommission verwendet [(ANSES 2013), (ANSES 2016a)]. Der Bericht von 2013 bezieht sich auf die Gesundheit insgesamt, der Bericht von 2016 fokussiert auf Kinder, berücksichtigt aber auch Zellstudien, Tierstudien und andere Humanstudien. Da in beiden Berichten die Kerninformationen in zusammenfassenden Tabellen zu finden sind (Seiten 9-13 für den älteren Bericht, 8-10 für den jüngeren), haben wir auf die Angabe von Seitenzahlen in unserer Tabelle verzichtet und nur die Jahreszahl vermerkt (2013 oder 2016). Die Farbgebung der Felder entspricht den Evidenzkategorien. Nummern in Klammern deuten auf qualitativ ungenügende Arbeiten hin (siehe 2.7.2). Eine Qualitätsbeurteilung wurde nur bei den Fachpublikationen vorgenommen.

	Zellstudien	Tierstudien	Humanstudien		
			Biologie	Gesundheit akut	Gesundheit chronisch
Krebs		2016			2016
<i>Tumore im Kopfbereich</i>					2013
<i>Tumore bei Kindern</i>					2016
<i>Andere Tumore</i>					2013
Neurodegeneration <i>neuronale Erkrankungen</i>	23	2013, A10, A16, 1, 4, 5, 6, 7, 8			2013
Fertilität		2016	2016		
Entwicklung		2016, 3	2016		
Kardiovaskulär / Blutsystem		2013	2013, 41		
EEG			2013		
Kognition		2016	2016		
<i>Kinder</i>			2016		
Schlaf		2016	2016, 40		
<i>Kinder</i>			2016		
Unspezifische Symptome			41	2016	
<i>Nozeboeffekt</i>					
<i>Kinder</i>				2016	
Hormone / Drüsen	2		2013		
<i>Melatonin</i>			(40)		
<i>Stressproteine/Genexpression</i>	20, (24, 25)				
Blut-Hirn-Schranke					
Verhalten allg.		2016, A14	2016		
<i>Kinder und Jugendliche.</i>			2016		
Wirkmechanismen		2016	2016		
<i>Genschädigung</i>					
<i>Sauerstoffradikale</i>					
<i>Genexpression</i>	A1, (21, 22, 24)				
<i>Zellfunktionen/Membran</i>	A11				
Anderes					
<i>Kinder und Jugendliche allg.</i>					
<i>Ältere Menschen</i>					
<i>Immunsystem</i>		2016	2016		
<i>Metabolismus</i>					
<i>Sinne (Gehör, Netzhaut)</i>		2016	2016		
<i>Zellen allg.</i>	A17				

Tabelle 4: Die Resultate des ANSES-Programms



3.3 Niederlande: ZonMW-Programm

3.3.1 Charakterisierung

Das niederländische EMF-Programm mit einer Laufzeit von 2006-2019 wird durch ZonMW (The Netherlands Organisation for Health Research and Development) organisiert und umfasst das gesamte Frequenzspektrum. Die Projekte, die sich mit hochfrequenten Anwendungen beschäftigen, sind primär auf Fragen zur Expositionserfassung, auf Fragen rund um die Elektrosensibilität und auf Risikokommunikation fokussiert. Die relevanten Projekte (ohne Risikokommunikation) sind in einer Liste in Anhang 8.1 mit ihren Titeln aufgeführt. Detailinformationen zu den Projekten finden sich auf der Webseite von ZonMW (<https://www.zonmw.nl/en/research-and-results/fundamental-research/programmas/programme-detail/electromagnetic-fields-and-health-research/>) oder können in Internet gefunden werden.

Im Vergleich etwa zum DMF ist der hochfrequente Teil im Programm der Niederlande thematisch viel weniger breit aufgestellt und ein grosses Gewicht liegt auf Fragen zur Dosimetrie und zur Expositionserfassung in Humanstudien. Diese Fragen sind – mit wenigen Ausnahmen – nicht in rein dosimetrischen (Ingenieur getriebenen) Projekten untersucht worden, sondern wurden im Rahmen von auf biologische und gesundheitliche Effekte ausgerichteten Studien angegangen. Der grössere Teil der bis dato (Mitte/Ende 2017) publizierten Fachartikel der Projekte betrifft denn auch dosimetrische bzw. exposimetrische Themen. Die Hauptergebnisse dieser Artikel haben wir in Anhang 8.2.2 zusammengetragen. Sie werden in unsere Schlussfolgerungen einfließen.

3.3.2 Befundlage Biologie / Gesundheit

Wir verwenden für die Darstellung der Programmefunde in unserer Risikomatrix (Tabelle 5/Tabelle 4) einerseits die publizierten wissenschaftlichen Artikel und andererseits, wo keine Papers verfügbar waren, den Evaluationsreport zum Programm (Technopolis 2015). Projektschluss- oder Zwischenberichte sind nicht öffentlich zugänglich. Die Nummerierung der Zitate (Literaturstellen) ist nicht mit den Nummern der Projekte in Anhang 8.1 verknüpft.

Die farblich markierten Zahlen in den Feldern von Tabelle 5 (die Farben verweisen auf unsere Evidenzkategorien) beziehen sich auf oben erwähnte Literaturbelege. Die Belege sind in Anhang 8.2.1 gelistet (Publikation, Seitenzahl, Zitat).

Die Zellenfarben in der Resultattabelle richten sich nach der Darstellung im Evaluationsbericht und sind mit den Projektbefunden identisch. Nur in einem Fall wich ein Befund (Zitat 4) von den übrigen Einschätzungen des Programms zum fraglichen Endpunkt ab.



	Zellstudien	Tierstudien	Humanstudien		
			Biologie	Gesundheit akut	Gesundheit chronisch
Krebs					
Tumore im Kopfbereich					
Tumore bei Kindern					
Andere Tumore					
Neurodegeneration					
neuronale Erkrankungen					
Fertilität					
Entwicklung		61, 21			
Kardiovaskulär / Blutsystem					
EEG					
Kognition					
Kinder			6		
Schlaf			3	3, 8	
Kinder			7	7	
Unspezifische Symptome			2, 3	2, 3, 4, 8, 9, 10	
Nozeboeffekt				1, 2, 8, 11	
Kinder					
Hormone / Drüsen					
Melatonin					
Stressproteine/Genexpression					
Blut-Hirn-Schranke					
Verhalten allg.					
Kinder und Jugendliche.				5	
Wirkmechanismen					
Genschädigung	60				
Sauerstoffradikale					
Genexpression	20				
Zellfunktionen/Membran					
Anderes					
Kinder und Jugendliche allg.					
Ältere Menschen					
Immunsystem		62			
Metabolismus		63			
Sinne (Gehör, Netzhaut)			22		
Zellen allg.					

Tabelle 5: Die Resultate des ZonMW-Programms



3.4 Schweiz – NFP57 und FSM

3.4.1 Charakterisierung

In der Schweiz wird die EMF-Forschung seit 2002 von der Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation (FSM – die Autorin dieses Berichts) gefördert. Zwischen 2006 und 2010 wurde zusätzlich ein nationales Forschungsprogramm (NFP57; NFP = Nationales Forschungsprogramm) durchgeführt.

Die FSM ist eine gemeinnützige Stiftung mit Sitz an der ETH. Sie wird finanziell von der Industrie getragen. Firewalls verhindern, dass Sponsoren einen Einfluss auf die Forschungsentscheide der Stiftung nehmen können. Die Stiftung wird zudem durch regierungs- und nichtregierungs-Organisationen (ideell) mitgetragen. Bei den geförderten Projekten macht die Mobilfunkthematik, und darin biologisch-gesundheitliche Fragestellungen, den grössten Teil aus. Das Nationale Forschungsprogramm „Nicht-ionisierende Strahlung – Umwelt und Gesundheit“ wurde vom Schweizerischen Nationalfonds finanziert und organisiert. Das (im Vergleich mit anderen NFPs kleine) Programm endete offiziell 2012.

Die für den vorliegenden Bericht relevanten Projekte im Bereich Hochfrequenzstrahlung werden in Anhang 9.1 getrennt für das FSM-Programm und für das NFP57 aufgelistet. Studien zur Risikokommunikation sind nicht miteingeschlossen. Die Kernpunkte der dosimetrisch orientierten Studien haben wir jedoch zusammengestellt (Anhang 9.2.2).

3.4.2 Befundlage Biologie / Gesundheit

Die (bisherigen) Ergebnisse der zwei Programme haben wir in Tabelle 6 zusammengestellt. Die Logik entspricht derjenigen der bereits vorgestellten Ländertabellen.

Als Belege der Projekte des FSM-Programms verwenden wir, wenn nicht explizit anders angegeben, Zitate aus den von den Projektnehmern geschriebenen „Final Reports“, die auf der Website der FSM zu finden sind (<https://www.emf.ethz.ch/de/foerderung/projekte/?text=50%25252520hz>). Für diese Belege geben wir keine Quellenverweise an, auch keine Seitenzahl des Dokuments, da die Reports sehr kurz sind, in der Regel 2-3 Seiten. In Ausnahmefällen verweisen wir auf wissenschaftliche Publikationen (mit Quellenverweis und Seitenzahl). Für die Befunde aus dem NFP57 beziehen wir uns auf die „Programmsynthese“ des SNF (Negovetic and Regel 2011), unter Angabe der Seitenzahl.

Die in der Tabelle verwendeten Zitatnummern entsprechen den Projektnummern (Anhang 9.1). Die Zitate selber finden sich in Anhang 9.2.1. Die Farbgebung der Eintragungen entspricht denjenigen der bereits vorgestellten Ländertabellen.

Zur Einfärbung der Zellen verwendeten wir die Beurteilungen der Programmleitung des NFP57, wie sie im Schlussbericht von (Negovetic and Regel 2011) zu finden sind. Dort, wo sich die Bewertung mit den Evidenzaussagen der Projekte deckt, haben wir keine Zitate verwendet, dort, wo keine Projektbefunde vorlagen oder widersprüchlich waren, haben wir die Beurteilung mit Zitaten hinterlegt. Die Liste der Zitate findet sich im Anhang. In der Tabelle sind sie nur als Seitenzahl (Format: p.46a, p.48, etc.) festgehalten. In der Liste im Anhang sind sie am Schluss der Liste von Anhang 9.2.1 unter (Negovetic and Regel 2011) und Angabe der Seitenzahl zu finden.

	Zellstudien	Tierstudien	Humanstudien		
			Biologie	Gesundheit akut	Gesundheit chronisch
Krebs	10				
<i>Tumore im Kopfbereich</i>					
<i>Tumore bei Kindern</i>					13
<i>Andere Tumore</i>	20				
Neurodegeneration	20	14, 18			
<i>neuronale Zellen</i>					
Fertilität					
Entwicklung					
Kardiovaskulär / Blutsystem			2, 8, 35, p.46f	p.46b	
EEG			2, 5, 6, 33a	p.46a	
Kognition			6, 9, 33c, p.46e	p.46c	
<i>Kinder</i>					
Schlaf			6, 16, 33b, 34, p.48d	p.48d	
<i>Kinder</i>					
Unspezifische Symptome			9, 34	34, p.48c	
<i>Nozeboeffekt</i>					
<i>Kinder</i>					
Hormone / Drüsen					
<i>Melatonin</i>					
<i>Stressproteine/Genexpression</i>					
Blut-Hirn-Schranke					
Verhalten allg.		3			
<i>Kinder und Jugendliche</i>					
Wirkmechanismen				p.48b	p.48b
<i>Genschädigung</i>	4, p.48a				
<i>Sauerstoffradikale</i>		14			
<i>Genexpression</i>					
<i>Zellfunktionen/Membran</i>	12, 15, 36, 37, p.48e	1, 37			
Anderes					
<i>Kinder und Jugendliche allg.</i>				p.46d	p.46d
<i>Ältere Menschen</i>				p.46d	p.46d
<i>Immunsystem</i>					
<i>Metabolismus</i>					
<i>Sinne (Gehör, Netzhaut)</i>					
<i>Zellen allg.</i>	22, 24				

Tabelle 6: Die Resultate der Schweizer Programme



3.5 Europäische Union

3.5.1 Charakterisierung

Vier Forschungsprojekte der Europäischen Union (es handelt sich jeweils um grosse Konsortien von Forschungsteams aus mehreren Ländern unter Federführung eines „Leading House“) sind für diesen Bericht evaluiert worden. Alle Projekte wurden durch das 7. Rahmenprogramm gefördert (teilweise mitfinanziert durch weitere Geldgeber). Zusätzlich wurden die zwei Expertengruppierungen EFHRAN und SCENIHR berücksichtigt. Während EFHRAN nahe an den Forschungsprogrammen lokalisiert ist, wird SCENIHR von der Kommission mit umfassenden Bewertungen des Wissensstandes mandatiert. Das Forschungskollektiv COSMOS ist in dieser Literaturübersicht nicht miteingeschlossen, weil die materiellen (gesundheitsbezogenen) Resultate noch nicht publiziert worden sind.

Nachfolgend skizzieren wir kurz die berücksichtigten Projekte: in der Überschrift eine für diesen Bericht gültige Abkürzung des Projekts in Form eines Grossbuchstabens sowie das offizielle Akronym. Im Textteil darunter den vollständigen Titel in Kursivschrift sowie eine Kürzestbeschreibung in Englisch, die in aller Regel der Projektwebsite entnommen wurde.

G: GERONIMO

Generalised EMF Research using Novel Methods – an integrated approach: from research to risk assessment and support to risk management. Science targeted towards: cognitive and behavioural development, cancer, and reproductive effects of exposure to RF and IF in children and adults; and: mechanisms of biological effects.

M: MOBIKIDS

Generalised EMF Risk of brain cancer from exposure to radiofrequency fields in childhood and adolescence. Partners conducted a multinational epidemiological case control study of brain tumours diagnosed in young people in relation to EMF exposure from mobile phones in 14 countries. Scientists developed and validated improved algorithms to estimate RF and ELF exposure from mobile communication devices.

S: SEAWIND

Sound Exposure & Risk Assessment of Wireless Network Devices. The primary objectives (...) were to close the knowledge gaps regarding the sequelae of exposure to wireless network devices. (...) Thus, we focused our analysis on the GSM, UMTS, LTE, and WiFi data networks, as well as on exposures related to RFID applications. (...) The secondary objectives aimed to develop exposure systems and tools for screening the potential impact of wireless network exposures on genome integrity.

L: LEXNET

Low EMF Exposure Future Networks. The goal of the LEXNET project is to investigate technologies and architectures to reduce the total human exposure without compromising the user's perceived quality in the frequency bands used for cellular and wireless local area networks (...) The project will define a suitable index of exposure (I_{exp}) [EI], which will consider exposure as a composition of situations encountered in various scenarios (e.g. percentages at home, travelling, etc.).

E: EFHRAN

European Health Risk Assessment Network on Electromagnetic Fields Exposure. EFHRAN will provide the EC and EU with a means by which these bodies may react to the present health concerns of exposure to EMF with full understanding of the scientific issues. EFHRAN is also expected to provide input for future risk management steps. EFHRAN builds upon the expertise and experience gained by (...) EMF-NET.

SC: SCENIHR

Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. The purpose of this Opinion is to



update the SCENIHR Opinions of 19 January 2009 'Health effects of exposure to EMF' and 6 July 2009 'Research needs and methodology to address the remaining knowledge gaps on the potential health effects of EMF' in the light of newly available information since then, and to give special consideration to areas where important knowledge gaps were identified in the previous Opinion. In addition, biophysical interaction mechanisms and the potential role of co-exposures to environmental stressors are discussed.

Mit Ausnahme von EFHRAN und SCENIHR sind die Aktivitäten sehr stark auf Fragen der Expositionserfassung und der Dosimetrie ausgerichtet. Die Projekte LEXNET und SEAWIND widmen sich ausschliesslich oder fast ausschliesslich diesem Thema (zuzüglich Risikokommunikation, die hier aber, wie in allen berücksichtigten Programmen dieses Berichts, ausgeklammert wird). Unsere Risikomatrix wird deshalb wesentlich durch die Einschätzung von EFHRAN und SCENIHR bestimmt, das insbesondere auch, weil die verbleibenden zwei Projekte GERONIMO und MOBIKIDS auf vergleichsweise „enge“ Themen fokussiert sind.

Wie bereits bei den anderen Länderbetrachtungen haben wir auch hier wichtige Erkenntnisse aus den „Expositionsprojekten“ eigens zusammengestellt (Anhang 10.2.2).

3.5.2 Befundlage Biologie / Gesundheit

Für die Zusammenstellung in (Tabelle 7) haben wir alle Projekte mit Ausnahme von LEXNET verwendet. Die Notation für die Belege ist alphanumerisch: der Grossbuchstabe verweist auf das Projekt, die Zahl entspricht einer Laufnummer. Die Schriftfarbe signalisiert die Evidenzkategorie des Befunds bzw. die Einschätzung der Datenlage zum entsprechenden Endpunkt durch EFHRAN und SCENIHR). In der Zitatliste in Anhang 10.2.1 wird dieselbe Notation zur Kennzeichnung der Zitate (zusammen mit dem Quellenverweis und der Seitenzahl wo das Zitat zu finden ist) verwendet.

Die Einfärbung der Zellen basiert auf den Einschätzungen von EFHRAN und SCENIHR. Hat zum fraglichen Endpunkt nur ein Gremium eine Bewertung abgegeben, wird diese verwendet. Liegt zu einem Effekt sowohl von EFHRAN als auch von SCENIHR eine Einschätzung vor, so wird im Falle divergierender Meinungen nach dem Prinzip der evidenzbasierten Bewertung (siehe 2.6) die Farbe festgelegt. Insgesamt stimmen bei 4 von 8 von beiden Gremien bewerteten Endpunkten die Einschätzungen nicht überein.



	Zellstudien	Tierstudien	Humanstudien		
			Biologie	Gesundheit akut	Gesundheit chronisch
Krebs	S2, SC1	S2, SC2			
Tumore im Kopfbereich				E1, SC3	
Tumore bei Kindern				M1, E2, SC4	
Andere Tumore				SC5	
Neurodegeneration neuronale Erkrankungen	SC6	SC7, SC8			E5, SC9
Fertilität		SC10	E13, SC11	E13	E13
Entwicklung		SC10			
Kardiovaskulär / Blutsystem			E14	E14	E14
EEG			E8, E9, E11, SC12	SC13	
Kognition		SC14	SC15	E6, E7	
Kinder					
Schlaf			E10, SC16	E10, SC18	E10
Kinder			SC17		
Unspezifische Symptome			SC19	E4, SC20	E4, SC21
Nozeboeffekt					
Kinder				SC22	
Hormone / Drüsen					
Melatonin					
Stressproteine/Genexpression		SC23			
Blut-Hirn-Schranke		SC24			
Verhalten allg.		SC14			
Kinder und Jugendliche.					G20, G22, G23, SC25
Wirkmechanismen					
Genschädigung	S2, SC1	S2, SC2			
Sauerstoffradikale		SC22			
Genexpression					
Zellfunktionen/Membran					
Anderes					
Kinder und Jugendliche allg.					
Ältere Menschen					
Immunsystem					
Metabolismus					
Sinne (Gehör, Netzhaut)				E6, E7	
Zellen allg.					

Tabelle 7: Resultatübersicht von EU-Projekten und Aktivitäten



3.6 Rest of the World

3.6.1 Charakterisierung

Um die Erkenntnislage möglichst umfassend zu dokumentieren, haben wir Publikationen ab Erscheinungsjahr 2010 (wenige Ausnahmen mit älteren Artikeln) aus dem „Rest der Welt“ (RoW) zusammengetragen. Diese Literaturrecherche ergab über 250 wissenschaftliche Publikationen, die in Anhang 11.1 zusammengestellt sind.

Die Selektion basierte auf den umfassenden, systematisch erstellten Literaturlisten zweier internationaler Expertengremien: einerseits der Reviewbericht von SCENIHR (SCENIHR 2015), andererseits die jährlich erscheinenden Übersichten der SSM (Swedish Radiation Safety Authority). Von SSM berücksichtigten wir die Berichte 2009-2016 [letzter Bericht: (SSM 2016)]. Sodann flossen auch die Ergebnisse von BERENIS in die Literaturreselektion ein. BERENIS ist eine vom schweizerischen Bundesamt für Umwelt (BAFU) einberufene Reviewgruppe, die neu erscheinende wissenschaftliche Artikel bewertet und die wichtigsten davon in einem Newsletter kommentiert (<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/elektrosmog/newsletter.html>).

3.6.2 Befundlage Biologie / Gesundheit

In Tabelle 8 sind die Resultate dieser „Ländergruppe“ dargestellt. Im Unterschied zu den anderen Tabellen enthält diese den zusätzlichen Endpunkt „adaptive response“, der in jüngerer Zeit von aussereuropäischen Studien thematisiert wird. Wir kommen darauf in den Abschnitten 4.3.3 und 4.3.6 zu sprechen. Die Notation der Eintragungen folgt der bekannten Logik betreffend Farbgebung und Ein-Klammerung. Vergleichsweise viele Studien jüngeren Datums aus asiatischen Ländern und der Türkei sind von ungenügender Qualität, was (SSM 2016) folgendermassen kommentierte: „There are an increasing number of low quality studies which are uninformative for health risk assessment (...) Most of them provided no or incomplete dosimetric information, or failed to include shamexposed controls. Without dosimetric information, any effects cannot be related to an exposure level and without a sham-exposed group it is not possible to attribute any effects to the actual EMF exposure. Studies lacking this information are a waste of money and effort and should not have passed the peer-review system“ (p.18). Die Belege der Kategorisierung der Studien finden sich als Zitate im Anhang (Anhang 11.1).

Als Hintergrundfarbe für die Zellen wurde der SSM-Bericht von 2016 benutzt. Die Farbzuteilung wird mit Belegen, die im Anhang zu finden sind, versehen. Die Notation dazu: SSM und Seitenzahl (z.B. SSM_8), alphanumerisch im Falle von mehreren Zitaten aus derselben Seite (z.B. SSM_17c).

	Zellstudien	Tierstudien	Humanstudien		
			Biologie	Gesundheit akut	Gesundheit chronisch
Krebs		SSM_7			SSM_17d
Tumore im Kopfbereich					16, 88, 92, 130, 158,
Tumore bei Kindern					208, (209), 230, SSM_7
Andere Tumore	(183), (260)	123, 188			19 (7), (61), 111, (127), 192, 226
Neurodegeneration neuronale Erkrankungen	36, 48, 49, (84), 85, 131, 137, 144, (246)	(1), (5), (33), 69, (79), (91), 94, (114), (121), 143, 145, 146, 148, (165), 173, 177, (196), 203, (204), (266), (269), (272), (273), (284), 286, 288	(139)		(157)
Fertilität		(4), (6), 13, 90, (104), (105), (106), (107), (108), 122, (178), 181, (217), 270, (273), (291), SSM_8c	(116), (120), (271)		(15), (43), (47), (99), (140), 164, (259), (261), SSM_8c
Entwicklung		73, 74, (77), (80), (115), 185, (212), 218, 229, (238)			(40), (207), (251), SSM_18d
Kardiovaskulär / Blutsystem	(277)	(39), (62), (66), (154), 155, (222), (239), (269), (278)	117	242, SSM_18b	35, 227
EEG			29, 41, 42, 53, 190, (292), SSM_18c	29, SSM_8a	
Kognition		(81), (290)	126, 138, 161, 166, SSM_18a		141, 176
Kinder					
Schlaf				133, 136, 169, SSM_18b	167
Kinder					
Unspezifische Symptome				31, 71, 149, 160, SSM_8b	8, 101, 153, 168, (275)
Nozeboeffekt					
Kinder					
Hormone / Drüsen		(12), 97			(17)
Melatonin					
Stressproteine/Genexpression	46, 55, 113, 142, (213), 258	50, 68			(14), 162
Blut-Hirn-Schranke		147, 151			
Verhalten allg.		(44), 57, 112, 170, 171, 172, (206)		63, 180	89, 235
Kinder und Jugendliche.					(24), (25), 37, 56, 223, 254, 255
Wirkmechanismen					
Genschädigung	132, 240, 241, 256, 257, 264, (268), SSM_17a	(59), (231), 236, SSM_17d, (279)			(72), 75
Sauerstoffradikale	(45), 51, 86, 87, 100, (103), 175, 244, 249, (267)	3, (9), (10), (18), (28), (34), 67, 93, 152, 182, (281), (289), SSM_17c			
Genexpression	30				
Zellfunktionen/Membran	124, 135	174			
Anderes					
Kinder und Jugendliche allg.					38, 224
Ältere Menschen					
Immunsystem		179			
Metabolismus	285	(110), (280)			
Sinne (Hör, Netzhaut)		(11), (20), (21), (22), (23), (102), (184), (210)			
Zellen allg.	32, 125, 250, (274), SSM_17b	26, 52, (109), (197), 221, (247)			(76), (186), (187)
"Adaptive Response"		27, 95, 96, 98, 128, 262			

Tabelle 8: Übersicht übrige Publikationen (RoW)

4. Wissenszuwachs gegenüber Abschluss DMF

4.1 Stand DMF 2008

Im Folgenden (Tabelle 9) findet sich als Ausgangspunkt die Übersichts-Darstellung des Wissensstandes des DMF Hauptprogramms gemäss Abschlussbericht (BfS 2008) und SSK-Beurteilung (SSK 2011). Die genauen Details finden sich in Tabelle 3. Die Einfärbung der Zellen dient als Referenzpunkt, um den Wissenszuwachs seit Abschluss des Programms darzustellen.

	Zellstudien	Tierstudien	Humanstudien		
			Biologie	Gesundheit akut	Gesundheit chronisch
Krebs					
<i>Tumore im Kopfbereich</i>					
<i>Tumore bei Kindern</i>					
<i>Andere Tumore</i>					
Neurodegeneration neuronale Erkrankungen					
Fertilität					
Entwicklung					
Kardiovaskulär / Blutsystem					
EEG					
Kognition					
<i>Kinder</i>					
Schlaf					
<i>Kinder</i>					
Unspezifische Symptome					
<i>Nozeboeffekt</i>					
<i>Kinder</i>					
Hormone / Drüsen					
<i>Melatonin</i>					
<i>Stressproteine/Genexpression</i>					
Blut-Hirn-Schanke					
Verhalten allg.					
<i>Kinder und Jugendliche.</i>					
Wirkmechanismen					
<i>Genschädigung</i>					
<i>Sauerstoffradikale</i>					
<i>Genexpression</i>					
<i>Zellfunktionen/Membran</i>					
Anderes					
<i>Kinder und Jugendliche allg.</i>					
<i>Ältere Menschen</i>					
<i>Immunsystem</i>					
<i>Metabolismus</i>					
<i>Sinne (Gehör, Netzhaut)</i>					
<i>Zellen allg.</i>					

Tabelle 9: Resultate des DMF (Hauptprogramm)

4.2 Neue Erkenntnisse

Zunächst präsentieren wir die Einschätzungen aus den verwendeten Reviewberichten [(ANSES 2013), (ANSES 2016a), (Technopolis 2015), (Negovetic and Regel 2011), (SCENIHR 2015), (Sienkiewicz, Schüz et al. 2012), (SSM 2016)], im Vergleich zum „Stand DMF-Hauptprogramm“. Sodann kommentieren wir die aus den Projekten der Nachfolgeaktivitäten des DMF entstandenen neuen Resultate. Zuletzt – das Kernstück der Analyse – poolen wir die Erkenntnisse der in Kapitel 3 besprochenen Länderprogramme und internationalen Forschungsaktivitäten und stellen diesen dem DMF gegenüber.

4.2.1 Review-Studien

	Zellstudien	Tierstudien	Humanstudien		
			Biologie	Gesundheit akut	Gesundheit chronisch
Krebs		ANSES, EU, RoW			
Tumore im Kopfbereich					ANSES, EU, RoW
Tumore bei Kindern					ANSES, EU
Andere Tumore					ANSES, EU
Neurodegeneration neuronale Erkrankungen	EU	ANSES, EU			ANSES, EU
Fertilität		ANSES, EU, RoW	ANSES, EU	EU	EU, RoW
Entwicklung			ANSES		RoW
Kardiovaskulär / Blutsystem		ANSES	ANSES, CH, EU	CH, EU	EU
EEG			ANSES, CH, EU, RoW	CH, EU, RoW	
Kognition		ANSES, EU	ANSES, CH, EU, RoW		
Kinder			DMF+, ANSES, ZonMW		
Schlaf		ANSES	ANSES, CH, EU, ZonMW		EU
Kinder			ANSES, ZonMW, EU	ZonMW	
Unspezifische Symptome			ZonMW, EU	ANSES, CH, ZonMW, EU, RoW	CH, EU
Nozeboeffekt				ZonMW	
Kinder				ANSES, EU	
Hormone / Drüsen		EU	ANSES		
Melatonin					
Stressproteine/Genexpression					
Blut-Hirn-Schanke					
Verhalten allg.		ANSES, EU	ANSES		
Kinder und Jugendliche.			ANSES	ZonMW	EU
Wirkmechanismen		ANSES	ANSES	CH	CH
Genschädigung	CH, ZonMW, EU, RoW	EU, RoW			
Sauerstoffradikale		EU, RoW			
Genexpression					
Zellfunktionen/Membran	CH				EU
Anderes					
Kinder und Jugendliche allg.				CH	CH
Ältere Menschen				CH	CH
Immunsystem	EU	ANSES, ZonMW	ANSES		
Metabolismus		ZonMW			
Sinne (Gehör, Netzhaut)		ANSES	ANSES, ZonMW	EU	
Zellen allg.	RoW				
"Adaptive Response"					

Tabelle 10: Einschätzungen von Review-Berichten

In Reviewberichten werden veröffentlichte Studienergebnisse bewertet. Das Ziel ist dabei, die „ba-



lance of evidence“ herauszuarbeiten: was sagen die bislang bekannten wissenschaftlichen Ergebnisse insgesamt hinsichtlich eines Effektes? Die von uns in Kapitel 3 berücksichtigten Übersichtsarbeiten eignen sich zur vergleichenden Darstellung des aktuellen Wissensstandes, wie ihn Expertengremien einschätzen, mit demjenigen zur Zeit des Abschlusses des DMF-Hauptprogramms.

Tabelle 10 zeigt die Ergebnisse. Die Hintergrundfarben geben als Referenz die DMF-Einschätzungen wieder. Dort wo die Reviewberichte mit dem DMF übereinstimmen, sind die entsprechenden Felder farben satt gesetzt (ohne Angabe der relevanten Reviewberichte). Dort wo sie abweichen, sind die Quellen (die Reviewberichte der einzelnen Programme) explizit gelistet und farblich markiert.

Insgesamt bestätigen die Reviewbericht nur wenige Einschätzungen des DMF: keine Effekte in Zellstudien hinsichtlich Genexpression als möglichen Wirkmechanismus; in Tierversuchen betreffend Embryonalentwicklung und Schädigung der Blut-Hirn-Schranke; keine akuten gesundheitlichen Effekte auf Schlaf und Kognition; widersprüchliche bzw. unklare Sachlage betreffend Krebsrisiko.

17 im Schlussbericht des DMF-Programms als „Abwesenheit von Effekten“ beurteilte Endpunkte, werden in den Reviewberichten vorsichtiger bewertet: in den meisten Fällen wird das aktuelle Wissen als inadäquat für eine klare Evidenzaussage angesehen, bzw. die Expertengremien publizierten so unterschiedliche Einschätzungen, dass keine Schlussfolgerungen gezogen werden können.

Die vom DMF-Programm 2008 als „inadäquate Evidenz“ für eine klare Risikoaussage taxierten Endpunkte (Genschäden in Zellexperimenten, Effekte auf kognitive Funktionen beim Menschen, Tumore im Kopfbereich aufgrund intensiver, langjährigen Mobiltelefonnutzung) werden heute von den zitierten Expertenkommittees uneinheitlich beurteilt (Genschäden, Kognition). Im Falle des Hirntumorrisikos tendiert SCENIHR im Unterschied zu den anderen Reviewberichten zur Kategorie „limitierte Evidenz“.

Die Hinweise, dass Hochfrequenzstrahlung das EEG beeinflussen kann, haben sich durch die Reviewberichte bestätigt. Die Endpunkte, für die gemäss DMF-Hauptprogramm ausreichende Evidenz für einen Effekt vorlag (Einfluss auf Zellfunktionen, Veränderungen im Metabolismus von Versuchstieren, Nozeboeffekte im Zusammenhang mit unspezifischen Symptomen) wurden teilweise relativiert.

Die wichtigsten neuen Erkenntnisse auf Basis der Reviewberichte zu nicht vom DMF abgedeckten Endbunkten betreffen „Entwarnungen“ in folgenden Bereichen: Strahlung ist keine Ursache für unspezifische Gesundheitssymptome, keine akute Gefährdung der Sinnesorgane (Auge, Ohr), keine negative chronische Beeinflussung des Schlafs und des Verhaltens von Jugendlichen. Zu allen übrigen Endpunkten die in Reviewberichten diskutiert werden, liegen keine klaren Aussagen vor (Evidenzen für Effekte inadäquat oder limitiert).

4.2.2 Nachfolgeaktivitäten des DMF

Die Evidenzen aus den DMF-Nachfolgeaktivitäten sind in Tabelle 11 dargestellt. Diejenigen Ergebnisse, die Endpunkte betreffen, welche schon im Hauptprogramm untersucht wurden, sind in Normalchrift in den entsprechenden Zellen und Farben zu finden. Die Studien, welche neue Endpunkte betreffen, sind kursiv und fett geschrieben und der Zellenrand ist farblich markiert. Die Farben beziehen sich wie immer auf unsere Evidenzkategorien (Abschnitt 15.2.5).

Die Tabelle zeigt, dass die Nachfolgestudien mehrheitlich die Erstbefunde bestätigt haben mit einem Trend hin zur „Entwarnung“: in den Bereichen Hirntumore durch Mobiltelefonnutzung (Epidemiologie), Auswirkungen von Hochfrequenzstrahlung auf das Denken / die Kognition (Humanstudien) und mögliche Genschädigungen (Zellstudien) haben die Nachfolgeprojekte keine Effekte nachweisen können.

Erkenntnisse zu sechs neuen Endpunkten sind hinzugekommen: eher schwache Evidenz in Form einer Generalisierung betrifft die für junge Erwachsene gefundenen Effekte von Hochfrequenzstrahlung

(TETRA) auf kognitive Funktionen. Es sei unklar, ob diese Befunde hinsichtlich Kindern/Jugendlichen und älteren Menschen gültig sind. Keine Einflüsse der Strahlung wurden auf Verhalten und unspezifische Symptome gefunden. Ebenso wurde hinsichtlich einer möglichen Einbusse der Fruchtbarkeit die Strahlung nicht als Ursache nachgewiesen; vielmehr scheint der Lebensstil für entsprechenden Effekte verantwortlich zu sein. In Laborexperimenten mit Zellen des blutbildenden Systems zeigten sich ebenfalls keine negativen Wirkungen.

Der bedeutendste Befund betrifft eine Tierstudie zu Tumoren. Erhöhte Inzidenzen fanden sich für drei Karzinome (Lunge, Leber, Lymphe). Damit wurden die Resultate einer Erststudie bestätigt. Die (noch nicht wissenschaftlich publizierte) amerikanische Studie des Nationalen Toxikologie-Programms (sog. NTP-Studie – die bislang grösste Tierstudie des Programms), scheint in eine ähnlich Richtung (erhöhtes Tumorrisiko) zu weisen (dazu mehr in 4.2.3.4). Weil es sich um einen Tierversuch handelte und das Krebsrisiko der Mäuse mit Chemikalien erhöht wurde, sind die Resultate nicht auf den Menschen übertragbar.

	Zellstudien	Tierstudien	Humanstudien		
			Biologie	Gesundheit akut	Gesundheit chronisch
Krebs		50			
<i>Tumore im Kopfbereich</i>					32
<i>Tumore bei Kindern</i>					
<i>Andere Tumore</i>		51			
Neurodegeneration neuronale Erkrankungen					
Fertilität		54b	54a		
Entwicklung					
Kardiovaskulär / Blutsystem	79				
EEG			53a, 56a	53a	
Kognition		50	53a, 56b	53a	
<i>Kinder</i>			53b, 56b		
Schlaf					
<i>Kinder</i>					
Unspezifische Symptome			53a		
<i>Nozeboeffekt</i>					
<i>Kinder</i>					
Hormone / Drüsen					
<i>Melatonin</i>					
<i>Stressproteine/Genexpression</i>					
Blut-Hirn-Schanke					
Verhalten allg.					
<i>Kinder und Jugendliche</i>					
Wirkmechanismen					
<i>Genschädigung</i>	52a				
<i>Sauerstoffradikale</i>					
<i>Genexpression</i>	52b				
<i>Zellfunktionen/Membran</i>					
Anderes					
<i>Kinder und Jugendliche allg.</i>					
<i>Ältere Menschen</i>			53b, 56b		
<i>Immunsystem</i>					
<i>Metabolismus</i>					
<i>Sinne (Gehör, Netzhaut)</i>					
<i>Zellen allg.</i>					

Tabelle 11: Resultate des DMF-Forschungsprogramms (Hauptprogramm und Nachfolgestudien; Erklärungen siehe Text)

Fazit: Insgesamt bestätigen die im Nachfolgeprogramm durchgeföhrten Studien die von BfS und SSK vertretene moderate bis entwarnende Risikoeinschätzung. Einzig die erwähnte Tierstudie weicht als Einzelbefund von diesem Gesamtbild ab.

4.2.3 Internationale Forschungsprojekte

Tabelle 12 zeigt die Evidenzen aus den in Kapitel 3 gelisteten Projekten, aufgeschlüsselt nach unseren Länderkategorien / Forschungspogrammen. In der Zusammenstellung nicht berücksichtigt sind alle in Kapitel 3 in Klammern gesetzten Studien. Wir haben das Material pro Endpunkt und Studientyp beurteilt und einer unserer Evidenzkategorien zugeordnet. Die „länderspezifischen“ Evidenzen sind in den Detailtabellen – Kapitel 3 – zu finden. Um die Lesbarkeit zu erleichtern, haben wir alle explizit diskutierten Themen nummeriert und in den entsprechenden Zellen der Tabelle verortet.

	Zellstudien	Tierstudien	Humanstudien		
			Biologie	Gesundheit akut	Gesundheit chronisch
Krebs	EU-S	(12) EU-S			
<i>Tumore im Kopfbereich</i>					(8)
<i>Tumore bei Kindern</i>					(6)
<i>Andere Tumore</i>		(33) DMF+, NTP*			RoW
Neurodegeneration neuronale Erkrankungen	ANSES, CH, RoW	(34) ANSES, CH, RoW			
Fertilität		(13) RoW			(20) RoW
Entwicklung		(14) RoW			
Kardiovaskulär / Blutsystem	(28) DMF+	(29) RoW	(30) CH	(31) RoW, CH	(32) RoW
EEG			(22) CH, RoW	(19) RoW	
Kognition			(23) RoW	(5)	
<i>Kinder</i>			DMF+, ZonMW		
Schlaf			(16) CH, ANSES	(17) RoW	
<i>Kinder</i>			ZonMW	(18) ZonMW	
Unspezifische Symptome			(27) DMF+, ANSES, ZonMW	(4)	FSM, RoW
<i>Nozeboeffekt</i>				(26) ZonMW	
<i>Kinder</i>					
Hormone / Drüsen					
<i>Melatonin</i>					
<i>Stressproteine/Genexpression</i>	(9) ANSES, RoW				
Blut-Hirn-Schanke		(1)			
Verhalten allg.		(15) RoW, ANSES		RoW	RoW
<i>Kinder und Jugendliche.</i>					RoW
Wirkmechanismen					
<i>Genschädigung</i>	(7)	RoW, EU-S			
<i>Sauerstoffradikale</i>	(11) RoW	(35) RoW, CH			
<i>Genexpression</i>	(10) ANSES, RoW				
<i>Zellfunktionen/Membran</i>	(24) ANSES, RoW, CH	(37) RoW, CH			
Anderes					
<i>Kinder und Jugendliche allg.</i>					(21) RoW
<i>Ältere Menschen</i>			DMF+		
<i>Immunsystem</i>		(2)			
<i>Metabolismus</i>		(25) ZonMW			
<i>Sinne (Gehör, Netzhaut)</i>		(3)			
<i>Zellen allg.</i>	ANSES, CH, RoW	RoW			
<i>"Adaptive Response"</i>		(36) RoW			

Tabelle 12: Erkenntnisse aus der internationalen Forschung (*siehe 4.2.3.4)



Da wir in dieser Analyse auf den Wissenszuwachs fokussieren, haben wir nicht die „balance of evidence“ der Studien beurteilt, wie das in den erwähnten Reviewberichten gemacht wird, sondern die „evidence for effects“. Beispiel: liegen einige gut gemachte Studien vor, welche limitierte Hinweise auf einen Effekt zeigen, so wird die Evidenz als limitiert klassiert, auch wenn es noch eine Reihe Studien gibt welche keinen Effekt zeigen (Farbe grün) oder deren Hinweise schwierig interpretierbar sind (gelb). Die balance of evidence eines solchen Studienensembles würde dagegen „inadäquat“ (gelb) ausfallen (siehe dazu 2.6), weil die Erkenntnislage widersprüchlich ist. Deshalb: unsere Bewertungen zur Identifizierung von Forschungsfortschritten und möglichen Themen zukünftiger Forschungsförderung können anders ausfallen als eine (wissenschaftliche) Risikobewertung auf Basis des verfügbaren Studienstocks.

Die Hintergrundfarben in der Tabelle zeigen die Erkenntnisse aus dem DMF-Hauptprogramm (Tabelle 9). Bestätigungen dieser Erkenntnisse durch die neuere Forschung werden durch eine stärkere Sättigung der Farbe dargestellt. Abweichende Befunde sind durch Belassen der Zellenfarbe und Einfügung der Programm-Akronyme, aus denen die (abweichenden) Evidenzen stammen, kenntlich gemacht. Die Schriftfarbe entspricht der (abweichenden) Evidenz. Der Vergleich zwischen Schriftfarbe und Zellenfarbe zeigt die Richtung der Abweichung zwischen neuen Erkenntnissen und DMF-Bewertung. Evidenzen zu Endpunkten, welche im DMF nicht untersucht wurden, finden sich in Zellen ohne (bzw. mit grau hinterlegter) Farbe.

4.3 Vergleich mit DMF-Hauptprogramm

4.3.1 Bestätigungen

Tabelle 12 zeigt, dass ein Fünftel der im Rahmen des DMF-Programms untersuchten und bewerteten 39 Endpunkte durch die neuere Forschung bestätigt wurde (Zellenfarbe satt):

Abwesenheit von Effekten durch Exposition gegenüber Hochfrequenzstrahlung zeigte sich in Tierstudien zur Blut-Hirn-Schranke (1), zum Immunsystem (2) und zu Sinnesorganen – Auge, Gehör (3). In Humanstudien bestätigten die neueren Arbeiten die Einschätzung, dass die Strahlung kaum als Ursache für akute unspezifische Gesundheitssymptome gelten kann (4), und dass eine mögliche Beeinflussung von kognitiven Funktionen kein gesundheitliches Risiko darstellt (5). Sodann hat sich gezeigt, dass auch die gegenwärtig verfügbaren Daten zum Mobiltelefongebrauch und dem Hirntumorrisiko bei Kindern und Jugendlichen keine Risikoerhöhung belege (6).

Nach wie vor nicht sicher beurteilt werden können die Fragen, ob Hochfrequenzstrahlung auf zellulärer Ebene das Risiko von Genschädigungen erhöht (7) und ob die Langzeitnutzung von Mobiltelefonen bei Erwachsenen das Risiko, an einem Tumor im Kopfbereich zu erkranken, anhebt oder nicht (8).

4.3.2 Relativierungen

Von den 25 (übrigen) Endpunkten, die gemäss DMF Abwesenheit von Effekten zeigen, weisen aufgrund der neuen Studien 13 nicht mehr so eindeutig in diese Richtung (zu den dann noch verbleibenden 12 Effekten liegen keine neuen Erkenntnisse vor).

Die Relativierungen betreffen Zellstudien zu Stressproteinausschüttung (9), Genexpression (10) sowie Sauerstoffradikalen als möglicher Wirkmechanismus, wie Hochfrequenzstrahlung Zellfunktionen beeinflussen könnte (11). Aufgrund der neueren Studien kann ein solcher Wirkmechanismus nicht mehr ausgeschlossen werden.



Neuere Erkenntnisse aus Tierstudien weisen auf die Möglichkeit von Effekten durch Hochfrequenzexposition hin. Einerseits betrifft das Einsichten aus dem EU-Projekt SEAWIND betreffend Krebspromotion bei Labornagern (12), andererseits die Endpunkte „Fertilität“ (13) und „Entwicklung“ (14). Zuletzt weisen neuere Tierstudien darauf hin, dass HF-Exposition das Verhalten von Labortieren beeinflussen dürfte (15).

Bei den Humanstudien muss bei 5 Endpunkten die Möglichkeit einer Wirkung von HF-EMF erwogen werden. Die Hinweise sind allerdings schwach und teilweise inkonsistent. Sie betreffen eine mögliche Beeinflussung des Schlafs (16, 17). Dabei haben sich auch limitierte Hinweise auf Einbusse der Schlafqualität bei Kindern aus ZonMW ergeben (18). Allerdings sind diese Einbussen nicht durch die Strahlung verursacht, sondern durch den Mobiltelefongebrauch während der Abend- und Nachtstunden. Eine Untersuchung hat gezeigt, dass sich das EEG (evozierte Potenziale) unter Mobiltelefonnutzung verändert. Aussagen dieses Befunds hinsichtlich Gesundheit sind jedoch gewagt und unsicher (19). Ebenso unsicher sind aufgrund der neueren Erkenntnisse Aussagen aus Humanstudien zur Fertilität (20) und zu möglichen Effekten bei Kindern und Jugendlichen allgemein (21).

Stärker geworden sind die Hinweise, dass das EEG durch Mobilfunkstrahlung beeinflusst wird (19, 22). Neuere Studien haben diesen biologischen oder physiologischen (nicht: gesundheitlichen) Effekt mehrfach (wenn auch nicht inter- und intraindividuell konsistent) nachgewiesen. Dasselbe gilt hinsichtlich des Einflusses auf kognitive Funktionen (23).

Abgeschwächt haben sich die vom DMF als nachgewiesene Effekte beurteilten Endpunkte „Beeinflussung von Zellfunktionen und Zellmembranen in Laborexperimenten mit Zellkulturen“ (24), „Beeinflussung des Metabolismus von Versuchstieren“ (25) sowie „Elektrosensibilität als Nozeboeffekt“ (26). Die Sachlage zu diesen Fragen ist heute nicht mehr so klar.

4.3.3 Zusätzliche Erkenntnisse

Betrachtet man die interessantesten Evidenzen der Endpunkte, die nicht vom DMF-Hauptprogramm untersucht wurden, sind folgende 5 Fakten erwähnenswert:

- (i) Unspezifische Symptome sind mit einiger Sicherheit nicht kausal durch EMF (elektromagnatische Felder) verursacht. Es gibt kaum eine entsprechende biologische Wirkung der Strahlung im Organismus (27). Es scheint, dass konstatierte Symptome wesentlich auf dem Nozebo-Effekt beruhen, also durch die Überzeugung von der Schädlichkeit der Strahlung bewirkt werden. Dieser Effekt wurde in Studien mehrfach beschrieben (26). Es ist allerdings nicht auszuschliessen, dass eine kleine Minderheit von Menschen tatsächlich sensibel auf HF-EMF reagieren könnte.
- (ii) Zell- und Tierstudien weisen auf eine Abwesenheit von Effekten auf das blutbildende bzw. kardiovaskuläre System hin (28, 29). Humanstudien sind schwieriger interpretierbar. Aufgrund der verfügbaren Daten kann keine seriöse Aussage zu diesem Endpunkt gemacht werden (30, 31, 32).
- (iii) Aus Tierstudien gibt es eine Reihe von Hinweisen (aber keine Beweise), dass Hochfrequenzstrahlung das Tumorrisko bei ausgewählten Tumoren (Lunge, Leber, Lymphe) erhöhen (33) und einen Einfluss auf neurodegenerative Erkrankungen haben könnte (34).
- (iv) Möglicherweise spielt dabei die unter EMF-Exposition mehrfach festgestellte höhere Anzahl Sauerstoffradikalen in Zellen eine Rolle (siehe auch: 11, 35).
- (v) Mehrfache neuere Hinweise gibt es auch auf Effekte von EMF bei Ko-Exposition, konkret: wenn Versuchstiere hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung ausgesetzt werden und im Anschluss daran schädlicher ionisierender Strahlung, dann beobachtet man eine bessere Anpassung der Tiere



an die ionisierende Strahendosis (36). Diese Befunde weisen darauf hin, dass HF-Strahlung die Zellfunktionalität beeinflussen kann / könnte (vgl. mit: 24, 37), nicht mehr nicht weniger, aber genau das ist wissenschaftlich interessant und möglicherweise auch in gesundheitlicher Hinsicht bedeutsam.

Im Folgenden kommentieren wir mit Blick auf mögliche zukünftige Forschungsthemen wichtige neuere Erkenntnisse ausgewählter Endpunkte.

4.3.4 Ausgewählte Endpunkte: Krebs

Bezüglich der Einschätzung des Krebsrisikos für Menschen hat sich die Sachlage in den letzten ca. 10 Jahren nicht wesentlich verändert. Die Einschätzung der IARC (Internationale Krebsforschungsgesamtur der WHO) kann als eine in der Wissenschaft breit (aber nicht unisono) geteilte Basis genommen werden. In dieser Einschätzung wurde Hochfrequenzstrahlung der Kategorie 2B zugeordnet: möglicherweise kanzerogen (IARC 2013). Neuere epidemiologische Studienresultate haben an dieser Sachlage nicht grundsätzlich gerüttelt. Statistische Auswertungen von Krebsregistern zeigen keine ansteigenden Fallzahlen, Hinweise aus Studien zu Kindern und Jugendlichen haben ebenfalls keine erhöhten Risiken offengelegt. Die Interpretationsspielräume sind jedoch beträchtlich, weil retrospektive Fall-Kontroll-Studien, auf die sich die Risikoeinschätzungen grösstenteils stützen, mit beträchtlichen methodischen Unsicherheiten behaftet sind.

Neuere Tierstudien zeigen nun etwas überraschend erhöhte Indizienzen. Die DMF-Studie von Alexander Lerchl (Lerchl, Klose et al. 2015) hat Befunde aus einer früheren Arbeit (Tillmann, Ernst et al. 2010) bestätigt. Danach zeigen sich in einem Krebs-Mausmodell das gegenüber EMF exponiert wird, mehr Leber- und Lungentumore, sowie erhöhte Werte von Lymphomen. Die Resultate wurden im Vergleich zur Originalstudie mit einer grösseren Anzahl Tiere pro Gruppe erzielt. Allerdings konnte kein klarer Dosis-Wirkungs-Zusammenhang gefunden werden. Sodann zeigte sich in der grössten je durchgeführte Studie mit Ratten und Mäusen mit GSM und UMTS Signalen – sog. NTP Studie; vorläufige Resultate in (Wyde, Cesta et al. 2016) – in einer ersten Lesung eine Tendenz zu grösserer Inzidenz von Schwannomen und hyperplastischen Läsionen in Hirn und Herz. Die endgültigen Resultate der Pathologie müssen abgewartet werden, um die Resultate würdigen zu können. Auch gibt es Aspekte bezüglich der Überlebenskurven und der Erhöhung der Körpertemperatur vor allem bei älteren Männchen, die einen Einfluss auf die Interpretation haben könnten.

Uneindeutig sind auch die Resultate des Seawind-Projekts der EU, die mit Zellkuluren durchgeführt wurden. Es ist nicht auszuschliessen, dass die Heterogenität der Befunde auf die Sensitivität von (nur bestimmten) Zellen für bestimmte Signale zusammenhängt, und allenfalls sind die Effekte auch von bestimmten Zellzuständen abhängig.

Insgesamt gesehen gehören diese Befunde zu den wichtigsten der letzten Jahre. Da es sich um replizierte Hinweise auf Effekte handelt, sollte ihnen mit weiterer Forschung nachgegangen werden. Immerhin stellen sie einen nicht unwesentlichen Aspekt in der Risikobeurteilung für den Menschen dar.

4.3.5 Ausgewählte Endpunkte: Neurodegenerative Erkrankungen

Dieser Aspekt wurde im Rahmen des DMF nicht untersucht. Bislang liegen über einen möglichen Zusammenhang zwischen Hochfrequenzstrahlung und neurodegenerativen Erkrankungen keine brauchbaren Humanstudien vor. Die Forschungsaktivitäten betreffen Laborexperimente mit neuronalen Zellen und Tierstudien.



Es gibt zwei Studien – (Chen, Ma et al. 2014), (Narayanan, Kumar et al. 2015) – die auf einen negativen Einfluss auf das Wachstum von Neuriten hinweisen. Sollte sich dieses Resultat bestätigen, wäre dies für die Entwicklung von neurodegenerativen Erkrankungen von grosser Relevanz, denn Neuriten sind Vorstufen von Dendriten und Axonen. Aufgrund der vielen möglichen Auswirkungen auf neurodegenerative Erkrankungen sowie auf die Kognition sollte dieser Punkt weiter abgeklärt werden.

4.3.6 Evidenzen zu anderen Endpunkten

Fertilität: Keine eindeutigen Resultate. Bisher kaum Effekte festgestellt. Qualitativ hochstehende Forschung könnten die Uneinheitlichkeit der Befunde klären, die wesentlich durch mangelhafte Expositionserfassung und fehlende Berücksichtigung von Kofaktoren bedingt ist

Entwicklung: Uneinheitliche Ergebnisse. Aufgrund der sehr geringen Exposition von Foeten im Mutterleib scheint es sehr unwahrscheinlich, dass Mobilfunkstrahlung (oder anderen HF-Quellen im Kommunikationsbereich) eine relevante Wirkung auf die Entwicklung von ungeborenem Leben haben können. Der Klärungsbedarf ist deshalb eher gering.

Kardiovaskuläres System: keine Hinweise aus Zell- und Tierstudien, die auf Effekte von HF-EMF auf das kardiovaskuläre System hindeuten. Befunde aus den wenigen qualitativ akzeptablen Humanstudien erlauben keine klinischen Schlussfolgerungen. Thermische Wirkungen können ausreguliert werden.

EEG: Effekte (biologische Signale) mehrfach nachgewiesen. Gesundheitliche Bedeutung, falls es eine gibt, ist unklar (eher unwahrscheinlich). Systematische Forschung wäre hilfreich.

Kognition: neuere Studien zeigen wiederholt Effekte auf kognitive Funktionen. Es scheint, dass das Gehirn auf schwache Hochfrequenzstrahlung – schwach: Strahlung unterhalb der Grenzwerte – reagieren kann. Ob solche Einflüsse von gesundheitlicher Bedeutung sein können (z.B. via Reaktionsvermögen, Aufmerksamkeit), sollte abgeklärt werden. Erkenntnisse zur inter- und intraindividuellen Variabilität (bzw. Stabilität der Effekte) wäre sehr hilfreich für die Beurteilung der Relevanz solcher Effekte.

Schlaf: keine eindeutigen Resultate betreffend (biologischer) Schlafparameter. Die Studien bezüglich Gesundheit (subjektive Schlafqualität) zeigen mehrheitlich keinen Einfluss.

Unspezifische Symptome: Bei den unspezifischen Symptomen haben sich die Resultate, die für Nozeboeffekte sprechen, verstärkt. Es scheint tatsächlich so zu sein, dass Angst vor möglichen negativen Wirkungen der Strahlung akute Symptome des Unwohlseins provoziert. Allerdings ist es nicht auszuschliessen, dass es eine kleine Gruppe von besonders sensiblen Personen geben könnte. Bei den chronischen Gesundheitseinflüssen bleiben die Resultate widersprüchlich, tendieren aber mehrheitlich ebenfalls hin zu „keine kausale Wirkung“.

Blut-Hirn-Schranke: Gegenwärtig keine Evidenz für Effekt (Tierstudien).

Verhalten: Im Tierversuch wurden Effekte festgestellt. Humanstudien zu diesem Thema bleiben uneindeutig; methodische Schwierigkeiten in der Expositionserfassung machen solche Arbeiten schwierig und problematisch, wohl auch in Zukunft. Das gilt ganz besonders, wenn es um mögliche chronische Effekte geht, etwa Verhaltensauffälligkeiten, die durch vorgeburtliche Exposition erklärt werden. Solche Studien sollte man äusserst zurückhaltend interpretieren.

Wirkmechanismen: Einflüsse auf Genschädigung, Genexpression, Produktion von Sauerstoffradikalen oder allgemeine Zellfunktionen bleiben uneindeutig. Das hängt u.a. mit den kleinen Effektgrössen zusammen, welche fast alle EMF-Zellstudien begleiten. Nicht sauber durchgeführte Experimente können Effekt maskieren oder generieren. Eine Meta-Analyse publizierter Zellstudien hat gezeigt, dass mit zu-



nehmender Qualität der Experimente der Effektnachweis misslingt. Klarere Hinweise gibt es aus Tierversuchen hinsichtlich der Produktion von Sauerstoffradikalen unter EMF-Exposition. Interpretationen bezüglich Gesundheit sind nicht einheitlich. In vielen Fällen wird der Effekt durch die Zellreparaturmechanismen kompensiert oder maskiert.

Adaptive Response: Neue Studien zeigen eine veränderte Zellantwort auf Auswirkungen von ionisierender Strahlung / Chemikalien bei vorgängiger EMF-Exposition. Alle Studienresultate weisen in dieselbe Richtung, so dass sich hier gezielte Arbeiten über mögliche Wirkmechanismen lohnen könnten.

4.4 Kommentare zur Dosimetrie und Exposimetrie

4.4.1 Wichtige Fortschritte

In den letzten Jahren wurden systematische Messkampagnen zur Erfassung der durchschnittlichen Exposition in mehreren Städten und Regionen um den ganzen Globus durchgeführt. Die Methoden und Geräte dazu wurden weiterentwickelt und erlauben inzwischen eine gute Abschätzung der Restunsicherheit der Messungen. Zusammenfassend wurde festgestellt, dass die durchschnittlichen Werte von Basisstationen des Mobilfunks (Antennen-Infrastruktur) 3-4 Größenordnungen unterhalb der Grenzwerte liegen. Auch die gemessenen Höchstwerte liegen immer noch eine Größenordnung unter dem Grenzwert. Im Allgemeinen ist die Immission durch Basisstationen im Außenbereich tiefer als die Pegel die in Innenräumen gemessen werden. Bei letzteren dominieren meist die eigenen Quellen (Signale von Schnurlostelefonstationen, WLAN Access Points, Peripherigeräte, etc.). Die gemessenen Werte von WLAN und anderen Drahtlosextechnologien in Innenräumen sind aber ebenfalls weit unterhalb der Grenzwerte. Die Installation der neuen Mobilfunktechnologien hat zu keiner Zunahme der Exposition geführt. Es ist eher das Gegenteil der Fall. Durch die Installation vieler kleiner Mikrozellen kann die Exposition weiter verringert werden. Die Akzeptanz gegenüber neuen Antennen (beim Aufbau eines kleinzelligen Netzes sind zusätzliche Standorte nötig) ist aber bislang eher gering, trotz der Vorteile hinsichtlich Strahlenbelastung.

In epidemiologischen Studien wurden verbesserte Modelle für die persönliche Exposition verwendet und der Anteil von Missklassifikationen konnte so reduziert werden. Die verbesserte Klassifikation der Exposition hat zur Klärung der zum Teil widersprüchlichen Datenlage beigetragen.

Für die numerische Charakterisierung von Expositionsszenarien und Expositionseinrichtungen wurden detailliertere und verbesserte anatomische Modelle von verschiedenen Menschen erstellt. Diese erlauben auch unterschiedliche Körperhaltungen von Personen im Alltag zu modellieren und ermöglichen so eine bessere Abschätzung der im Alltag entstehenden Variation der Exposition. Im Weiteren wurden systematische Untersuchungen zur altersabhängigen Veränderung der dielektrischen Materialeigenschaften von biologischen Geweben durchgeführt. Diese ergaben keinen wesentlichen Einfluss auf die berechnete Absorption.

In vielen experimentellen Studien mit Zellen und Labortieren werden inzwischen bezüglich der Absorption gut charakterisierte Expositionseinrichtungen verwendet, die auch ausreichend durch experimentelle Messmethoden validiert sind.

4.4.2 Defizite

In vielen Experimenten mit Zellen und Labortieren werden nach wie vor zu wenig detaillierte Angaben über die Verteilung der Energieabsorption gemacht. In Versuchen mit Labortieren hat die Angabe der



durchschnittlichen Ganzkörperabsorption nur beschränkte Aussagekraft. Da die Absorption innerhalb der verschiedenen Regionen und Gewebe um Faktor 10 und mehr variieren kann, wären ausführlichere Angaben zu den Werten in den verschiedenen Organen und Geweben sinnvoll. Dies würde auch eine bessere Vergleichbarkeit der Resultate aus verschiedenen Studien ermöglichen. Im Weiteren fehlt in vielen Experimenten die Temperaturkontrolle. Es ist klar, dass dies nicht in allen Fällen während dem Verlauf der Studie zu gewährleisten ist. Ein verbessertes Monitoring verschiedener Umgebungs- und/oder physiologischer Parameter würde aber eine genauere Abschätzung des Einflusses von Nebeneffekten erlauben.

In epidemiologischen Studien besteht immer noch die Unsicherheit betreffend des Einflusses der eigenen Mobilgeräte auf die persönliche Exposition. Entsprechende Methoden und Geräte zur Erfassung dieser Anteile fehlen momentan. Weiter wurde ein grosser Einfluss der Kopfanatomie auf die Energieabsorption in spezifischen Regionen des Hirns festgestellt. Daher müssten für epidemiologische Studien zum Zusammenhang von Mobiltelefongebrauch und Hirntumoren jeweils die zu den Personen gehörenden Kopfanatomien für die Analyse verwendet werden. Dies erhöht natürlich den Modellierungsaufwand beträchtlich und würde Werkzeuge zur automatischen Segmentierung von anatomischen Daten aus bildgebenden Verfahren bedingen. Da der Einfluss sehr gross ist, stellt das die Resultate bisheriger Studien über den Zusammenhang zwischen Mobiltelefonnutzung und Hirntumoren in Frage. Keine dieser Studien hat die Kopfanatomie berücksichtigt, Die Exposition wurde näherungsweise über das Telefonierverhalten (Häufigkeit, Dauer, Telefontyp) erfasst. Die tatsächliche Exposition – die von den tumorbetroffenen Hirnregionen real absorbierte Strahlungsdosis – bleibt unbekannt. In welche Richtung diese Unsicherheit die Resultate verzerrt hat, ist unbekannt. Falls die Expositionfehlklassifikationen unsystematischer Natur sind und alle an einer Untersuchung beteiligten Personen betreffen, muss rein statistisch / mathematisch gesehen von einer Unterschätzung des Risikos ausgegangen werden. Falls es sich um systematische Fehlklassifikationen handelt, z.B. überschätzung der Exposition bei den Erkrankten Personen, dürfte das reale Risiko, falls es ein solches gibt, tiefer sein als in den Studien ausgewiesen.

5. Empfehlungen

5.1 Bewertung des Wissensstandes

In den vorstehenden Kapiteln ist die aktuelle Forschung zu möglichen gesundheitlichen Auswirkungen von Hochfrequenzstrahlung dargestellt worden. Der Fokus lag auf der Primärforschung ausgewählter europäischer Länderprogramme. Ergänzt wurde der Fokus durch wichtige internationale Projektpublikationen. Die aus diesem Literaturbestand verfügbaren wissenschaftlichen Evidenzen wurden tabellarisch zusammengefasst. Diese Evidenzen sind in die Beurteilung des Wissensfortschritts gegenüber dem Abschluss des DMF-Hauptprogramms eingeflossen. Dabei wurden die Projektbefunde hinsichtlich einer zukünftigen Forschungsförderung bewertet: wo zeigen sich besonders interessante Ergebnisse? Welchen Fragen gilt es gezielt nachzugehen? Qualitativ ungenügende Arbeiten (v.a. hinsichtlich der methodischen Qualität, v.a. im Bereich Expositionserfassung) wurden dabei ausgeschlossen.

	Wissensstand DMF	Wissensstand aktuell	Forschungsbedarf	Bemerkungen
Krebs				
<i>Tumore im Kopfbereich</i>			Klassifikation der Exposition	In Studien mit festgestellten Effekten sind diese klein im Sinne von höheres Risiko als Erwachsene
<i>Tumore bei Kindern</i>				
<i>Andere Tumore</i>			Klärung der Resultate und Übertragbarkeit auf Menschen	Neue Hinweise aus Tierstudien
Neurodegeneration neuronale Erkrankungen			Hoher Klärungsbedarf	Basierend auf Zell- und Labortierstudien. Potenziell von grosser Bedeutung
Fertilität				
Entwicklung				
Kardiovaskulär / Blutsystem				Wenige Studien
EEG				Auswirkung auf Gesundheit (chronisch) offen
Kognition				Evidenz auf biologischer Ebene
<i>Kinder</i>			Klärung zusammen mit anderen Aspekten in Kindern	
Schlaf				
<i>Kinder</i>				Kein Effekt von EMF, allerdings Effekte durch Mobiltelefongebrauch in Abend- und Nachtstunden
Unspezifische Symptome			Identifikation spezifisch sensibler Personen	If any, gezielte Effektforschung (Humanstudien) möglich
<i>Nozeboeffekt</i>				
<i>Kinder</i>			Klärung zusammen mit anderen Aspekten in Kindern	
Hormone / Drüsen				Keine Studien bezüglich Gesundheit
<i>Melatonin</i>				Basierend auf Zellstudien
<i>Stressproteine/Genexpression</i>				Basierend auf Zellstudien
Blut-Hirn-Schanke				
Verhalten allg.				Wenige Humanstudien
<i>Kinder und Jugendliche.</i>			Studien zum Einfluss der Gebrauchsmuster	Effekte eher durch Gebrauch bestimmt
Wirkmechanismen			Studien zu Variabilität und Einfluss auf die Stabilität von zellulären Prozessen	Interessant für gesamte Risikoforschung
<i>Genschädigung</i>				Basierend auf Zell- und Labortierstudien; Zellstudien: zunehmend Hinweise aus RoW, CH
<i>Sauerstoffradikale</i>			Klärung der Auswirkungen	Basierend auf Zell- und Labortierstudien
<i>Genexpression</i>				Basierend auf Zellstudien
<i>Zellfunktionen/Membran</i>				Basierend auf Zellstudien
Anderes				
<i>Kinder und Jugendliche allg.</i>			Klärung zusammen mit anderen Aspekten in Kindern	Wenig Studien
<i>Ältere Menschen</i>			Klärung zusammen mit anderen Aspekten in älteren Menschen	Zu wenig Studien
<i>Immunsystem</i>				Wenige Tierstudien
<i>Metabolismus</i>				Eine Tierstudie
<i>Sinne (Gehör, Netzhaut)</i>				Eine brauchbare nebst vielen unbrauchbaren Tierstudien
<i>Zellen allg.</i>				Basierend auf Zell- und Labortierstudien
<i>"Adaptive Response"</i>			Klärung der Auswirkungen im Zusammenhang mit chronischen Krankheiten oder Beeinträchtigungen	Basierend auf Labortierstudien

Tabelle 13: Wissensstand und Forschungsbedarf



Leserinnen und Leser, die an den wissenschaftlichen Basisdaten zur forschungspolitischen Bewertung interessiert sind, finden diese in den Detailtabellen von Kapitel 3. Leserinnen und Leser die an einer Übersicht des Wissensstandes generell interessiert sind, finden diesen, aufgeschlüsselt nach verschiedenen Expertenmeinungen, in Tabelle 10. Die Einschätzung der Autoren dieses Berichts findet sich in Tabelle 13, zusammen mit der Darstellung des Forschungsbedarfs aus unserer Sicht.

5.2 Empfehlungen zu Handen TAB

Die Analyse des Wissensstandes hat gezeigt, dass es keine Hinweise auf einen sofortigen politischen Handlungsbedarf gibt. Der Wissensfortschritt seit Abschluss des DMF-Hauptprogramms hat wenig besorgniserregende neue Befunde produziert. Diese aus gesundheitspolitischer Sicht vergleichsweise beruhigende Sachlage haben wir in Tabelle 13 zusammenfassend dargestellt.

Allerdings darf nicht vergessen (und unterschätzt) werden, dass die politische Sicht etwas Anderes ist als die von uns hier vertretene wissenschaftliche Perspektive. Wir haben das in 2.6 ausführlich dargestellt. Deshalb sollte das (politische) Augenmerk weniger den wissenschaftlichen Hinweisen auf Entwarnung gelten als den noch nicht abschliessend beantworteten Fragen. Im Vordergrund stehen hier vor allem die Endpunkte, die in der öffentlichen Debatte präsent sind, insbesondere: Krebskrankungen, Einflüsse auf Kognition und Schlaf (mit speziellem Fokus auf Kinder), sowie ein möglicher Zusammenhang mit neurodegenerativen Erkrankungen. Auch aus wissenschaftlicher Sicht ist es wünschenswert, weitere Forschung in diesen Themen durchzuführen um offene Punkte zu klären. Konkret sehen wir aus politischer und wissenschaftlicher Sicht folgenden Forschungsbedarf (Reihenfolge stellt keine Priorisierung dar):

(i) Krebsentstehung und -promotion im Tiermodell. Wir vermuten, dass sich durch die NTP Studie (siehe 4.2.3.4) ein zusätzlicher Klärungsbedarf ergeben wird. Die vorläufigen Resultate zeigen einige Unstimmigkeiten bezüglich der Charakteristiken der verschiedenen Tiergruppen (Ueberlebenskurven und höhere Körpertemperatur in älteren Männchen). Falls sich die Befunde jedoch bestätigen, wird der Forschungsbedarf dringlich. Die im Rahmen des DMF-Nachfolgeprogramms durchgeföhrte Krebsstudie mit der Replikation von Effekten dürfte zurück in den Fokus der wissenschaftlichen Diskussion treten. Es ist nicht auszuschliessen, dass sich dann die öffentliche Diskussion betreffend Hirntumorsrisiken intensivieren wird, auch wenn eine Verallgemeinerung der Resultate auf den Menschen nicht angezeigt ist. Allerdings bleibt offen, ob und wie ein solches Resultat die bestehende Risikoeinschätzung für den Menschen (2B nach IARC) beeinflussen wird.

(ii) Adaptive Response. Neuere Tierstudien zeigen eine adaptive Antwort bei Bestrahlung mit RF-EMF vor Einwirkung mit anderen Noxen. EMF dämpft teilweise die schädlichen Einflüsse. Es muss abgeklärt werden, wie stichhaltig diese Befunde sind. Allenfalls ergeben sich daraus gezielte Fragestellungen hinsichtlich möglicher (relevanter) Wirkmechanismen.

(iii) Kognition und Schlaf, insbesondere bei Kindern. Studien müssen jedoch von hoher Laborqualität sein. Besonders interessant ist auch die Frage, ob Effekte individuell reproduzierbar sind.

(iv) Neurodegenerative Krankheiten. Aus einer Zell- und einer Tierstudie gibt es Hinweise auf Einflüsse auf das Wachstum von Neuriten. Aufgrund der Bedeutung dieser Beobachtung für neurodegenerative Erkrankungen und kognitive Funktionen sollten diese Beobachtungen unbedingt weiter abgeklärt werden.

(v) Das Wissen um eine spezifisch sensible Gruppe von Personen würde Untersuchungen bezüglich verschiedenen biologischen Endpunkten vereinfachen und die möglichen Effekte klarer zeigen. Entsprechende Studien mit elektrosensiblen Personen, die heute noch nicht vorliegen, könnten dazu eine wissenschaftliche Grundlage schaffen – und gleichzeitig „politisch“ dokumentieren, dass man das



Symptombild EHS (Elektrohypersensibilität) verstehen will.

Von nachgelagerter forschungspolitischer Bedeutung sehen wir folgende zwei Themenfelder:

- (i) Synergistische Effekte. Hier stehen ältere Menschen und solche die unter chronischen Krankheiten leiden im Fokus. Möglicherweise könnte hier ein entsprechendes Monitoring helfen abzuklären, ob EMF ein Stressor ist. Diese Möglichkeit wird durch Hinweise gestützt, dass bei EMF-Exposition eine Stressreaktion auf zellulärer Ebene in vitro und in vivo stattfindet.
- (ii) Einfluss des Gebrauchs von Mobilgeräten auf die Befindlichkeit und das Verhalten, insbesondere von Kindern und Jugendlichen. Hier ginge es allerdings nicht um die Strahlung, sondern um die Gerätenutzung (Stichwort etwa: chatten statt schlafen).

Grundsätzlich kann man zu obigen Punkten eine pro-aktive oder eine eher passive Haltung einnehmen. Proaktiv: im Sinne der Vorsorge wird in Primärforschung investiert, etwa indem dass die DMF-Nachfolgeaktivitäten weitergeführt oder gar intensiviert werden. Passiv: der internationale Wissensfortschritt wird beobachtet um bei Bedarf (wissenschaftlich, politisch) entsprechende Forschungsaktivitäten zu lancieren. Zu beachten gilt es dabei allerdings, dass sich die durch das DMF-Programm in Deutschland aufgebauten Forschungskompetenzen ohne einen kontinuierlichen, minimalen Mittelzufluss nicht erhalten werden, das insbesondere auch, weil die Förderung auf EU-Ebene zurückgegangen ist und auf tiefem Niveau verbleiben dürfte. Trocknet die EMF-Forschungscommunity in Deutschland aus, müssen zu einem späte(re)n Zeitpunkt lancierte Projekte ins Ausland vergeben werden.

Abschliessend möchten wir nochmals erwähnen, dass bei künftigen Studienfinanzierungen sehr genau auf die Qualität der vorgeschlagenen Experimente und Methoden geachtet werden muss. Die Studie von (Simko, Remondini et al. 2016) hat deutlich gezeigt, dass Effektnachweis und Studienqualität einen Zusammenhang aufweisen. Nur bei hoher wissenschaftlicher Qualität kann seriös geprüft werden, ob eine Wirkung kausal ist oder ein Artefakt der (mangelhaften) Übungsanlage und Durchführung der Studie.

In Ergänzung zu Simko und Kollegen möchten wir an dieser Stelle explizit darauf hinweisen, dass sich die Qualität nicht „nur“ an dosimetrischen Kriterien messen lässt, sondern dass auch die biologische Seite einen entscheidenden Beitrag leistet. Darauf weisen etwa Zellstudien im niederfrequenten Bereich hin (Manser, Sater et al. 2017): dort hat sich gezeigt, dass EMF die Variabilität der Zellreaktion (Modifikationsmuster) verändert. Das Ausmass der Veränderungen ist vom Zelltyp abhängig. Studien sollten deshalb gezielt die Zellbedingungen untersuchen, die zu Reaktionen führen und weniger der Frage nachgehen, ob unter Expositionen die interessierenden Reaktionen statistisch signifikant sind. Es gilt, mit anderen Worten, auch den Blick auf die biologische Fragestellung zu präzisieren um potentielle Reaktionen auch wirklich erfassen zu können.

Abschliessend soll noch darauf hingewiesen werden, dass die vorliegende Studie aufzeigt, wie in der Zukunft systematische Literaturbewertungen durchgeführt werden könnten. In der vorliegenden Version wurde mit den vorhandenen zeitlichen und finanziellen Ressourcen eine möglichst systematische Bewertung vorgenommen. Das Vorgehen könnte jedoch verfeinert und als Grundlage einer inkrementellen Literaturbewertung verwendet werden. Dazu wäre der Einbezug eines entsprechenden Fachgewiums empfohlen, wie es im Rahmen länderspezifischer Aktivitäten (z.B. CH, S) durchgeführt wird. Eine solche regelmässig durchgeführte systematische Bewertung kann den Wissensfortschritt über Veränderungen in der Beurteilungsmatrix (wie in Tabelle 13 gezeigt) sichtbar machen. Bei Bedarf können auch die Endpunkte angepasste werden. Dieses Vorgehen kann die wissenschaftliche Grundlage zur Identifikation und Beurteilung des politischen Handlungsbedarfs sein.



6. Anhang Deutschland

6.1 Projektliste

6.1.1 DMF-Hauptprogramm

- 1 Querschnittsstudie zur Erfassung und Bewertung möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch die Felder von Mobilfunkbasisstationen
- 2 Ergänzungsstudie zu Probanden der Querschnittsstudie
- 3 Validierung des Expositionssurrogats der Querschnittsstudie
- 4 Untersuchungen an Probanden unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern von Mobiltelefonen
- 5 Untersuchung der Schlafqualität bei Anwohnern einer Basisstation - Experimentelle Studie zur Objektivierung möglicher psychologischer und physiologischer Effekte unter häuslichen Bedingungen
- 6 Untersuchung der Schlafqualität bei elektrosensiblen Anwohnern von Basisstationen unter häuslichen Bedingungen
- 7 Untersuchung des Phänomens „Elektrosensibilität“ mittels einer epidemiologischen Studie an „elektrosensiblen“ Patienten einschließlich der Erfassung klinischer Parameter
- 8 Untersuchung elektrosensibler Personen im Hinblick auf Begleitfaktoren bzw. -erkrankungen, wie z. B. Allergien und erhöhte Belastung mit bzw. Empfindlichkeit gegenüber Schwermetallen und Chemikalien
- 9 Untersuchungen zu Wirkungsmechanismen an Zellen unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunktechnologie. A. Demodulation / Kommunikation
- 10 Untersuchungen zu Wirkungsmechanismen an Zellen unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunktechnologie. B. Pinealdrüse
- 11 Untersuchungen zu Wirkungsmechanismen an Zellen unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunktechnologie. C. Funktionen
- 12 in vitro - Experimente unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunkkommunikation. C. Blut-Hirn-Schranke
- 13 Einfluss der Mobilfunkfelder auf die Permeabilität der Blut-Hirn-Schranke von Laboragern (in vivo)
- 14 in vivo - Experimente unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunkkommunikation. A. Langzeituntersuchungen
- 15 Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder der Mobilfunkkommunikation auf Sinnesorgane. A. Das Hörsystem
- 16 Möglicher Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung des Mobilfunks auf das Auslösen und den Verlauf von Phantomgeräuschen (Tinnitus)
- 17 Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder der Mobilfunkkommunikation auf Sinnesorgane. B. Das visuelle System
- 18 Untersuchung möglicher genotoxischer Effekte von GSM-Signalen auf isoliertes menschliches Blut
- 19 Einfluss von GSM Signalen auf isoliertes menschliches Blut. B. Differenzielle Genexpression
- 20 Beeinflussung der spontanen Leukämierate bei AKR/J-Mäusen durch nieder- und hochfrequente elektromagnetische Felder
- 21 in vivo - Experimente unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunkkommunikation. B. Kanzerogenese
- 22 Langzeitstudie an Laboragern mit UMTS-Signalen
- 23 Einfluss hochfrequenter Felder des Mobilfunks auf die metabolische Umsatzrate im Tiermodell (Labornager)



- 24 Bestimmung der realen Feldverteilung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern in der Umgebung von UMTS-Sendeanlagen
- 25 Bestimmung der Exposition der Bevölkerung in der Umgebung von digitalen Rundfunk und Fernsehsendern
- 26 Bestimmung der realen Feldverteilung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern in der Umgebung von Wireless LAN - Einrichtungen (WLAN) in innerstädtischen Gebieten
- 27 Bestimmung der Exposition der Personengruppen, die im Rahmen des Projektes „Querschnittsstudie zur Erfassung und Bewertung möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch die Felder von Mobilfunkbasisstationen“ untersucht werden
- 28 Bestimmung der Exposition bei Verwendung kabelloser Übermittlungsverfahren im Haushalt und Büro
- 29 Akute Gesundheitseffekte durch Mobilfunk bei Kindern
- 30 Epidemiologische Studie zum Zusammenhang zwischen Kinderkrebs und Expositionen um große Sendeeinrichtungen
- 31 Beteiligung an einer Fall-Kontroll-Studie zu Aderhautmelanomen und Radiofrequenzstrahlung (RIFASTudie)
- 32 Erweiterungsstudie einer multinationalen epidemiologischen Studie des möglichen Zusammenhangs zwischen hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung und dem Auftreten von Tumoren des Kopf- und Halsbereiches (INTERPHONE-Studie)
- 33 Untersuchung der altersabhängigen Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf der Basis relevanter biophysikalischer und biologischer Parameter
- 34 Untersuchung zu der Fragestellung, ob makroskopische dielektrische Gewebeeigenschaften auch auf Zellebene bzw. im subzellulären Bereich uneingeschränkte Gültigkeit besitzen

6.1.2 Nachfolgestudien zum DMF-Programm

- 50 Altersabhängige Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder des Mobilfunks auf Entwicklungs- und Differenzierungsprozesse des Zentralnervensystems in juvenilen Labornagern
- 51 Tumorpromotion durch hochfrequente elektromagnetische Felder in Kombination mit kanzerogenen Substanzen - synergistische Wirkungen
- 52 Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder des Mobilfunks auf menschliche Fibroblasten
- 53 Probandenstudie zur Untersuchung des Einflusses der für TETRA genutzten Signalcharakteristik auf kognitive Funktionen
- 54 Einfluss elektromagnetischer Felder des Mobilfunks auf die männliche Fruchtbarkeit : Bewertende Literaturübersicht
- 55 Risiken elektromagnetischer Felder aus Sicht deutscher Allgemeinmediziner
- 56 Literaturübersicht im Rahmen des Projekts: Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf Gehirnaktivität, Schlaf und kognitive Leistungsfähigkeit älterer Personen beider Geschlechter
- 57 Expositionen durch in Deutschland verwendete TETRA-Endgeräte: Modellierung der Verteilung von SAR-Werten im gesamten Körper und detailliert im Bereich des Kopfes unter besonderer Berücksichtigung der Augen
- 58 Ergänzende Analysen von Daten zur Exposition durch RFID Technologien aus FV 3609S80002 und Untersuchungen an Waren sicherungsanlagen
- 59 Untersuchung des Einflusses von intrakorporalen Feldkomponenten an Gewebegrenzschichten bei der numerischen Bestimmung induzierter Feldstärkeverteilungen in hoch aufgelösten realistischen Computermodellen zur Überprüfung der Einhaltung von Grenzwerten
- 60 Systematische Erfassung aller Quellen nichtionisierender Strahlung, die einen relevanten Beitrag zur Exposition der Bevölkerung liefern können
- 61 Entwicklung und Anwendung von Verfahren zur Bestimmung der Exposition gegenüber nichtionisierender Strahlung mit Frequenzen im Terahertzbereich



- 62 Bestimmung der Exposition der allgemeinen Bevölkerung durch neue Mobilfunktechniken
- 63 Bestimmung der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern, die durch den Einsatz von Radio Frequency Identification (RFID) Technologien entstehen
- 64 Bestimmung der Exposition durch WiMAX
- 65 Bestimmung von SAR-Werten bei der Verwendung von Headsets für Mobilfunktelefone
- 66 Numerische Bestimmung der Spezifischen Absorptionsrate bei Ganzkörper Exposition von Kindern
- 67 Vermittlung von Informationen zum Strahlenschutz und deren Wahrnehmung in der Öffentlichkeit
- 68 Divergierende Risikobewertungen im Bereich Mobilfunk
- 69 Laiengerechte Kommunikation wissenschaftlicher Unsicherheiten im Bereich EMF
- 70 Differenzierte Betrachtung der Nutzung und der Wahrnehmung des Mobilfunks
- 71 Erstellung einer praxisorientierten Handreichung zur Beurteilung von Studienergebnissen für Mitarbeiter von Kommunalverwaltungen
- 72 Erstellung einer weiterführenden Broschüre als Ergänzung zur Handreichung der Beurteilung von Studienergebnissen
- 73 Untersuchung der Möglichkeiten des besseren Wissenstransfers/Wissensmanagements – im Hinblick auf das DMF-Forschungsprogramm – über Generationen hinweg beziehungsweise über Themenzyklen / Aufmerksamkeitszyklen hinweg
- 74 Laiengerechte Kommunikation wissenschaftlicher Unsicherheiten im Bereich EMF
- 75 Ermittlung der Befürchtungen und Ängste der breiten Öffentlichkeit hinsichtlich möglicher Gefahren der hochfrequenten elektromagnetischen Felder des Mobilfunks (Umfrage 2009)
- 76 Differenzierte Betrachtung der Nutzung und der Wahrnehmung des Mobilfunks (Umfrage 2013)
- 77 Evaluierung des EMF-Portals und Ableitung von Erkenntnissen und Empfehlungen für dessen weitere Gestaltung
- 78 Erweiterungsstudie zur multinationalen Fall-Kontroll-Studie zu Hirntumoren durch Radiofrequenzstrahlung bei Kinder und Jugendlichen (MOBI-KIDS)
- 79 Einfluss hochfrequenter Felder des Mobilfunks auf das blutbildende System in vitro

6.1.3 Noch laufend (Mitte 2017):

- 80 Synergistische Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder in Kombination mit kanzerogenen Substanzen – Kokanzerogenität oder Tumorpromotion?
- 81 Weiterführende Untersuchungen zur Dosimetrie einer tierexperimentellen Studie an Labornagern mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern
- 82 Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder von Mobilfunk-Endgeräten auf Gehirnaktivität, Schlaf und kognitive Leistungsfähigkeit älterer Männer und Frauen
- 83 Bewertender Review zu der Frage der Übertragbarkeit von Ergebnissen aus benachbarten Frequenzbereichen und ähnlichen Technologien auf TETRA am Beispiel der Thermoregulation und deren Einflussfaktoren.
- 84 Kosmetik, Wellness und die Gesundheit – EMF-Quellen ausserhalb der Medizin

6.2 Zitatliste

6.2.1 Biologisch-Gesundheitliche Projekte

(1a) (BfS 2008), p.12: Bezogen auf die Gesamtbevölkerung sind 28 % der erwachsenen Bevölkerung besorgt wegen möglicher gesundheitlicher Auswirkungen von Basisstationen und 11 % führen gesundheitliche Beeinträchtigungen auf Basisstationen zurück.



- (1b) (SSK 2011), p.10: kein Zusammenhang zwischen der Exposition durch Mobilfunkbasisstationen und dem berichteten Befinden der Anwohner (2011; p.10)
- (2a) (BfS 2008), p.12: keinen Zusammenhang zwischen den gemessenen Feldern von Basisstationen und den fünf untersuchten Zielvariablen Kopfschmerzen, Schlafstörungen Beschwerden allgemein, gesundheitliche Lebensqualität psychisch oder körperlich.
- (2b) (BfS 2008), p.12: Das Zurückführen („Attribution“) von gesundheitlichen Beschwerden auf die Felder von Basisstationen war statistisch signifikant mit Schlafstörungen und Beschwerden allgemein assoziiert, nicht aber mit den Zielvariablen Kopfschmerzen und gesundheitliche Lebensqualität (psychisch und physisch).
- (4a) (BfS 2008), p.13: Insgesamt gibt diese Studie nach Meinung der Autoren und des BfS keine Hinweise auf einen gesundheitlich relevanten Einfluss der GSM und UMTS Felder auf Schlaf und Kognition.
- (4b) (BfS 2008), p.29f: (...) deswegen werden diese Ergebnisse vom BfS als zufällig gewertet. Einen deutlichen und signifikanten Einfluss auf das Wach-EEG zeigte die Tageszeit (...) Insgesamt deuten die Daten nicht darauf hin, dass die Exposition mit elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks einen Einfluss auf evozierte und ereigniskorrelierte Potentiale hat (...) die beobachteten Effekte, sofern sie nicht rein zufällig sind, als eine leichte physiologische Anpassung, aber nicht als Schlaf störend.
- (4c) (BfS 2008), p.27: Bei Würdigung aller publizierten Ergebnisse insgesamt (...) deuten auf minimale physiologische Reaktionen hin und bedeuten in keinem Fall eine Beeinträchtigung der Gesundheit oder der Leistungsfähigkeit.
- (5a) (BfS 2008), p.13: Die Auswertung der Schlafparameter des Gesamtkollektivs ergab keinen signifikanten Einfluss der Exposition auf subjektive und objektive Schlafparameter.
- (5b) (BfS 2008), p.13: Das bedeutet, dass nicht die elektromagnetischen Felder, sondern psychologische Einflüsse die Schlafqualität beeinträchtigen.
- (6b) (BfS 2008), p.13: (...) zeigte sich bei einigen elektrosensiblen Personen eine Verbesserung der subjektiven Schlafqualität, nicht aber der objektiven physiologischen Schlafparameter, wenn sie glaubten unter Abschirmung zu schlafen (Placebo Effekt).
- (6a, 7a, 8a) (BfS 2008), p.13: (...) konnte der von den Betroffenen vermutete Zusammenhang zwischen einer Exposition mit EMF und ihren Beschwerden nicht bestätigt werden.
- (7b, 8b) (BfS 2008), p.13f: Bei den gemessenen Laborparametern zeigten sich nur wenig signifikante Unterschiede zwischen den Elektrosensiblen und den Kontrollpersonen, deren klinische Relevanz aber fraglich ist.
- (8c) (SSK 2011), p.5: Kritisch ist anzumerken, dass die Studie eine Reihe von Schwachstellen aufweist.
- (9) (BfS 2008), p.24: Die Aktivität der neuronalen Netzwerke korrelierte mit der Exposition und folgte den Temperaturveränderungen mit einer Verzögerung von wenigen Minuten. Ein Unterschied zwischen UMTS und cw zeigte sich nicht, was gegen einen Einfluss der Signalstruktur spricht.(10) (BfS 2008), p.14: Die "Melatoninhypothese" (...) wurde nicht gestützt.
- (11a) (BfS 2008), p.23:Hinsichtlich Zellvermehrung und Lebensfähigkeit, Zellzyklus, Apoptose (...) sowie Phagozytoseaktivität (...) traten keine Unterschiede zwischen exponierten Zellen und scheinexponierten Kontrollen auf. Eine gesteigerte Produktion des Stressproteins HSP-70 wurde in diesem Zellsystem nicht beobachtet.
- (11b) (BfS 2008), p.14: Gleiches gilt für die Konzentration reaktiver Sauerstoffverbindungen in den untersuchten Zellen.
- (12, 13a, 14a) (BfS 2008), p.14f: Die beobachteten Veränderungen auf Gen-expressionsebene werden nicht als Hinweis auf eine Funktionsbeeinträchtigung der Blut-Hirn-Schranke gewertet, auf die sich insgesamt aus in vivo Studien und einer in vitro Studie keine Hinweise finden.
- (13b) (BfS 2008), p.16: (keine) Schädigung der Blut-Hirn-Schranke (...). Dies gilt für eine chronische Ganzkörperexposition, die auch vorgeburtliche Entwicklungsstadien bei Tieren umfasste, sowie



für eine lokale akute Exposition am Kopf.

- (14b) (BfS 2008), p.35: Hinweise auf eine Dauerstress-ähnliche Belastung der exponierten Tiere oder eine negative Beeinflussung des Immunsystems ergeben sich sowohl nach Ansicht der Autoren der Studie als auch nach Meinung des BfS aus den Ergebnissen nicht.
- (14c) (BfS 2008), p.27f: (...) können im Tiermodell Langzeiteffekte erfasst werden (...) keine Hinweise auf eine negative Beeinflussung der operanten Verhaltens- oder Gedächtnisleistung durch die Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern.
- (14d) (BfS 2008), p.16: Eine Studie über vier Generationen hinweg an chronisch mit UMTS-Signalen exponierten Mäusen ergab keine Hinweise auf negative Effekte auf die Parameter Fortpflanzung und Entwicklung.
- (15, 16a, 17) (BfS 2008), p.15: [in-vivo Studien] Einfluss (...) GSM- und UMTS (...) auf (...) Netzhaut und (...) Hörsinneszellen haben bis zu einem SAR-Wert von 20 W/kg keine systematischen, biologisch relevanten Ergebnisse gezeigt.
- (16b) (BfS 2008), p.16: (...) keine Hinweise auf die Induktion von Tinnitus im Tiermodell bei SAR-Werten von bis zu 20 W/kg.
- (18) (SSK 2011), p.8: Mögliche genotoxische Effekte „gepulster“ GSM-1800 Mobilfunksignale wurden in peripheren Lymphozyten erwachsener und jugendlicher Spender untersucht (p.22) (...) kann festgestellt werden, dass die Evidenz für das Vorliegen genotoxischer Wirkungen als sehr gering einzustufen ist, allerdings wird die Aussagekraft dieser Schlussfolgerung durch die methodisch begründbare Variabilität der experimentellen Daten der vorliegenden Studie abgeschwächt.
- (19) (BfS 2008), p.23 und (SSK 2011), p.9: Sollten genotoxische Effekte beobachtet werden, könnte die Genexpressionsstudie Zielmoleküle aufzeigen (p.23) (...) Der Umstand, dass unter den als „reguliert“ klassifizierten Genen häufig diejenigen zu finden waren, die für Hitzeschockproteine (HSP) codieren (...) weist darauf hin, dass thermische Effekte nicht auszuschließen sind. Aus den Ergebnissen lassen sich keine relevanten Veränderungen der Genexpression durch Mobilfunkfelder ableiten (p.9)
- (20, 21) (BfS 2008), p.21: Insgesamt wurden in den genannten Studien keine Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen festgestellt, die auf eine Beeinflussung der Tumorentwicklung durch die chronische Ganzkörperexposition mit GSM-900 oder UMTS (SAR 0.4 W/kg) hindeuten würden.
- (22) (BfS 2008), p.16: Eine Studie über vier Generationen hinweg an chronisch mit UMTS-Signalen exponierten Mäusen ergab keine Hinweise auf negative Effekte auf die Parameter Fortpflanzung und Entwicklung.
- (23) (BfS 2008), p.21 und p.2: Ob dies auf eine Beeinflussung des Metabolismus der Tiere durch die Exposition zurückgeführt werden kann, wurde in einem gesonderten Projekt untersucht [Fazit dieser Studie: (...) dass es bei hohen SAR-Werten zu metabolischen Effekten kommt]
- (29) (SSK 2011), p.10: Zusammenhang zwischen der mit Personendosimetern erfassten individuellen Exposition (...) und dem Befinden von 3 022 Kindern und Jugendlichen (...) kein Zusammenhang zwischen der RF-EMF-Exposition und chronischen sowie akuten Beschwerden wie Kopfschmerzen, Gereiztheit, Nervosität, Schwindel, Angst, Einschlafprobleme und Müdigkeit (...).
- (30) (BfS 2008), p.44: Es wurde kein Zusammenhang zwischen geschätzter Feldstärke und Kinderleukämie gefunden. Dies gilt sowohl für die geschätzte Gesamtexposition als auch für die Exposition durch Mittelwellensender oder UKW/TV Sender und für alle Leukämieuntergruppen.
- (31) (BfS 2008), p.46: Erste vorläufige Ergebnisse zeigten übereinstimmend kein erhöhtes Risiko für ein Uvealmelanom in Zusammenhang mit der Nutzung von Mobiltelefonen. Eine endgültige Interpretation ist aber erst möglich, sobald mögliche systematische Fehler (Selektion und Expositionsfehler) näher untersucht sind.
- (32) (BfS 2008), p.47: Insgesamt zeigen die Ergebnisse der deutschen Studie kein erhöhtes Risiko für Gliome, Meningiome oder Akustikusneurinome bei einer Nutzung eines Mobiltelefons von weniger als zehn Jahren. Für Langzeitnutzer von zehn Jahren und mehr bietet die deutsche Studie nur sehr kleine Fallzahlen: hier wird kein erhöhtes Risiko für Meningiome oder Akustikusneurinome



beobachtet und ein nicht signifikant erhöhtes Risiko für Gliome.

- (50) Es zeigten sich keine Hinweise auf negative Auswirkungen der Expositionen auf Verhalten, Lernen und Gedächtnis. Hinweise auf ein erhöhtes Tumorrisko aufgrund der HF-Exposition ergaben sich ebenfalls nicht.
- (51) Die Ergebnisse der Pilotstudie von Tillmann et al. (2010) konnten prinzipiell bestätigt und erweitert werden (...) Erhöhte Tumorinzidenzen fanden sich vor allem für das Bronchiolo-Alveolar Karzinom/Adenom und das hepatozelluläre Karzinom/Adenom. In der vorliegenden Studie wurden auch erhöhte Lymphom-Inzidenzen festgestellt.
- (52a) Insgesamt wurden keine Hinweise auf genotoxische oder chromosomenschädigende Effekte (...) in menschlichen Fibroblasten gefunden.
- (52b) Es ergaben sich keine Hinweise auf oxidative DNA-Schäden oder die besondere Empfindlichkeit einer Altersgruppe.
- (53a) Insgesamt zeigen die Daten, (...) dass die Hirnaktivität (...) des Wach- und des Schlaf-EEGs zwischen den Expositionsbedingungen variieren kann. Diese leichten physiologischen Veränderungen zeigen sich jedoch in der Regel weder für Verhaltensparameter noch für Symptome.
- (53b) Angesichts der Tatsache, dass die Hirnaktivität im Wachzustand und im Schlaf alters- und geschlechtsspezifisch variiert, ist unklar, inwieweit diese Ergebnisse, die für junge gesunde Männer beobachtet wurden, auf andere Altersklassen und auf Frauen übertragen werden können.
- (54a) (...) verminderte Fruchtbarkeit bei Menschen, die häufig ein Handy nutzen. Diese ist aber höchstwahrscheinlich durch die Lebensweise (...) und nicht durch elektromagnetische Felder verursacht.
- (54b) (...) Untersuchungen an Tieren zeigen (...) teilweise widersprüchliche Ergebnisse. Studien, die den qualitativen Ansprüchen einer guten wissenschaftlichen Praxis entsprechen, zeigen keinen gesundheitlich relevanten Einfluss (...).
- (56a) In der Mehrzahl der Mobilfunk-Studien zum spontanen Wach-EEG wurden Veränderungen im Alphafrequenzbereich registriert. Für TETRA liegt lediglich ein Abschlussbericht (...) vor (...). Es zeigten sich keine Expositionseffekte.
- (56b) (...) kognitive Funktionen vor. Die Studienergebnisse sprechen sowohl für als auch gegen einen Effekt, wobei der Einfluss des Alters und des Geschlechts (...) in den wenigsten Studien berücksichtigt wurde. (...) Studien zu kognitiven Funktionen unter TETRA Exposition an Frauen und älteren Probandinnen und Probanden fehlen komplett.
- (79) Insgesamt konnte mit dieser Arbeit gezeigt werden, dass durch Mobilfunkstrahlung mit Frequenzen der verbreiteten Modulationen GSM, UMTS und LTE sowie SAR-Werten, die unterhalb und oberhalb des empfohlenen Sicherheitsstandards liegen und typischerweise bei Handytelefonaten auftreten, keine Effekte in Zellen des blutbildenden Systems unter den gegebenen Versuchsbedingungen induziert wurden
- (SSK 2011), p.24: Insgesamt gibt es keine ausreichende Evidenz für eine Beeinflussung der Blut-Hirn-Schranke durch Mobilfunkexpositionen im Bereich der Grenzwerte
- (SSK 2011), p.29: Auch die immer wieder durchgeführten Untersuchungen zu Effekten auf verschiedene Blutparameter (z. B. Reticulozyten, „Geldrolleneffekt“), z. B. vor und nach der Errichtung einer Mobilfunk-Basisstation, sind aus Sicht des Robert-Koch-Instituts „spekulativ und basieren nicht auf einem validierten diagnostischen Ansatz“
- (SSK 2011), p.30: sehr unwahrscheinlich (...) dass durch Mobilfunkexpositionen bis zu den Grenzwerten negative Auswirkungen auf Reproduktion und Entwicklung zu erwarten sind
- (SSK 2011), p.21: Die Zusammenschau dieser Beiträge ergibt somit eine unzureichende Evidenz für die Kanzerogenität von Mobilfunkexpositionen
- (SSK 2011), p.15: (...) kein Bedarf gesehen, den Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf das visuelle System weiter zu untersuchen (...) keine akuten negativen Auswirkungen des Mobilfunks auf das Hörsystem zu erwarten



6.2.2 Dosimetrie / Exposimetrie

- (Projekt 3) (BfS 2008), p.12: Eine Überprüfung der Validität des Expositionssurrogats (...) durch die Messwerte mit Hilfe der Personendosimeter (...) ergab eine sehr geringe Übereinstimmung.
- (Projekt 24) (BfS 2008), p.51: In einer durchgeführten Messkampagne, in der vornehmlich Standorte mit kombinierten GSM und UMTS Sendeanlagen untersucht wurden (...) lagen die Medianwerte drei bis vier, die höchsten Werte mehr als eine Größenordnung unter den Grenzwerten. (...) nur geringe tageszeitliche Schwankungen in Höhe von 2,1 dB (Faktor 1,6).
- (Projekt 25) (BfS 2008), p.52: (...) dass die Ablösung der analogen Fernsehsender durch DVB-T keine generelle Verminderung der Exposition der allgemeinen Bevölkerung mit sich bringt. Im Gegenteil (...) verfünfacht hatte. Auch am Punkt mit dem höchsten Messwert wurden die Grenzwerte (...) um mehr als 2 Größenordnungen unterschritten.
- (Projekt 26) (BfS 2008), p.52: (...) Untersuchungen an WLAN Hot-Spot (...) Die (...) höchsten Werte lagen im Bereich von 100 – 200 mW/m² [näher als 30 cm zur Antenne]. (...) Die räumlich und zeitlich gemittelten Werte lagen etwa ein bis zwei Größenordnungen (Faktor 10 bis 100) darunter.
- (Projekt 27) (BfS 2008), p.52: Für den Bereich Mobilfunk standen zu Beginn des DMF keine geeigneten Personendosimeter zur Verfügung
- (Projekt 28) (BfS 2008), p.55: (...) Expositionen (...) Babyphone, Sendeleistung 500 mW (...) ergaben 0,07 W/kg bzw. 0,13 W/kg.
- (Projekt 33a) (SSK 2011), p.9: Die Altersabhängigkeit der dielektrischen Gewebeeigenschaften führte nicht zu einer (...) Veränderung der (...) 10 g (...) Teilkörper-SAR.
- (Projekt 33b) (SSK 2011), p.9: Auch die Unterschiede der Kopfgeometrien zwischen Kindern und Erwachsenen beeinflussten die Teilkörper-SAR nicht in systematischer Weise.
- (Projekt 33c) (SSK 2011), p.9: Bei einzelnen, tief im Gehirn liegenden Regionen kann die über die Gehirnregionen Hypothalamus, Pinealdrüse und Hippocampus sowie das Auge gemittelte SAR bei Kindern (...) höher liegen als bei Erwachsenen.
- (Projekt 34a) (SSK 2011), p.14: bei keinem der analysierten biologischen Systeme nicht-lineare Effekte in Abhängigkeit von der außen angelegten Feldstärke (...) keine Anhaltspunkte für das Auftreten von resonanten Phänomenen an Zellmembranen.
- (Projekt 34b) Es ist allerdings fraglich, ob mit den eingesetzten Untersuchungsmethoden potenzielle, noch nicht bekannte mikroskopische Wechselwirkungen (...) aufzudecken gewesen wären (2011; p.14)
- (Projekt 57) Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass beim typischen Einsatz von TETRA Funkgeräten im BOS-Netz (...) keine Überschreitung der geltenden Grenzwerte gefunden wurde. Dies gilt grundsätzlich auch für die eher untypischen Anwendungsfälle.
- (Projekt 59) Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass bei äußeren Feldstärken entsprechend der ICNIRP 2010 Referenzwerte, in ungünstigen Situationen, die intrakorporalen elektrischen Feldstärken (...) die Basiswerte für periphere Gewebe überschreiten.
- (Projekt 61) Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens verbessern die Voraussetzungen für den Strahlenschutz und die Strahlenschutzvorsorge in einem bislang noch wenig genutzten und untersuchten Frequenzbereich.
- (Projekt 62) Mit den Basisstationen der neuen Mobilfunktechniken LTE und TETRA-BOS ist eine Immissionszunahme verbunden. Die Gesamtimmission (...) bewegt sich (...) auch im näheren Umfeld von Basisstationsstandorten (...) auf niedrigem Niveau (...). Auch weiterhin wird die Exposition (...) hauptsächlich durch körpernah betriebene Sender (Handy, Smartphone) bestimmt.
- (Projekt 63) Kleine (...) Lesegeräte (...) nach dem Prinzip der induktiven Kopplung (...) erwiesen sich aus strahlenschutztechnischer Sicht als unproblematisch. (...) zeigten sich bei LF-Lesegeräten mit Reichweiten bis ca. 80 cm (Arbeitsfrequenz typisch ca. 120-125 kHz), bei Annäherung an die Antenne auf weniger als 20 cm teilweise Überschreitungen des Basiswertes.



- (Projekt 64) Zumindest derzeit sind die Expositionen oftmals geringer als die Expositionen, die auf Mobilfunk-Basisstationen zurückzuführen sind (...) Von den aktuellen Endgeräten erzeugen die Outdoor Units erwartungsgemäß deutlich geringere Expositionen als Indoor Units. Letztere können signifikante Expositionen verursachen, die - allerdings in eher untypischen Gebrauchssituationen - auch über den empfohlenen Grenzwerten liegen können.
- (Projekt 65a) Kabellose Headsets (maximal Bluetooth Klasse II) führen zu sehr geringen, von der Sendeleistungsregelung des Mobilfunkendgeräts und vom jeweiligen Mobilfunksystem unabhängigen Expositionen.
- (Projekt 65b) Bei der Verwendung kabelgebundener Headsets können unter ungünstigen Bedingungen im Kopf lokal SAR10g-Werte auftreten, die höher sind als die Werte, die im gleichen Frequenzband beim Gebrauch des Mobiltelefons direkt am Kopf bzw. Ohr entstehen.
- (Projekt 66a) (...) dass der empfohlene Höchstwert für die Basisgröße SAR von 0,08 W/kg bei Expositionen in Höhe der (...) Referenzwerte aufgrund einer erhöhten Absorption in Kindern in bestimmten Frequenzbereichen überschritten werden kann.
- (Projekt 66b) ist mit den im Rahmen des Projekts erzielten Ergebnissen kein aktuelles Strahlenschutzproblem für die allgemeine Bevölkerung verbunden.
- (Projekt 78) Junge Menschen in Deutschland nutzen Mobiltelefone regelmäßig und mit hoher Intensität. Die gemessene Exposition gegenüber Radiofrequenzstrahlung unterschreitet die gültigen Grenzwerte jedoch nach wie vor um ein Vielfaches. (...) Bei den Teilnehmern der Dosimetermessung lag die mittlere Exposition über 24 Stunden bei 0,20% des gültigen Grenzwerts.



7. Anhang Frankreich

7.1 Projektliste

- A1 Réponses Cellulaires aux Expositions Millimétriques
- A2 Effets in vivo de signaux radiofréquence WiMAX et LTE
- A3 Evaluation des effets des CEM de la téléphonie mobile sur la reproduction chez le rat.
- A4 Etude du système sensitif de sujets se plaignant d'hypersensibilité électromagnétique
- A5 Définitions d'indicateurs pour la caractérisation des expositions aux champs radiofréquences
- A6 MOBI-KIDS: Technologies de communication, environnement et tumeurs cérébrales chez les jeunes
- A7 Etude de faisabilité en France de l'étude COSMOS: «International Cohort Study of Mobile Phone Users and Health»
- A8 Analyse et Caractérisation de l'Exposition des très jeunes enfants aux systèmes de communication sans fil LTE
- A9 Exposition aux champs électromagnétiques des professionnels en bibliothèque et médiathèque
- A10 Effet des champs électromagnétiques GSM sur des modèles de vulnérabilité cérébrale: développement et neuro-inflammation
- A11 Analyse moléculaire et cellulaire des effets des radiofréquences sur les membranes des cellules
- A12 Exposition aux radiofréquences des enfants de la cohorte ELFE
- A13 Sensibilité électromagnétique: étude de faisabilité
- A14 Réponses physiologiques d'adaptation ou d'évitement du rat juvénile exposé aux ondes radiofréquences type antenne relais
- A15 Caractérisation de l'exposition aux radiofréquences (RF) induite par les nouveaux usages et les nouvelles technologies des systèmes de communications mobiles
- A16 Effets des ondes GSM 1800MHz sur les cellules microgliales et la neurotransmission dans un contexte neuroinflammatoire
- A17 Etude en temps réel des effets cellulaires globaux des champs radiofréquences
- A18 Représentation du risque et coproduction de savoirs experts et profanes dans la résolution des controverses liées aux radiofréquences en France et au Québec.
- A19 Intolérance Environnementale Idiopathique avec attribution aux champs électromagnétiques (IEI-CEM): Etude des systèmes endocrinien, nerveux sympathique et immunitaire
- A20 Enregistreur automatique de la puissance en voie montante sur Mobile
- A21 DEfinition Moléculaire de l'ElecTrosensibilité humaine et Evaluation du Risque
- A22 Dispositif portable de mesure de l'exposition EM d'une source proche en voie montante
- A23 Sensibilité du cerveau aux ondes électromagnétiques (4G) à différents âges chez le Rat: persistance d'un souvenir et mécanismes épigénétiques associés
- A24 Etude préliminaire pour la conception d'un espace d'exploration du sensible en environnement électromagnétique contrôlé
- A25 Recherche sur la Définition de l'Hypersensibilité ÉlectroMagnétique
- A26 Amélioration de la précision des mesures personnelles aux fréquences radio et caractérisation des niveaux d'exposition dans divers environnements et différents pays
- A27 EXposition des Travailleurs aux champs électromagnétiques Industriels
- A28 MODulaTion dU Signal RF et effets sur le cerveau: approche in vivo et in vitro
- A29 Effets des ondes GSM 1800MHz sur des réactions neuroinflammatoires aigues ou chroniques
- A30 Troubles de la santé et représentations de l'environnement et des technologies: un état des lieux de l'hypersensibilité électromagnétique en France
- A31 Réponse cellulaire à la co-exposition de radiofréquence (RF) et solaire ultraviolet (UV) chez l'homme modèle in vitro de la peau



- A32 Système autonome de caractérisation de l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences issus des stations de base de téléphonie mobile, hybridant acquisition collaborative sur Smartphones et simulation numérique
- A33 Caractérisation de l'exposition résidentielle aux ondes RF
- A34 sourcEs pré-déformées pour des analyses haute résolution de l'impaCt du rayonnement radiofréquence sur L'Actlvité cérébRale
- A35 Étude Longitudinale à radioFréquences Et problèmes du Sommeil chez les enfants
- A36 Evaluation des effets génotoxiques de l'exposition chronique aux radiofréquences sur microtissus en 3D
- A37 L'étude des interactions entre les champs électromagnétiques et le vivant
- A38 Développement d'un scanner de débit d'absorption spécifique à haute résolution basé sur un capteur électro-optique
- A39 Mobi-Expo

7.2 Zitatliste

7.2.1 Biologisch-Gesundheitliche Projekte

- (A1a) (ANSES 2015), p.3: Au final, nos travaux ne montrent aucune modification de l'expression génétique tant que l'on reste à des niveaux de puissance ne générant pas d'effet thermique.
- (A1b) (ANSES 2016b), p.88: Par contre, dans le cas particulier d'application où les antennes seraient placées à même la peau (« réseaux corporels »), les données montrent qu'il serait sans doute nécessaire de réévaluer les normes préconisées.
- (A1c) (ANSES 2017b), p.10: En effet, nos travaux ne présagent en rien de l'innocuité de ces ondes en ce qui concerne les effets à long terme, ou les effets sur l'activité électrique des neurones.
- (A8c) (ANSES 2017b), p.3: Ces travaux ont montré que les variations de position (...) autour d'une position d'usage ont un impact limité (...) pour l'exposition corps entier (WBSAR). En revanche, l'impact de ces variations de position est plus important sur l'exposition locale.
- (A10a) (ANSES 2016b), p.89: Une diminution significative de l'activité exploratoire du rat adolescent et adulte a été montrée à la suite d'expositions gestationnelles aux CEM-RF. Ce résultat est important puisqu'il met en évidence une période de vulnérabilité particulière face aux expositions aux CEM-RF, qui s'accompagne d'effets à long terme.
- (A10b) (ANSES 2017b), p.22: Dans cette étude, les niveaux de CEM supérieurs aux limites réglementaires suggèrent l'existence d'interactions avec le tissu biologique et de possibles effets sanitaires pour des DAS cumulés élevés.
- (A11) (ANSES 2017b), p.26f: Bien que la fraction de lipides oxydés soit très faible dans le cas des GSM, les résultats des expériences ont été très reproductibles et la significativité statistique très élevée compte tenu du nombre d'échantillons (...) Nous pensons alors que les effets observés et les mécanismes décrits dans MARFEM sont peut-être généraux, c'est-à-dire qu'ils peuvent être causés par des ondes électriques électromagnétiques de forme et d'amplitude très différentes.
- (A14a) (ANSES 2017a, p.36: L'organisme est sensible à une exposition aux champs électromagnétiques et la considère comme une astreinte, comme en témoigne la stratégie d'évitement de l'animal. Ainsi, bien que l'exposition soit chronique, les animaux n'ont pas mis en place de réponses adaptatives durables et adéquates face à ce stress environnemental.
- (A14b) (ANSES 2017b), p.7: (...) le sommeil paradoxal (stade le plus sensible) n'est pas affecté par l'exposition. Ainsi, les modifications hypniques permettraient à l'organisme de s'adapter sans compromettre son homéostasie.



- (A16a) ANSES (2017a, p. 26f: Ces effets des RF sont statistiquement significatifs 24 h après exposition chez les animaux prétraités au LPS, puis ils disparaissent et ne sont plus détectables 72 h après les expositions. De plus, ils ne sont pas observés chez des rats exposés au RF en l'absence de traitement préalable par le LPS (absence d'état neuroinflammatoire au moment de l'exposition). (...) L'ensemble de ces résultats met en évidence des effets des champs GSM-1800 MHz sur le SNC.
- (A16b) (ANSES 2017b), p.24: Nos résultats sont donc en faveur d'une prise en compte de la prévalence marquée des états neuroinflammatoires aigus ou chroniques dans la population pour l'évaluation des risques
- (A17) (ANSES 2017b), p.13: Les premiers résultats pointent une absence d'effet des champs RF sur le comportement cellulaire (adhésion, croissance, réaction à une stimulation chimique), et ce quelle que soit la modulation étudiée.
- (1) (Ait-Aïssa, Billaudel et al. 2010), p.592: Comparison among sham and exposed groups revealed no significant differences, suggesting that in utero and post-natal exposure to Wi-Fi did not damage the brains of the young rats.
 - (2) (Ait-Aïssa, Billaudel et al. 2012), p.410: No change in humoral response of young pups was observed, regardless of the types of biomarker and SAR levels.
 - (3) (Ait-Aïssa, Billaudel et al. 2010), p.410: our observations suggest a lack of adverse effects of Wi-Fi exposure on delivery and general condition of the animals
 - (4) (Ait-Aïssa, de Gannes et al. 2013), p.707: No significant difference was observed among exposed and sham-exposed groups. These results suggest that repeated exposure to WiFi during gestation and early life has no deleterious effects on the brains of young rats
 - (5) (Barthelemy, Mouchard et al. 2016), p.25343: Our data corroborates previous studies indicating RF EMF-induced astrogliosis. This study suggests that RF EMF-induced astrogliosis had functional consequences on memory but did not demonstrate that it was secondary to neuronal damage.
 - (6) (Petidant, Lecomte et al. 2016), p. 338: Our results did not show any neurobiological impairment in healthy and vulnerable RF EMF-exposed rats compared to their sham-exposed controls. These data did not support the hypothesis of a specific cerebral sensitivity to RF EMF of adolescents, even after a neurodevelopmental inflammation
 - (7) (Bouji, Lecomte et al. 2012), p.444: our data showed an age dependency of reactivity to GSM exposure in neuro-immunity, stress and behavioral parameters. Reproducing these effects and studying their mechanisms may allow a better understanding of mobile phone EMF effects on neurobiological parameters
 - (8) (Bouji, Lecomte et al. 2016), p.841: This study which is the first to assess RF EMF exposures during late aging did not support the hypothesis of a specific cerebral vulnerability to RF EMF during senescence.
 - (20) (Haas, Le Page et al. 2016), p.444: Our results showed no impact of MMW exposure on protein expressions (...) Moreover, no specific cell sub-populations were found to express one of the studied markers at a different level, compared to the rest of the cell populations. However, a slight insignificant increase in HSP70 expression and an increase in protein expression variability within cell population were observed in exposed cells, but controls showed that this was related to thermal effect.
 - (21) (Habauzit, Le Quement et al. 2014), p.1: (...) when temperature is artificially maintained constant, no modification in gene expression was observed after MMW exposure. However, a heat shock control did not mimic exactly the MMW effect, suggesting a slight but specific electromagnetic effect under hyperthermia conditions.
 - (22) (Soubere Mahamoud, Aite et al. 2016), p.1: Using a microarray-based approach, we analyzed modifications to the whole genome of a human keratinocyte model that was exposed at 60.4 GHz-MMW (...) Treatment with 2dG induced a strong modification of the gene expression profile,



but the MMW effect on gene expression was weaker. No genes were modified when the cells were exposed to MMW alone under athermic conditions. When cells were co-treated with MMW and 2dG, only six genes were identified and validated (...) Together, the differentially expressed genes indicated activity through the JAK/STAT signaling pathway (p.10)

- (23) (Moretti, Garenne et al. 2013), p.571: In this pilot study on 16 cultures, there was a 30% reversible decrease in firing rate (FR) and bursting rate (BR) during a 3 min exposure to RF.
- (24) (Le Quement, Nicolas Nicolaz et al. 2012), p.156: In conclusion, only five transcripts were found to be significantly affected. Compared to other microarray analyses studying the effect of pollutants or drug treatments, the number of responsive genes in the present study is extremely modest. Moreover, the gene expression modification is transient (mostly after 6 h of exposure) and with a limited amplitude (generally with a FC close to 2). One can only wonder about the consequence on human health, of such subtle changes at cellular level. Thus, we can consider that MMW (continuous wave at 60.4 GHz, 1.8 mW/cm²) do not have any dramatic impact on primary human keratinocyte cultures.
- (25) (Le Quement, Nicolaz et al. 2014), p.444: Our results show that MMW exposure at 20 mW/cm² inhibits TG-induced BIP and ORP150 over expression. Experimental controls showed that this inhibition is linked to the thermal effect resulting from the MMW exposure.
- (40) (Andrianome, Hugueville et al. 2016), p.175: Despite significantly different sleep scores between the two groups, with a lower score in the IEI-EMF group ($P<0.001$), no statistical difference was found between the two groups for saliva melatonin ($P>0.05$) and urine aMT6s ($P>0.05$).
- (41) (Andrianome, Gobert et al. 2017), p.1: In conclusion, the HRV and SC profiles did not significantly differ between the EHS and control populations under no exposure. Exposure did not have an effect on the ANS parameters we have explored.

7.2.2 Dosimetrie / Exposimetrie

- (A5) Enfin, un indicateur global d'exposition a été défini, combinant l'exposition des terminaux mobiles et celle des stations de base. Des scénarios typiques ont été définis et analysés avec cet indicateur ((ANSES 2015), p.5)
- (A8a) le WBSAR (...) des très jeunes enfants est supérieur à celui des adultes. Ces résultats sont cohérents avec ceux disponibles dans la littérature scientifique (ANSES 2017a, p.12)
- (A8b) Vis-à-vis de l'exposition du cerveau, les travaux montrent que (...) l'utilisation des propriétés diélectriques des tissus adultes (...) peut entraîner une sous-estimation de l'exposition (ANSES 2017a, p12f)
- (A38) Avec la sonde électro-optique (EO) millimétrique développée (...) ont démontré la mesure ultra large bande de trois composantes du vecteur champ électrique (...) Cette sonde EO, couplée à un scanner haute résolution synchronisé, a permis de caractériser vectoriellement le rayonnement en champ proche d'une antenne radiofréquence (...) L'outil de mesure développé permet la caractérisation vectorielle du champ électrique sur une très large bande de fréquences (jusque plus de 10 GHz) (...) De plus, la sonde de mesure est entièrement diélectrique et de permittivité effective très proche de celle des milieux biologiques rendant ainsi le capteur quasiment invisible d'un point de vue électromagnétique (ANSES 2017b, p.13f)
- (A39) Le nombre et la durée des appels sont plus élevés chez les filles que chez les garçons (...), chez les 20-24 ans que chez les 10-14 ans (...), et chez les classes sociales défavorisées que chez les classes sociales aisées (...) Concernant les comparaisons avec les réponses au questionnaire (...) le nombre d'appels est en moyenne sous-estimé par les participants (...), tandis que la durée des appels est surestimée (...). Les ratios varient de manière significative selon le pays, l'âge, le niveau d'études et le niveau d'utilisation déclaré du téléphone (ANSES 2017b, p.4f).



- (Aerts, Plets et al. 2015), p.2639: exposure of a mobile-phone user who is either connected to the outdoor macrocell network or to an in-train small cell (...) For Global System for Mobile Communications (GSM) technology at 1800 MHz, we found that by connecting to a small cell, the brain exposure of the user could realistically be reduced by a factor 35 and the whole-body exposure by a factor 11.
- (Boriskin, Zhadobov et al. 2013), p.2005: These advantages make the proposed CRA an excellent candidate for 60-GHz short-range exposure systems for in vitro bioelectromagnetic studies
- (Dahdouh, Varsier et al. 2016), p.1500: a novel method for building 3D heterogeneous young children models combining results obtained from a semi-automatic multi-organ segmentation algorithm and an anatomy deformation method (...) The results lean to show the existence of a relationship between age and whole body exposure. The results also highlight the necessity to specifically study and develop measurements of child tissues dielectric properties.
- (Goedhart, Vrijheid et al. 2015), p.538: Results indicated that participants on average underestimated the number of calls they made, while they overestimated total call duration. Participants held the phone for about 90% of total call time near the head, mainly on the side of the head they reported as dominant.
- (Li, Chen et al. 2015), p.10: (...) we developed one 12-month-old male whole body model and one 17-month-old male head model from magnetic resonance images. The whole body and head models contained 28 and 30 tissues, respectively, at spatial resolution of 1mmx1mmx1 mm (...) Current safety guidelines for infant exposure to radiofrequency electromagnetic fields may not be conservative.
- (Liorni, Parazzini et al. 2016), p.3237: the maximum values of the whole-body SAR (WB SAR) have been found to be 9.5 mW kg⁻¹ in uplink mode and 65 µW kg⁻¹ in downlink mode (...) change in the position of both the 3G tablet and the 3G femtocell significantly influences the infant exposure
- (Phan-Huy, Kokar et al. 2014) p.1190: We therefore conclude that the human exposure to radio frequency radiations induced by connected object using the emerging technology of compact multi-port antennas is not large.
- (Viel, Clerc et al. 2009), p.550: we found that exposures from GSM and DCS base stations increase with distance in the near source zone, to a maximum where the main beam intersects the ground.
- (Viel, Cardis et al. 2009) p.1150: Total field, cordless phones, WiFi-microwave, and FM transmitters stood apart with a proportion above the detection threshold of 46.6%, 17.2%, 14.1%, and 11.0%, respectively. The total field mean value was 0.201 V/m, higher in urban areas, during daytime, among adults, and when moving.
- (Viel, Tiv et al. 2011), p.510: We found evidence for statistically significant variability of individual RF exposure across days of the week, though the relative magnitude of the differences observed was small.
- (Zhadobov, Augustine et al. 2012), p.354: It was experimentally demonstrated that the permittivity values of free water can be used for the numerical modeling of the culture medium for frequencies above 10 GHz. However, at lower frequencies a substantial increase in losses related to the ionic conductivity should be carefully taken into account.
- (Zhadobov, Sauleau et al. 2012), p.62f: A near-field configuration of a 60-GHz exposure system for in vitro studies has been proposed, and the positioning of the tissue culture plate relative to the antenna was optimized to maximize the mean-to-peak SAR ratio while achieving incident power densities up to several tens of mW/cm².
- (Zhadobov, Alekseev et al. 2017), p.11: Here we propose a methodology for accurate local temperature measurement and subsequent specific absorption rate (SAR) retrieval using microscale thermocouples (TC) (...) Moreover, we demonstrated the possibility of accurate measurement of MMW-induced thermal pulses (up to 10 °C) using 25mm TC.



8. Anhang Nederlande

8.1 Projektliste

- 1 Physical warming by electric fields
- 2 Physiological changes induced by EMF "hot spots"
- 3 Exposure of children to EMF
- 4 Individual exposure to EMF
- 5 EMF effect on embryonic development
- 6 Dutch cohort study on mobile phone and health: COSMOS+
- 7 Non-specific physical symptoms in relation to EMF
- 8 Children's cognitive function and exposure to EMF
- 9 Testing people at home for sensitivity
- 10 Health effects of exposure to MRI-related EMF
- 11 Large cohort study on health effects of EMF exposure
- 12 Electro sensitivity research in MANSION study

8.2 Zitatliste

8.2.1 Biologisch-Gesundheitliche Projekte

- (1) (Baliatsas, van Kamp et al. 2011), p.421: Perceived proximity to BS, psychological components and socio-demographic characteristics are associated with the report of symptomatology. Actual distance to the EMF source did not show up as determinant of NSPS.
- (2) (Baliatsas, Van Kamp et al. 2012), p.15: This systematic review and meta-analysis finds no evidence for a direct association between frequency and severity of NSPS and higher levels of EMF exposure. An association with perceived exposure seems to exist, but evidence is still limited because of differences in conceptualization and assessment methods.
- (3) (Baliatsas, Bolte et al. 2015), p.331: Perceived exposure had a poor correlation with the actual exposure estimates. No significant association was found between modelled RF-EMF exposure and the investigated outcomes. (...) no convincing evidence for an association between everyday life RF-EMF exposure and NSPS and sleep quality in the population.
- (4) (Baliatsas, van Kamp et al. 2016), p.715: Using clinically defined outcomes and a time difference of N6 years it was demonstrated that RF-EMF exposure to MPBS was not associated with the development of NSS. Nonetheless, there was some indication for a higher risk of NSS for the MPBS-sensitive group, mainly in relation to exposure to UMTS, but this should be interpreted with caution.
- (5) (Birks, Guxens et al. 2017), p.122: Maternal cell phone use during pregnancy may be associated with an increased risk for behavioral problems, particularly hyperactivity/inattention problems, in the offspring. The interpretation of these results is unclear as uncontrolled confounding may influence both maternal cell phone use and child behavioral problems.
- (6) (Guxens, Vermeulen et al. 2016), p.364: We found inconsistent associations between different sources of RF-EMF exposure and cognitive function in children aged 5–6 years.
- (7) (Huss, van Eijnsden et al. 2015), p.1: Given the different results across the evaluated RF-EMF exposure sources and the observed association between mobile phone use and the negative control sleep scale, our study does not support the hypothesis that it is the exposure to RF-EMF that is detrimental to sleep quality in 7-year old children, but potentially other factors that are related to



mobile phone usage.

- (8) (Martens, Slottje et al. 2017), p.8: The results of our nationwide prospective study showed that not modeled exposure but perceived exposure to mobile phone base stations is a predictor of non-specific symptoms and sleep disturbances. Awareness of the presence of mobile phone base stations in the home environment may play an indirect role in symptom reporting, through effects on perceived exposure.
- (9) (Slottje, van Moorselaar et al. 2017), p.395: Given the lack of scientific evidence for EHS and how low level EMF exposure could cause reported health complaints and given the finding that the majority of these professionals felt insufficiently informed about EMF and health, targeted information campaigns might assist them in their evidence based dealing with subjects who attribute symptoms to EMF.
- (10) (van Wel, Huss et al. 2017), p.8: There were no significant differences found between well-being and type of RF-EMF exposure.
- (11) (van Moorselaar, Slottje et al. 2017), p.255: During double-blind testing, no participant was able to correctly identify when they were being exposed better than chance. There were no statistically significant differences in the self-reported level of EHS at follow-up compared to baseline, but during follow-up participants reported reduced certainty in reacting within minutes to exposure and reported significantly fewer symptoms compared to baseline.
- (20) (Kuzniar, Laffeber et al. 2017), p.1: In conclusion, our extensive bioinformatics analyses of semi-quantitative mass spectrometry data do not support the notion that the short-time exposures to non-ionizing EMFs have a consistent biologically significant bearing on mammalian cells in culture.
- (21) (Woelders, de Wit et al. 2017), p.186: No conclusive evidence was found for induced embryonic mortality or malformations by exposure to the used EMFs, or for effects on the other measured parameters.
- (22) (Adibzadeh, van Rhoon et al. 2016), p.488: Evaluation of the acute effects (...) revealed no indication of any serious acute ocular effect, even though the eyes were exposed to high electromagnetic fields, leading to a high thermal dose.
- (60) (Technopolis 2015), p.18: (...) whether exposure to ELF and RF radiation induced DNA damage in mouse and human cell lines. They did not observe any significant or consistent effect and conclude that the radiation thresholds of the Dutch and European government offer adequate protection.
- (61) (Technopolis 2015), p.19: effects of EMF exposure (GSM, WLAN, DECT, and UMTS) in chicken embryos. They conclude that the results do not provide strong evidence to suggest that these fields lead to defects in embryonic development. Nonetheless, they recommend follow-up research to reproduce and validate specific observations
- (62) (Technopolis 2015), p.19: A separate study (...), analysing possible effects on immunological processes at cellular level, found no indications for an effect.
- (63) (Technopolis 2015), p.19: A separate study (...) found no impact from UMTS exposure on the development and physiological performance of honeybees.

8.2.2 Dosimetrie / Exposimetrie

(Adibzadeh, Verhaart et al. 2015), p.995: hyperthermia (HT), in which intense RF energy is focused at a target region. Deep HT in the head and neck (H&N) region involves inducing energy at 434 MHz for 60 min on target. Still, stray exposure of the brain is considerable, but to date only very limited side-effects were observed. (...) The results show that the maximum induced SAR in the brain of the patients can exceed the current basic restrictions (IEEE and ICNIRP) on psSAR10g for occupational environments by 14 times. Even considering the high local SAR in the brain, evaluation of



acute effects by the common toxicity criteria (CTC) scores revealed no indication of a serious acute neurological effect.

(Adibzadeh, Bakker et al. 2015), p.66: The results show that the variation in the averaged SAR among the heads can reach up to 16.4 dB at a 1 cm³ cube inside the brain (...). In conclusion, we show head morphology as an important uncertainty source for dosimetric studies of mobile phones. Therefore, any dosimetric analysis dealing with RF dose at a specific region in the brain (e.g., tumor risk analysis) should be based upon real morphology

(Adibzadeh, van Rhoon et al. 2016), p.488: Our results show that the basic restrictions on the peak 10 g spatial-averaged SAR (10 W kg⁻¹) and peak tissue temperature increase (1 °C) are exceeded by up to 10.4 and 4.6 times, on average (...). Evaluation of the acute effects (...) revealed no indication of any serious acute ocular effect, even though the eyes were exposed to high electromagnetic fields, leading to a high thermal dose.

(Aerts, Joseph et al. 2016), p.482: relative error of less than 3.5 dB are achieved on a data set featuring a closed measurement ring around a decently sized area (1 km², with an average minimum distance of the encircled area to the ring of less than 100 m).

(Bakker, Paulides et al. 2010), p.3115: A sensitivity study showed an expanded uncertainty of 53% (SARwb) and 58% (SAR10g) due to variations in simulation settings and tissue properties. In this study, we found that the basic restriction on the SARwb is occasionally exceeded for children, up to a maximum of 45% in small children. The maximum SAR10g values, usually found at body protrusions, remain under the limit for all scenarios studied. Our results are in good agreement with the literature, suggesting that the recommended ICNIRP reference levels may need fine tuning.

(Bakker, Paulides et al. 2011), p.4967: Finite-difference time-domain modeling was used to calculate T (incr,max) in six children and two adults exposed to orthogonal plane-wave configurations. Considering the uncertainties in the model parameters, we found that a peak temperature increase as high as 1 °C can occur for worst-case scenarios at the ICNIRP reference levels.

(Beekhuizen, Vermeulen et al. 2013), p.202: The average measured GSM900 field strength was 0.21 V/m, and UMTS 0.09 V/m. The model underestimated the GSM900 field strengths by 0.07 V/m, and slightly overestimated the UMTS field strengths by 0.01 V/m. NISMap provides a reliable way of assessing environmental RF-EMF exposure for epidemiological studies of RF-EMF and health in urban areas.

(Beekhuizen, Vermeulen et al. 2014), p.22: We found a Spearman correlation of 0.73 between modelled and measured total downlink RF-EMF from base stations. The average modelled and measured RF-EMF were 0.053 and 0.041 mW/m², respectively, and the precision (standard deviation of the differences between predicted and measured values) was 0.184mW/m². Incorporating information on building characteristics did not improve model predictions. Although there is exposure misclassification, we conclude that it is feasible to reliably rank indoor RF-EMF from mobile phone base stations for epidemiological studies.

(Beekhuizen, Heuvelink et al. 2014), p.148: The uncertainty in modelled RF-EMF levels was large with a median coefficient of variation of 1.5. Uncertainty in receptor site height, building damping and building height contributed most to model output uncertainty. For exposure ranking and classification, the heights of buildings and receptor sites were the most important sources of uncertainty.

(Beekhuizen, Kromhout et al. 2015), p.1: The model outcomes were compared with outdoor measurements taken in Amsterdam, the Netherlands. Results showed good agreement between modelled and measured RF-EMF when 3D building data and basic antenna information (location, height, frequency and direction) were used.

(Bolte, van der Zande et al. 2011), p.652: EME Spy 121 exposimeter (...) that these measurements tend to underestimate the actual exposure. Therefore, a maximum frequency-dependent correction factor of 1.1–1.6 should be applied to the electric field.

(Bolte 2016), p. 724: The main findings are that if the biases are not corrected for, the actual exposure will on average be underestimated.



(Christ, Guldimann et al. 2012), p.695: For a generic worst-case cooktop compliant with the measurement standards, the current density exceeds the 1998 ICNIRP basic restrictions by up to 24 dB or a factor of 16. The brain tissue of young children can be overexposed by 6 dB or a factor of 2. The exposure of the tissue of the central nervous system of the fetus can exceed the limits for the general public if the mother is exposed at occupational levels. This demonstrates that the methodology for testing induction cooktops according to IEC 62233 contradicts the basic restrictions.

(Goedhart, Vrijheid et al. 2015), p.538: Results indicated that participants on average underestimated the number of calls they made, while they overestimated total call duration. Participants held the phone for about 90% of total call time near the head, mainly on the side of the head they reported as dominant.

(Goedhart, Kromhout et al. 2015), p.812: Self-reported right side users held the phone for 70.7% of the total call time on the right side of the head, and left side users for 66.2% on the left side of the head. The percentage of total call time that the use of hands-free devices (headset, speaker mode, Bluetooth) was recorded increased with increasing frequency of reported hands-free device usage.

(Huss, Murbach et al. 2016), p.62: The new units allow for a high degree of flexibility regarding choice of applied electromagnetic signal, output power level and location (at home or another environment of subjects' choosing).

(Martens, Bolte et al. 2015), p.221: These results indicate that a meaningful ranking of personal RF-EMF can be achieved, even though the correlation between model predictions and 24 h personal RF-EMF measurements is lower than with at home measurements.

(Martens, Slottje et al. 2016), p.988: We achieved a meaningful ranking of personal downlink exposure irrespective of degree of urbanisation, indicating that these models can provide a good proxy of personal exposure in areas with varying build-up.

(Urbinello, Huss et al. 2014), p.1028: We conclude that mobile monitoring of exposure from mobile phone base station radiation with PEMs is useful due to the high repeatability of mobile phone base station exposure levels, despite the high spatial variation.

(van Wel, Vermeulen et al. 2017), p.400: Low RF-EMF levels were found in a large sample of primary schools in Amsterdam, with mobile phone downlink (37.9%) and DECT (27.3%) signals being the major contributors. While our analysis indicates that presence of a WiFi router has a small influence on RF-EMF levels, absolute levels were low with WiFi signals in classrooms contributing just 4.5% of total RF-EMF levels. While the absolute RF-EMF levels were low, some influence can still be exerted by controlling indoor sources.

(Cabot, Christ et al. 2014), p.369: For the investigated cases, the exposure of the mother is always below or on the order of magnitude of the basic restriction for exposure at the reference level. When applying the reference levels for the general public, the fetus is sufficiently shielded by the mother. However, the basic restrictions for general public exposure can be exceeded in the fetus when the mother is exposed at reference levels for occupational conditions.

(Kok, Wust et al. 2015), p.169: There is a clear thermal dose-effect relation, but the pursued optimal thermal dose of 43 °C for 1 h can often not be realized due to treatment limiting hot spots in normal tissue. Modern heating devices have a large number of independent antennas, which provides flexible power steering to optimize tumor heating and minimize hot spots, but manual selection of optimal settings is difficult.



9. Anhang Schweiz

9.1 Projektliste

9.1.1 FSM-Programm

- 1 Ein ferromagnetischer Wirkmechanismus für biologische Effekte hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung
- 2 Auswirkungen elektromagnetischer Felder des Typs GSM auf Schlaf, Schlaf-EEG und regionale Hirndurchblutung
- 3 Der Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung auf die Entwicklung und Molekularbiologie des Mooses *Physcomitrella patens* und des Wurms *Caenorhabditis elegans*
- 4 Mutagenitätsuntersuchungen von GSM- und UMTS-Feldern mit dem *Tradescantia*- Kleinkerntest
- 5 Effekte niederfrequenter Signalkomponenten von Handystrahlung auf die Gehirnaktivität
- 6 Dosis-Wirkung Beziehung von GSM-Feldern (Typ Handy) auf Schlaf und Schlaf-EEG
- 7 Machbarkeits-Studie zu epidemiologischen Studien über mögliche Gesundheitseffekte durch Basisstationen
- 8 EMF und Hirn: Effekte auf zerebralen Blutfluss und Blutvolumen sowie auf neurale Aktivität
- 9 Einfluss von UMTS Radiofrequenz Feldern auf das Wohlbefinden und kognitive Funktionen bei elektrosensiblen und nicht-elektrosensiblen Personen
- 10 Apoptose in kultivierten Hirnzellen nach Hochfrequenzbestrahlung
- 11 Der Zusammenhang zwischen tatsächlicher HF Exposition und Dosimetermessungen
- 12 Das Thermosensorprotein GrpE des Hitzeschockproteinsystems Hsp70 als Target für EM. Felder
- 13 CEFALO: Internationale Fall-Kontrollstudie zu den Ursachen von Hirntumoren bei Kindern und Jugendlichen
- 14 In-vivo Studie zu Mobilfunk-Strahlung und Produktion von Radikalen
- 15 Analyse des Einflusses von HF und NF-EMF auf Signalpfade zwischen Genen und Krankheiten
- 16 Mobiltelefon: Schlaf und kognitive Leistungen
- 17 Abschätzung der durch Mobiltelefone (GSM, UMTS) induzierten niederfrequenten Ströme im menschlichen Kopf
- 18 Neuroinflammation und Mobilfunkexposition
- 19 Ursachen unterschiedlicher individueller Reaktionen auf elektromagnetische Felder
- 20 Zelluläre und molekulare Effekte gepulster elektromagnetischer Felder
- 21 Neue Ansätze, um den Beitrag von Nahkörperquellen an der persönlichen HF-Exposition zu erfassen
- 22 Identifikation und Gruppenbildung experimenteller Parameter von in-vitro Studien mit hochfrequenter EMF
- 23 Systematischer Review von Studien zur Exposition gegenüber hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung im Alltag
- 24 Biologische und gesundheitsbezogene Auswirkungen des Kontakts mit Millimeterwellen und THz – Studienergebnisse, Qualitätsaspekte und Wissenslücken

9.1.2 NFP-Programm

- 30 Bestimmung der Belastung des Fötus durch elektromagnetische Felder in unkontrollierter Umgebung
- 31 Kumulative Exposition des zentralen Nervensystems im Zeit und Frequenzbereich
- 32 Mikroskopische Untersuchungen von Zellen während der Exposition durch elektromagnetische Felder



- 33 Auswirkungen von pulsmodulierten elektromagnetischen Feldern im Mobilfunkbereich auf das menschliche Gehirn: kritische Feldparameter, Ort der Interaktion und Sensitivität in der frühen Adoleszenz
- 34 Prospektive Kohortenstudie zum Einfluss von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität
- 35 Untersuchung der Effekte von UMTS-Feldern auf die Gehirndurchblutung mit Nahinfrarot-Imaging
- 36 Effekte nichtionisierender Strahlung im Modellorganismus *Caenorhabditis elegans*
- 37 Wirkungen von elektromagnetischen Feldern *in vitro* und *in vivo*: Interaktionen mit Faktoren der Stressantwort
- 38 Gentoxische Effekte von nichtionisierender Strahlung

9.2 Zitatliste

9.2.1 Biologisch-Gesundheitliche Projekte

- (1) These results seem to indicate that if the effect seen in the mobile phone experiments is verified, it is likely the result of low frequency magnetic field components of the mobile phone signal.
- (2) Our results show for the first time that pulse modulated EMF alters waking rCBF and pulse modulation of EMF is necessary to induce waking and sleep EEG changes. Pulse modulated EMF exposure may provide a new, non-invasive method for modifying brain function for experimental, diagnostic and therapeutic purposes.
- (3) HF electromagnetic fields effect on the moss *Physcomitrella patens* were detected after continuous exposure to high intensity field (r.m.s of 353 V/m). This effect was identical to that of mild heat treatment. When a pulsed field with the same r.m.s was applied (20s/60s), the observed effect disappeared completely. *Caenorhabditis elegans* worms respond to 100 V/m HF electromagnetic fields by increasing their motility. This is in clear contrast with heat shock treatment which results in a reduction of worms motility.
- (4) Some of our experiments with electromagnetic fields generated by GSM and UMTS caused higher MCN numbers in *Tradescantia*. However, the results of all experiments are not consistent.
- (5) Subjects (...) showed significant increases and decreases in EEG power spectral density at various brainwave frequencies. The most consistent results was a demonstrated increase in electrical activity in the gamma band
- (6) Whereas sleep architecture was not affected by EMF exposure, analysis of the sleep EEG revealed a dose-dependent increase of power in the spindle frequency range in non-REM sleep. Reaction speed decelerated with increasing field intensity in the 1-back task, while accuracy in the CRT and N-back task were not affected in a dose-dependent manner. In summary, this study reveals first indications of a dose-response relationship between EMF field intensity and its effects on brain physiology as demonstrated by changes in the sleep EEG and in cognitive performance.
- (8) Borderline significant immediate responses of O₂Hb and HHb to EMF were found, i.e. within 20s during exposure (...) there is a relatively high probability that these responses are due to chance (...) no detectable response of O₂Hb or/and HHb to EMF within 40s after exposure (...) no detectable slow response of O₂Hb or/and HHb to EMF, which occurs within 20min (...) no detectable dose-response relation
- (9) (Regel, Negovetic et al. 2006), p.1270: In contrast to a recent Dutch study, we could not confirm a short-term effect of UMTS base station-like exposure on well-being. The reported effects on brain functioning were marginal and may have occurred by chance. Peak spatial absorption in brain tissue was considerably smaller than during usage of a mobile phone.
- (10) (Moquet, Ainsbury et al. 2008), p.287: No statistically significant differences in apoptosis levels

were observed between the exposed and sham-exposed cells using the three assays at any time point post-exposure. These data suggest that RF exposures, characteristic of GSM mobile phones, do not significantly affect the apoptosis levels in proliferating and differentiated murine neuroblastoma cell line N2a.

- (12) (Beyer, Christen et al. 2014), p.470: The results obtained with the different experimental protocols indicate, however, that the conformational equilibrium of GrpE is insensitive to electromagnetic fields in the tested range of frequency and field strength
- (13) dass die Resultate der CEFALO-Studie nicht auf einen ursächlichen Zusammenhang zwischen dem Mobiltelefongebrauch und dem Hirntumorrisiko von Kindern und Jugendlichen hindeuten. Allerdings war die Benutzungsdauer in dieser Studie relativ gering. Daher lassen sich keine Aussagen über längere oder intensivere Handybenutzung ableiten.
- (14) In summary, we tested single and repeated exposures to GSM-1800 and UMTS on radical stress in the brains of young adult and elderly rats (...) We found no evidence that exposure to GSM-1800 and UMTS could lead to deleterious effects through radical stress induction.
- (15) (Parham, Portier et al. 2016), p.1: RF EMF datasets were not strongly linked to any disorders but strongly linked to changes in several pathways. Based on these analyses, the most promising area for further research would be to focus on EMF and neurological function and disorders.
- (16) Somit scheint die RF-EMF Exposition während der Nacht mit der Normalisierung der kortikalen Erregbarkeit während dem Schlaf, welche durch die LWA widerspiegelt wird, zu interagieren. Diese Interaktion mit einer Normalisierungsfunktion des Schlafes hat möglicherweise negative Auswirkung auf die schlafabhängige Leistungsverbesserung.
- (18) Overall, the results obtained suggest no pro-inflammatory effects of the GSM-900 and UMTS signals in the rat brain repeatedly exposed for 4 weeks, head-only, and up to 15 W/kg (...) We, however, found a differential effect of the GSM-900 signal as compared to the UMTS signal (...) The peak power level is thus higher in the brains of rats exposed to the GSM-900 signal, and could explain the differential effect.
- (19) (...) our results imply that no biological trait exists of how subjects react to RF EMF exposure.
- (20) (FSM 2017), p.28: Zuerst wurde versucht die publizierte Reduktion der Vermehrung einer spezifischen Brustkrebszelllinie nach Behandlung mit PEMF zu bestätigen. Im Weiteren untersuchten wir, ob die PEMF-vermittelte Reduktion des Zellwachstums eine allgemeine Reaktion von Krebszellen oder eher auf ein definiertes Spektrum von Krebsarten beschränkt ist (...) haben aber weder eine Reduktion der Zellzahl noch eine Zunahme von abgestorbenen Zellen feststellen können, obwohl verschiedene Analysemethoden, Zeitpunkte und experimentelle Expositionsbedingungen getestet wurden.
- (22) (...) the lower the quality of the exposure condition, the more positive results was detected. This was true even when the three specific RF-related exposure criteria were considered, such as temperature, sham exposure and dosimetry. In particular, when moving from one quality criteria (Q1) to five (Q5) we observed an increasing negative association of positive results and number of satisfied criteria, with a significant drop in positive effects for Q5.
- (24) (...) these studies provide some evidence for that LTE exposure acutely can influence brain activity (...) the biological significance, if any, of the findings is unclear (...) a grouping of result is possible only if there is an appropriate number of studies available investigating similar biological endpoints. Since this is not the case for MMW studies a detailed analysis of the performed experiments is not feasible (...) [THz studies] Although many studies have focused on genotoxicity, gene and protein expression, or cell proliferation, the studies are still too diverse to allow conclusions regarding possible effects.
- (33a) (Negovetic and Regel 2011), p.25: Die 2-Hz und 14-Hz pulsmodulierte Exposition zu HF EMF bewirkte eine Zunahme der spektralen Leistungsdichte des Schlaf-EEG im Frequenzbereich von Schlafspindeln.
- (33b) (Negovetic and Regel 2011), p.7: Andererseits induzierte ein 2 Hz gepulstes Magnetfeld ohne



den HF EMF Teil diesen Effekt nicht. Die Schlafqualität und die Schlafstadien wurden durch keine der Behandlungen beeinflusst (...) Subkortikale Hirnstrukturen scheinen also nicht der primäre Wirkungsort von HF EMF zu sein.

- (33c) (Lustenberger, Murbach et al. 2013), p.805: The changes in the time course of SWA during the exposure night may reflect an interaction of RF EMF with the renormalization of cortical excitability during sleep, with a negative impact on sleep dependent performance improvement.
- (34) (Negovetic and Regel 2011), p.8: Die Umweltexposition gegenüber HF EMF zu Beginn der Studie zeigte keinen Zusammenhang mit Gesundheitsstörungen, die ein Jahr später registriert wurden. Auch eine Zu- oder Abnahme der individuellen HF-EMF-Exposition innerhalb eines Jahres wies keinen Zusammenhang auf mit einer entsprechenden Veränderung von Gesundheitsstörungen. Es konnte auch kein Zusammenhang zwischen Aktimeteraufzeichnungen während des Schlafes und HF-EMF-Exposition im Schlafzimmer beobachtet werden. In Bezug auf nahe am Körper liegende Strahlungsquellen gab es keinen Zusammenhang zwischen dem Gebrauch von mobilen oder drahtlosen Telefonen und gesundheitlichen Aspekten der Lebensqualität. Auch ergab die Studie keinen Hinweis darauf, dass Personen, die sich selbst als sehr empfindlich gegenüber EMF (Elektromagnetische Hypersensibilität; EHS) betrachteten, anfälliger gegenüber HF-EMF Exposition waren als nicht EHS-Personen.
- (35) (Negovetic and Regel 2011), p.7: Expositionsinduzierte Veränderungen von Blutzirkulation und Herzschlag wurden festgestellt. Kurzfristige Veränderungen waren kleiner als durch normale funktionelle Aktivierung des Gehirns ausgelöste Veränderungen. Mittelfristige Veränderungen lagen im Rahmen der funktionellen Fluktuation. Kurzfristige Veränderungen wurden nur bei der tieferen Intensität gemessen, was gegen Temperatureffekte als Ursache spricht.
- (36) (Negovetic and Regel 2011), p.8: Basierend auf den untersuchten Parametern hat HF-EMF keinen Effekt auf die zelluläre Proteinhomöostase
- (37) (Negovetic and Regel 2011), p.8: Die Resultate mit einer genetisch veränderten C. elegans zeigen, dass HF EMF die DAF-16 aktivierte Signaltransduktion zu beeinflussen scheint (...) dass HF EMF als echter Stressor wirken und Proteine des Apoptosesignalwegs induzieren könnte.
- (38) (Negovetic and Regel 2011), p.6: Die Resultate von biochemischen Analysen und der Beobachtung lebender Zellen deuten darauf hin, dass die im Comet Assay beobachteten scheinbar genotoxischen Effekte von intermittierender ELF-MF-Exposition mit grosser Wahrscheinlichkeit durch eine sekundäre zelluläre Reaktion auf das Feld ausgelöst wurden und nicht eine direkt oder indirekt durch ELF MF bewirkte DNS-Schädigung darstellten.
- (Negovetic and Regel 2011), p.46a: Zusammenfassend deuten die vorliegenden Resultate nicht auf nachteilige Auswirkungen von akuter EMF Exposition auf das Gehirn hin.
- (Negovetic and Regel 2011), p.46b: Die gemessenen Stärken der EMF induzierten Veränderungen der kortikalen Durchblutung lagen innerhalb der physiologischen Variabilität von normaler Hirnaktivität und waren im Vergleich zu Veränderungen, welche durch Stress oder physische Aktivität ausgelöst werden, klein. Sie sollten deshalb nicht Anlass zu gesundheitlichen Bedenken geben.
- (Negovetic and Regel 2011), p.46c: Auch wurden keine negativen Auswirkungen auf das Wohlbefinden oder die kognitive Leistung gefunden.
- (Negovetic and Regel 2011), p.46d: Es sollten jedoch weitere Studien durchgeführt werden, (...) um die Probandenpopulation über gesunde junge Männer hinaus auszudehnen.
- (Negovetic and Regel 2011), p.46e: Eine kleine Auswirkung auf die Kognition könnte vorhanden sein, da das 217 Hz pulsmodulierte Signal die Reaktionszeit (nicht aber die Genauigkeit der Leistung) zu reduzieren schien.
- (Negovetic and Regel 2011), p.46f: dass es kleine Auswirkungen von periodischer UMTS-EMF Exposition auf die Hirndurchblutung geben könnte.
- (Negovetic and Regel 2011), p.48a: Die Bestätigung von EMF-induzierter DNS Fragmentierung und die Erkenntnis, dass dieser Effekt keine Folge von direkter DNS-Schädigung durch EMF ist, stellt einen wichtigen Beitrag zum Forschungsgebiet dar.



- (Negovetic and Regel 2011), p.48b: Es kann erwartet werden, dass Einsichten in Wirkungsmechanismen Grundlagen zur Bewertung von Gesundheitsfolgen liefern werden. Solche Bewertungen sind heute noch nicht möglich.
- (Negovetic and Regel 2011), p.48c: Die Untersuchung schliesst jedoch nicht aus, dass nach Betrachtung (...) anderer Endpunkte (z.B. chronische Krankheiten) Resultate von anderer Natur erhalten werden könnten.
- (Negovetic and Regel 2011), p.48d: Insbesondere wurde kein Zusammenhang zwischen dem Schlafverhalten und der Expositionssituation im Schlafzimmer gefunden (...) sollte betont werden, dass die vorliegenden Ergebnisse nicht darauf hindeuten, dass HF EMF Exposition Gesundheitsfolgen hat. Dies steht in Einklang mit der Mehrheit der publizierten Ergebnisse und stärkt die Hinweise darauf, dass keine Wirkung vorhanden ist.
- (Negovetic and Regel 2011), p.48e: Das Fließgleichgewicht von DNS-Strangbrüchen könnte durch eine Störung des Zellzyklus, der metabolischen Aktivität und der Induktion von programmiertem Zelltod beeinflusst werden.

9.2.2 Dosimetrie / Exposimetrie

- (Projekt 7) Any exposure assessment methods has to be validated in a given collective. We have to be aware that we are at the beginning stages. In order to design a valid epidemiological study more knowledge about the contribution of different EMF sources to the total exposure on an individual and a population level is needed. Thus, systematic studies to evaluate individual exposure of different parts of the population are recommended
- (Projekt 11) Die meisten Kombinationen der Variablen führen jedoch zu einer Unterschätzung der Exposition durch das Exposimeter
- (Projekt 17) (Gosselin, Kuhn et al. 2013), p.8339: The B-field induced by currents in phones using the UMTS is two orders of magnitude lower than that induced by GSM. Knowing that the RF exposure from the UMTS is also two orders of magnitude lower than from GSM, it is now possible to state that there is an overall reduction of the exposure from this communication system.
- (Projekt 21) (...) the measurements and subsequent dose calculations demonstrated that for adolescents, on average, the exposure from environmental sources plays a minor role compared to the exposure from the use of wireless communication devices. By comparing the measurements with studies in adults, we did not find indication that adolescents are higher exposed than the average population despite their frequent wireless device use.
- (Projekt 23) This systematic review demonstrates that in many European countries typical RF-EMF exposure levels are substantially below regulatory limits. There was no indication for distinct differences between countries or temporal trends in the exposure situation. (...) The dose calculations confirm that near field sources are most relevant for a moderate wireless device user.
- (Projekt 30) (Negovetic and Regel 2011), p.6: Die Resultate zeigen, dass für Störfelder, die mit Referenzwerten für die Allgemeinbevölkerung konform sind, die Basisgrenzwerte immer eingehalten werden. Wird die werdende Mutter dagegen maximalen Arbeitsplatzexpositionswerten ausgesetzt, kann die Exposition des Fötus über den Referenzwerten (...) liegen.
- (Projekt 31) (Negovetic and Regel 2011), p.6: Die Studie zeigte auch, dass eine mehr als 1000-fache Variabilität im Hinblick auf die Exposition unterschiedlicher Hirnregionen durch verschiedene Mobiltelefone existiert. Ferne oder quasi-ferne Quellen führen zu wesentlich tieferer Exposition des Gehirns. Hausstationen (z.B. für schnurlose Telefone oder W-LAN) führen zu SAR Werten in derselben Größenordnung wie Mobilfunkantennen im Freien
- (Projekt 32) (Negovetic and Regel 2011), p.6: (...) ein neuartiges System entwickelt, das es ermöglicht, Vorgänge in Zellkulturen während der Exposition mit extremniederfrequenten Magnetfeldern (ENF MF) direkt zu beobachten.



10. Anhang EU

10.1 Projektliste

Siehe Abschnitt 3.5.1

10.2 Zitatliste

10.2.1 Biologisch-Gesundheitliche Projekte

- (G20) (Birks, Guxens et al. 2017), p.122: Maternal cell phone use during pregnancy may be associated with an increased risk for behavioral problems, particularly hyperactivity/inattention problems, in the offspring. The interpretation of these results is unclear as uncontrolled confounding may influence both maternal cell phone use and child behavioral problems.
- (G21) (Foerster, Roser et al. 2015), p.277: A German version of the original MPPUS consisting of 27 items was shortened by principal component analysis (...) The MPPUS-10 is a suitable instrument for research in adolescents.
- (G22) (Roser, Schoeni et al. 2015), p.307: MPPUS-10 was 4.7 (...) units higher in girls than in boys, increased significantly with age and was significantly decreased with increasing educational level of the parents. Furthermore, problematic mobile phone use was associated with impaired psychological well-being, impaired parent and school relationships and more behavioural problems but was not related to peer support and social acceptance.
- (M1) Nearly 900 eligible cases aged 10 to 24 years old were recruited alongside 1912 age-matched controls who provided information on mobile phone use, exposure to ionising radiation and chemicals, as well medical radiation exposure. Participants undertook oral interviews to overcome the uncertainties encountered in questionnaire-based answers used in previous studies. Cases comprised both benign and malignant brain tumours that originated in areas of the brain with high exposure to RF and ELF. There were no significant differences among cases and controls in the time since start of mobile phone use, number of calls made per day or call duration per month (website: http://cordis.europa.eu/result/rcn/86082_en.html)
- (M2) (Sadetzki, Langer et al. 2014), p.1: Our experience in thus far developing and implementing the study protocol indicates that MOBI-Kids is feasible and will generate results that will contribute to the understanding of potential brain tumor risks associated with use of mobile phones and other wireless communications technologies among young people.
- (S1) (Seawind 2013), p.2: The highest exposures found were due to the use of a mobile phone as a wireless access point with the phone in contact with the body (e.g., inside the trouser or shirt pocket), i.e., via tethering. In this configuration, the maximum exposure may even exceed safety limits by a factor of two or more.
- (S2) (Seawind 2013), p.4: Using carefully controlled in vivo and in vitro experimental systems and approaches, we could not reproduce previously reported induction of DNA damage by mobile-phone-specific signals. In addition, we found no indication of a direct DNA-damaging potential by the newly explored signal modulation used in modern data transfer technologies. On the basis of our investigations, however, we cannot exclude modulation-specific interferences (...) the role of EMFs as a putative co-carcinogen or co-stress factor that might under specific circumstances potentiate adverse health effects.
- (E1) (Sienkiewicz, Schüz et al. 2012), p.42: Overall, the strength of evidence regarding adult brain tumours is considered to be best described as being limited. However, this classification is subject to uncertainty because the evidence for an increased risk of brain tumours is restricted to two



large-scale case control studies, and there are unresolved questions relating to possible biases and errors inherent to retrospective epidemiological studies. Further, the time-trend analyses are also not compatible with a large increase in brain tumour incidence in relation to mobile phone use (p.42)

- (E2) (Sienkiewicz, Schüz et al. 2012), p.43: (...) evidence regarding effects from low level, whole body exposures associated with base stations and broadcast transmitters is weak, rather suggesting a lack of effect based on few but large studies.
- (E3) (Sienkiewicz, Schüz et al. 2012), p.43: Whether the higher but more localised exposures from mobile phones themselves could contribute to an increased risk of leukaemia in children and adolescents remains to be determined; therefore the overall evidence is considered inadequate.
- (E4) (Sienkiewicz, Schüz et al. 2012), p.43: (...) evidence suggesting a lack of effect regarding hypersensitivity, but the classification regarding symptoms should be considered inadequate.
- (E5) (Sienkiewicz, Schüz et al. 2012), p.43: inadequate evidence regarding the possibility of an association between long-term RF field exposure and increased risks of dementia and Parkinson's disease.
- (E6) (Sienkiewicz, Schüz et al. 2012), p.43: A growing number of laboratory studies indicate that the fields associated with mobile phones do not have any detectable effect on sensory function and the early processing of information, or a significant influence on any tested cognitive function.
- (E7) (Sienkiewicz, Schüz et al. 2012), p.43: This suggests that acute exposures up to guideline values are without significant risk.
- (E8) (Sienkiewicz, Schüz et al. 2012), p.43f: (...) evidence that exposure to specific modulated fields, including those from mobile phones, may have subtle effects on the spontaneous EEG and increase the power of the alpha frequency band, but only in some individuals.
- (E9) (Sienkiewicz, Schüz et al. 2012), p.44: It is possible that localized increases in brain metabolism may also occur following exposure from mobile phones,
- (E10) (Sienkiewicz, Schüz et al. 2012), p.44: (...) failed to provide any evidence that RF fields have any negative impact on sleep quality (...)
- (E11) (Sienkiewicz, Schüz et al. 2012), p.44: Effects on EEG during sleep are more equivocal, but one large and well-conducted study suggested exposure before sleep could increase alpha band power during subsequent sleep
- (E12) (Sienkiewicz, Schüz et al. 2012), p.46: The demodulation process thus does not seem to occur at this frequency range and is likely to be confined below around 10 MHz. The consensus opinion that heating remains the only established mechanism occurring in the GHz range is still valid.
- (E13) (Sienkiewicz, Schüz et al. 2012), p.44: Reproductive outcomes, all outcomes: inadequate strength of evidence.
- (E14) (Sienkiewicz, Schüz et al. 2012), p.44: Cardiovascular diseases, all outcomes: inadequate strength of evidence.
- (E15) (Sienkiewicz, Schüz et al. 2012), p.44: Well-being, symptoms: inadequate strength of evidence.
- (SC1) (SCENIHR 2015), p.101: In most of the studies, no effects of exposure at permissible levels were recorded, although in some cases DNA strand breaks and spindle disturbances were observed.
- (SC2) (SCENIHR 2015), p.86: Overall, because a considerable number of well-performed studies using a wide variety of animal models have been mostly negative in outcome, the animal studies are considered to provide strong evidence for the absence of an effect.
- (SC3) (SCENIHR 2015), p.81f: Overall, there is little evidence that moderate mobile phone use is associated with risk of any cancer in the head and neck region (...) Evidence is more controversial for heavy users of mobile phones (...) Limitations of the case-control studies, including selection bias and recall bias, raise concern that the observed association in small subgroups could be attributable to methodological shortcomings (...) For meningioma, the evidence for increased risks



of long-term heavy users is weaker than for glioma, but some case-control studies do show increased risks as well (...) Too few of the published cancer studies have sufficient statistical power and observation time to identify a potential small risk after use periods of 15 years or more. Most reported elevated risks did not pass the plausibility check by time-trend analyses.

(SC4) (SCENIHR 2015), p.84-1: Overall, the epidemiological studies on RF EMF exposure do not indicate an increased risk of brain tumours, and do not indicate an increased risk for other cancers of the head and neck region, or other malignant diseases (...).

(SC5) (SCENIHR 2015), p.84-2: The only study of mobile phone use and brain tumours in children did not show an increased risk, but more studies are needed especially for those starting to use mobile phones as children and their cancer risk later in life.

(SC6) (SCENIHR 2015), p.134: The few available in vitro studies are not providing data useful for assessment of possible effects on the nervous system function or on disease processes in the nervous system.

(SC7) (SCENIHR 2015), p.130: These studies indicate some neurotoxic effects (reduced neuronal cell number, glial cell activation) after exposure for several days to RF fields at SAR-levels below 2 W/kg. Additional studies with better dosimetry are needed before any firm conclusions can be drawn. Additional studies on early development as well as the effects on the pathologic brain are also justified.

(SC8) (SCENIHR 2015), p.131: The mentioned studies show results that are contradictory in terms of RF effects on neurodegeneration. Increased GFAP staining would indicate activated glial cells and thus increased risks for neurodegenerative processes, whereas the other studies suggest that a disease process can be reversed.

(SC9) (SCENIHR 2015), p.104-1: Recent epidemiological studies have not shown increased risks of neurological disease related to RF exposure.

(SC10) (SCENIHR 2015), p.152: (...) it is concluded that there is strong overall weight of evidence against an effect of low level RF fields on reproduction or development.

(SC11) (SCENIHR 2015), p.147: Two meta-analyses of the available data produced no clear evidence of consistent adverse effects on semen quality. Whether mobile phone use by expectant mothers during pregnancy is associated with adverse outcomes remains largely unexplored.

(SC12) (SCENIHR 2015), p.127-1: Most of the recent studies have reported an effect of RF exposure on the spectral power of sleep and the waking resting state EEG. The effects on sleep EEG, however, are not restricted to the spindle frequency range.

(SC13) (SCENIHR 2015), p.127-2: (...) the relevance of the small physiological changes remains unclear and mechanistic explanation is still lacking.

(SC14) (SCENIHR 2015), p. 129: In summary, although some of the studies reported here suggest an effect at nonthermal levels on learning, memory or behaviour, any conclusive evidence cannot be drawn at present.

(SC15) (SCENIHR 2015), p.127-5: Overall there is a lack of evidence that RF affects cognitive functions in humans. Studies looking at possible effects of RF fields on cognitive functions have often included multiple outcome measures. Where effects have been found by individual studies, these have typically only been observed in a small number of these outcomes, with little consistency between studies as to which exact outcomes are affected.

(SC16) (SCENIHR 2015), p.127-3: (...) half of the experimental studies looking at the macrostructure of sleep (especially those with a longer duration of exposure) also found effects, which, however, are not consistent with regard to the affected sleep parameters.

(SC17) (SCENIHR 2015), p.127-4: There is a lack of data for specific age groups. One study indicates that children and adolescents seem to be less affected.

(SC18) (SCENIHR 2015), p.142: Radiofrequency exposure was not associated with increases in daytime sleepiness score or sleep problems. Sleep duration and sleep efficiency showed no association with any measure of EMF exposure in the sub-study.



- (SC19) (SCENIHR 2015), p.143: The symptoms that are attributed by people to RF EMF exposure can sometimes cause serious impairments to a person's wellbeing. However, research conducted since the previous Opinion adds weight to the conclusion that RF EMF exposure is not the cause of these symptoms.
- (SC20) (SCENIHR 2015), p.144-1: For symptoms triggered by short-term exposure to RF fields (measured in minutes to hours), the consistent results from multiple double-blind experiments lead to a strong overall weight of evidence that RF EMFs do not cause such effects.
- (SC21) (SCENIHR 2015), p.144-2: For symptoms associated with longer-term exposures (days to months), the evidence from observational studies is broadly consistent but has gaps, most notably in terms of the objective monitoring of exposure. Current evidence weighs towards an absence of effects due to RF EMF exposure.
- (SC19) (SCENIHR 2015), p.143f: research conducted since the previous Opinion adds weight to the conclusion that RF EMF exposure is not the cause of these symptoms. This applies to the general public, children and adolescents, and to people with IEI-EMF. Recent meta-analyses of observational and provocation data support this conclusion.
- (SC22) (SCENIHR 2015), p.132: Taken together, several studies suggest that RF exposure in rodents can cause oxidative stress effects. The studies are however often lacking in proper dosimetry and do not include proper positive controls. The magnitude of the changes are modest, and their biological significance unclear.
- (SC23) (SCENIHR 2015), p.132: Taken together, several studies suggest that RF exposure in rodents can cause oxidative stress effects. The studies are however often lacking in proper dosimetry and do not include proper positive controls. The magnitude of the changes are modest, and their biological significance unclear.
- (SC24) (SCENIHR 2015), p.128: Taken together, the recent studies on BBB integrity do not lend support to that exposure to mobile phone-like RF at SAR-values below or equal to 2 W/kg causes impairment of the BBB.
- (SC25) (SCENIHR 2015), p.104-2: In conclusion, there is weak evidence for an association between behavioural disorders and RF exposure of the foetus, because of conflicting results and methodological limitations.

10.2.2 Dosimetrie / Exposimetrie

G: GERONIMO

- (Aerts, Vermeeren et al. 2017), p.1: (...) household appliances. The emissions contained either harmonic signals, with fundamental frequencies between 6 kHz and 100 kHz, or much more capricious spectra, dominated by 50 Hz harmonics emanating far in the IF domain. Use of appliances at close distance (20 cm) of certain appliances may result in a relatively high exposure, but no appliance's IF emissions exceeded the ICNIRP2010 exposure summation rule
- (Aerts, Calderon et al. 2017), p.160: residential IF field levels were found to be generally low, while the use of certain appliances at close distance (20 cm) may result in a relatively high exposure. Overall, appliance emissions contained either harmonic signals, with fundamental frequencies between 6 kHz and 300 kHz, (...), or (...) 50 Hz harmonics emanating far in the IF domain. The maximum peak field strengths recorded at 20 cm were 41.5 V/m and 2.7 A/m, both from induction cookers.
- (Arnaud-Cormos, Soueid et al. 2015), p.1: Applications of biological cells exposed to nsPEF with the delivery system include real-time impedance measurements and nanoporation related bioexperiments.
- (Chiaramello, Parazzini et al. 2017), p.1: In this study, we will use stochastic dosimetry to assess the exposure of a fetus at 9 months of gestational age to a 4G LTE tablet, analyzing how the exposure changes when moving the tablet in a range of positions representative of realistic exposure



scenarios.

- (Gajsek, Ravazzani et al. 2015), p.1: personal RF exposure measurements in 5 European countries are conducted following a common measurement protocol. (...) in Slovenia (...) average personal RF-EMF exposure by technology was 0.1 V/m from uplink, 0.18 V/m from downlink, 0.15 V/m from broadcasting, 0.07 V/m from DECT and 0.08 V/m from WLAN.
- (Gallastegi, Guxens et al. 2016), p. 1: Indirect (proximity to emission sources, questionnaires on sources use and geospatial propagation models) and direct methods (spot and fixed longer-term measurements and personal measurements) were conducted in order to assess exposure levels of study participants aged between 7 and 18 years old.
- (Garcia-Fernandez, Percherancier et al. 2016), p.2317: the dosimetric characterization of an EMF exposure setup compatible with real-time impedance measurements of adherent biological cells is proposed
- (Roser, Schoeni et al. 2015), p.5634: we developed an integrative exposure surrogate combining near-field and far-field RF-EMF exposure in a single brain and whole-body exposure measure. (...) The exposure from mobile phone base stations contributed 1.8% to the whole-body dose, while uplink exposure from other people's mobile phones contributed 3.6%.

M: MOBIKIDS

- (Calderon, Addison et al. 2014), p.210: Two-dimensional magnetic flux density measurements were performed on 47 GSM mobile phones at a distance of 25 mm. Maximum resultant magnetic flux density values at 217 Hz had a geometric mean of 221 (+198/-104) nT. Taking into account harmonic data, measurements suggest that mobile phones could make a substantial contribution to ELF exposure in the general population.
- (Calderon, Ichikawa et al. 2017), p.59: The number of phantoms was not large enough to provide definitive evidence of an increase of induced current density with age, but the data that are available suggest that, if present, the effect is likely to be very small.
- (Ghanmi, Varsier et al. 2013), p.418: The induced SAR in child head and in sub-regions of the brain is significantly higher (up to 30%) compared to the adult head.
- (Ghanmi, Varsier et al. 2014), p.568: The results also show that for 5–10% of the studied positions the SAR10 g in the head and the SAR1g in the brain can be 20% higher than the SAR estimated for the standard cheek position.
- (Goedhart, Vrijheid et al. 2015), p.538: Results indicated that participants on average underestimated the number of calls they made, while they overestimated total call duration. Participants held the phone for about 90% of total call time near the head, mainly on the side of the head they reported as dominant.
- (Kiyohara, Wake et al. 2016a), p.566: The recall was prone to small systematic and large random errors for both the number and duration of calls. Such a large random recall error for the amount of calls and misclassification of laterality suggest that the results of epidemiological studies of mobile phone use based on self-assessment should be interpreted cautiously.
- (Kiyohara, Wake et al. 2016b), p.1: Thus, recall accuracy for mobile phone calls would be consistently imperfect over a long period, and the results of related epidemiological studies should be interpreted carefully
- (Langer, de Llobet et al. 2017), p.73: This study across 12 countries shows that a large part of the variance in phone use characteristics such as call number and duration, and data and Wi-Fi use is explained by a cell phone user's age and country. Differences were also observed by gender, education and study period but these explained a much smaller part of the variance. Laterality and hands-free use are hardly influenced by these user characteristics.
- (Lee, Yoon et al. 2016), p.87: numerical mobile phone models representing real phone models that have been released on the Korean market since 2002



(Lee, Hong et al. 2017), p.2741: The 1 g peak spatial SAR and ipsilateral and contralateral brain averaged SARs were reported for all 11 phone models. The effects of the phone type, phone position, operating frequency, and age of head models on the brain SAR were comprehensively determined.

S: SEAWIND

(Andersen, Chee et al. 2012), p.2472: The total absorption from the seated passengers is dominated by the few who are near the transmitter. In general, this absorbed power is relatively small, so the effect of passengers is marginal for this configuration of a cabin communication system.

(Bamba, Joseph et al. 2012), p.755: As an application, we investigate now SARwb (...) for WiFi (...) SARwb in a person decreases of course with distance with values of 0.17 mW/kg at 0.6 m and 0.0012 mW/kg at 10 m. These values are much lower than 0.08 W/kg, which is the limitation for the exposure of the public.

(Bamba, Joseph et al. 2013), p.122: It is found that the DMC [Diffuse Multipath Components] may represent an important part of the total absorption rate; its contribution may reach up to 90% for certain scenarios in an indoor environment. (...) The average SAR decreases with increasing separation from the transmitter — the larger the separation, the larger the contribution of the DMC to the induced whole-body SAR (p.131)

(Gong, Capstick et al. 2016), p.49: The system has been designed to enable exposures of whole-body averaged specific absorption rate (SAR) of up to 15W/kg for six mice of an average weight of 25 g or of up to 320V/m incident time-averaged fields under loaded conditions without distortion of the signal.

(Markakis and Samaras 2013), p.293: These measurement results indicate that signals from mobile base stations are dominant in workplaces and schools, whereas wireless phones and computer networks play the leading role in home environments. While the former reach their maximum values during daytime, the latter have an observable increase in the evening after work hours.

(Nielsen, Andersen et al. 2011), p.1: the current work studies how the RE parameters depend on the receiver (Rx) antenna polarization and orientation.

(Schmid and Kuster 2015), p.133: The analysis demonstrated that exposure of skin, blood, and muscle tissues may well exceed 40 W/kg at the cell level. Consequently, in vitro studies reporting minimal or no effects in response to maximum exposure of 2 W/kg or less averaged over the cell media, which includes the cells, may be of only limited value for analyzing risk from realistic mobile phone exposure.

(Vermeeren, Markakis et al. 2013), p.254: Mobile telecommunications were most present in all indoor microenvironments together with radio broadcasting (FM). In both countries, highest average exposures were found in office environments (1.1 V/m in Belgium and 0.7 V/m in Greece) and lowest in homes (0.3 V/m in Belgium and 0.4 V/m in Greece) and in schools (0.4 V/m in Greece). Exposure in offices was mainly due to mobile telecommunications whereas in home environments, DECT and WiFi 2G were the dominating sources.

L: LEXNET

(Aerts, Plets et al. 2015), p.2639: For Global System for Mobile Communications (GSM) technology at 1800 MHz, we found that by connecting to a small cell, the brain exposure of the user could realistically be reduced by a factor 35 and the whole-body exposure by a factor 11.

(Diez, Anwar et al. 2014), p.1: (...) to deploy a number of low-complexity dosimeters to characterize the EMF at four different bands. The devices exploit the facilities provided by a wireless sensor network testbed, and are therefore integrated as another IoT (Internet of Things) node.

(Héliot, Imran et al. 2013a), p.1: Overall, base station selection, i.e. allowing only one sector to transmit at a time, is a very energy-efficient approach when the sleeping power is considered in the



base station power model

(Héliot, Imran et al. 2013b), p.943: As an application, we use our approach to compare the EE of multihop MIMO-AF with MIMO systems and our results show that the former outperforms the latter mainly when the direct link quality is poor.

(Huang, Varsier et al. 2016), p.382: exposure to 3G EMFs is dominated by uplink radio emissions, resulting from voice and data traffic, and average population EMF exposure differs from one geographical area to another, as well as from one country to another, due to the different cellular network architectures and variability of mobile usage. (...) Finally, it should be noted that all the EI values are far below the international standard limits. (...) 0.08 W/kg is 105 higher than the EI values obtained in this study. However, one should keep in mind that EI values are not evaluated under the assumption of maximum individual exposure in worst case scenario, but correspond to the real average exposure to EMF from a 3G cellular network as a whole (p.389)

(Koprivica, Neskovic et al. 2015), p.407: to assess total electric field strength by using mono-axial probe (instead of isotropic, tri-axial probe). When mono-axial probe is used, additional conversion factor should be applied.

(Koprivica, Slavkovic et al. 2016), p.489: Measurement results showed that the maximum recorded value of total electric field strength has exceeded International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection general public exposure reference levels at 2.5 % of locations and Serbian national reference levels at 15.6 % of locations. It should be emphasised that the values exceeding the reference levels were observed only outdoor, while in indoor total electric field strength in no case exceeded the defined reference levels.

(Koprivica, Petric et al. 2016), p.69: Measurement results showed that maximum recorded value of electric field strength exceeded International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection reference levels at 7% of indoor base station locations. At the same time, this percentage was much lower in the case of masts and installations on buildings (0% and 2.5%, respectively).

(Krayni, Hadjem et al. 2016), p.896: (...) the exposure has been found to be strongly dependent on the local propagation environment, owing to the power control enforced by most wireless communications standards. This was addressed by combining the SARwb value (calculated for a constant power) with a statistical distribution of the delivered input power, for various user positions. (...) The results showed that the influence of the body on the variability of the delivered input power is fairly weak, especially in the LOS scenario where the impact of propagation on the variability dominates.

(Plets, Joseph et al. 2014a), p.328: SARs and absorbed doses can be lowered when more base stations with a lower transmit power are installed. For the considered scenarios, a reduction by a factor 24 is observed for the downlink SAR in a WiFi deployment, and by a factor 2.4 for the uplink SAR in a UMTS deployment.

(Plets, Joseph et al. 2014b), p.497: Three phone call scenarios are investigated (UMTS macrocell, UMTS femtocell and WiFi voice-over-IP), and they are compared with respect to the level of electric-field strength and localised SAR10g distributions. Calculation of exposure doses for the different scenarios indicates that it is beneficial to install an FBS, in particular when the existing macro-cell connection is bad (exposure dose reductions by up to a factor of 5000).

(Plets, Joseph et al. 2015a), p.8: For WiFi, downlink doses are reduced by more than 95% by the optimized deployment. Due to the lack of power control, uplink usages of only a few seconds suffice to make the uplink dose higher than the downlink dose, limiting the reductions of the optimized deployment for longer uplink usages. (...) For UMTS, total dose reductions vary between 73% and 83%, irrespective of the uplink usage, thanks to the power control mechanism. For the LTE configuration with high-power base stations, dose reductions are at least 80% and increase for higher uplink usages. For UMTS and LTE, an almost continuous uplink usage is required to induce a significant effect on the total dose, again thanks to the power control mechanism.



- (Plets, Joseph et al. 2015b), p.597: In a (...) GSM macro cell connection scenario, UL of 15 other users can cause up to 19% of total absorption when calling yourself and up to 100% when not calling yourself. In a (...) UMTS femtocell connection scenario, UL of 15 other users contributes to total absorption of a non-calling user for no more than 1.5%. For five other users in the train besides the considered person, median total whole-body Specific Absorption Rate is reduced by a factor of about 400,000 when deploying a UMTS femtocell base station instead of relying on the GSM macrocell.
- (Popović, Tesanovic et al. 2014), p.840: On the example of WiFi vs. femto vs. macro, different types of access are “optimal” from the EMF exposure point of view under different conditions, as some preliminary results show.
- (Popović, Koprivica et al. 2014), p.16: The work presented in this paper exposes many different challenges towards making EMF-exposure related comparisons based on UE transmit power measurements: between technologies and cell types (macro/micro), services, or just between states before and after a change in the network.
- (Sambo, Héliot et al. 2015), p.790: We provide a comprehensive survey of existing literature and also offer a tutorial on the dosimetry, metrics, international projects as well as guidelines and limits on the exposure from EM radiation in mobile communication systems.
- (Sarrebourg, Lope et al. 2014), p.786: The EI comprises the exposure induced by both personal devices (uplink) and base stations (downlink). The deployment of low-complexity dosimeters will provide information about the far-field (downlink) exposure. In this paper we assess the feasibility of the proposed methodology, by comparing the values provided by the low-complexity dosimeters with those offered by more capable devices.
- (Tesanovic, Conil et al. 2014), p.27: The uniqueness of the LEXNET approach is that it builds upon existing metrics by introducing the novel exposure index to quantify population exposure. This will enable the development of network management technologies that reduce EMF exposure without compromising the user QoS.
- (Varsier, Plets et al. 2015), p.451: This metric takes into account the exposure induced by base station antennas as well as exposure induced by wireless devices to evaluate average global exposure of the population in a specific geographical area. (...) the EI computation is illustrated through simple phone call scenarios (indoor office, in train) and a complete macro urban data long-term evolution scenario.
- (Wiart, Conil et al. 2014), p.635: presents the rationale and objective of the EU project LEXNET that is to analyse future technologies and architectures able to minimize the Emf exposure (...) This paper explains the concept and gives the formulation of a new Exposure Index (EI).

SC: SCENIHR

- (SCENIHR 2015), p.222: Microdosimetry aims at the quantitative investigation of the interaction of electromagnetic fields at the microscopic level, i.e. at cellular or subcellular levels. With the emergence of THz technology and nanosecond pulses applications this area of exposure assessment needs to be strengthened
- (SCENIHR 2015), p.222: Dielectric spectroscopy measurements of - preferably - human tissues from subjects of different ages, gender or physiological conditions are of high priority.
- (SCENIHR 2015), p.222: In (...) epidemiological studies (...) it is necessary, but at a medium priority, to continue the research in the manufacturing of new affordable instrumentation or the improvement of existing specialized exposure meters.



11. Anhang RoW

11.1 Zitatliste

- (1) (Aboul Ezz, Khadrawy et al. 2013), p.1782: The exposure to EMR resulted in significant changes in DA, NE and 5-HT in the four selected areas of adult rat brain. Conclusions: The exposure of adult rats to EMR may cause disturbances in monoamine neurotransmitters and this may underlie many of the adverse effects reported after EMR including memory, learning, and stress.
- (2) (Agarwal, Singh et al. 2011): [Review Studie]
- (3) (Akbari, Jelodar et al. 2014), p.347: It can be concluded that RFW causes oxidative stress in the brain and vitamin C improves the antioxidant enzymes activity and decreases MDA.
- (4) (Al-Damegh 2012), p.785: Our results indicate that the adverse effect of the generated electromagnetic frequency had a negative impact on testicular architecture and enzymatic activity. This finding also indicated the possible role of vitamins C and E in mitigating the oxidative stress imposed on the testes and restoring normality to the testes.
- (5) (Arendash, Sanchez-Ramos et al. 2010), p.191: this report presents the first evidence that long-term EMF exposure directly associated with cell phone use (918 MHz; 0.25 w/kg) provides cognitive benefits. (...) Both cognitive-protective and cognitive-enhancing effects of EMF exposure were discovered for both normal mice and transgenic mice destined to develop Alzheimer's-like cognitive impairment. (...) In Alzheimer's disease mice, long-term EMF exposure reduced brain amyloid- β (A β) deposition through A β anti-aggregation actions and increased brain temperature during exposure periods. (...) Although caution should be taken in extrapolating these mouse studies to humans, we conclude that EMF exposure may represent a non-invasive, non-pharmacologic therapeutic against Alzheimer's disease and an effective memory-enhancing approach in general.
- (6) (Atasoy, Gunal et al. 2013), p.223: We observed significant increases in serum 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine levels and 8-hydroxyguanosine staining in the testes of the experimental group indicating DNA damage due to exposure ($p < 0.05$). We also found decreased levels of catalase and glutathione peroxidase activity in the experimental group, which may have been due to radiofrequency effects on enzyme activity ($p < 0.05$). Conclusions: These findings raise questions about the safety of radiofrequency exposure from Wi-Fi Internet access devices for aging organisms of reproductive age, with a potential effect on both fertility and the integrity of germ cells.
- (7) (Atzmon, Linn et al. 2012), p.21: There was evidence for an increased risk of cancers which were associated with chemicals in manufacturing and agriculture and electronics, where there may have been exposures to EMF, but the study did not confirm the suspicion of increased cancer risks associated with radiation for most cancer types in this village. Misclassification of past exposures could explain the negative finding.
- (8) (Augner, Gnamb et al. 2012), p.11: We conducted a meta-analysis to evaluate potential effects of electromagnetic fields emitted by mobile phones on well-being. 17 studies and 1174 participants were included. No effects on subjective (e.g. headache) or objective (e.g. heart rate variability) were found.
- (9) (Avci, Akar et al. 2012), p.799: The exposure of RF-EMR similar to 1.8 GHz Global system for mobile communication (GSM) leads to protein oxidation in brain tissue and an increase in serum NO. We observed that garlic administration reduced protein oxidation in brain tissue and that it did not have any effects on serum NO levels.
- (10) (Aydin and Akar 2011), p.261: Substantial, deleterious biochemical changes were observed in oxidative stress metabolism after EMF exposure. Antioxidant enzyme activity, glutathione levels in lymphoid organs and the antioxidant capacity of the plasma decreased, but lipid peroxidation and



nitric oxide levels in PMNs and plasma and also myeloperoxidase activity in PMNs increased. Oxidative damage was tissue specific and improvements seen after the recovery period were limited, especially in immature rats. Conclusions: In the present study, much higher levels of irreversible oxidative damage were observed in the major lymphoid organs of immature rats than in mature rats.

- (11) (Aydogan, Aydin et al. 2015), p.626: Radiofrequency radiation at 2100 MHz damaged the nasal septal mucosa, and disturbed the mucociliary clearance. Ciliary disorganization and ciliary loss in the epithelial cells resulted in deterioration of nasal mucociliary clearance
- (12) (Aydogan, Unlu et al. 2015), p.39: The parotid gland of rats showed numerous histopathological changes after exposure to 2100 MHz radiofrequency radiation, both in the short and relatively long terms. Increased exposure duration led to an increase in the histopathological changes.
- (13) (Bakacak, Bostanci et al. 2015), p.287: This study found a significant decrease in the number of ovarian follicles in rats exposed to an EMF. Further clinical studies are needed to reveal the effects of EMFs on ovarian reserve and infertility.
- (14) (Balakrishnan, Murali et al. 2014), p.339: Thus, the study convincingly demonstrated the role of serum HSP and CRP as systemic inflammatory biomarkers for mobile phone-induced radiation.
- (15) (Barazani, Katz et al. 2014): [Only Key points of no relevance]
- (16) (Barchana, Margaliot et al. 2012), p.5857: Conclusions: We found a statistically significant decrease in LGG's (low grade gliomas) over 30-years period that correlates with introducing of mobile phones technology and a shift in laterality towards left-sided tumors, the latter occurred in both low and high-grade gliomas.
- (17) (Bhargava, Motwani et al. 2012), p.200: Results. A significant increase in salivary flow rate along with increased blood flow rate and volume of the parotid glands of the side where mobile phones are frequently placed was observed in the heavy user group. Conclusions. Heavy users of mobile phones demonstrated increased salivary flow rate, blood flow rate, and volume of parotid glands.
- (18) (Bilgici, Akar et al. 2013), p.20: Our results suggest that there is a significant increase in brain lipid and protein oxidation after electromagnetic radiation (EMR) exposure and that garlic has a protective effect against this oxidative stress.
- (19) (Boice and Tarone 2011), p.1212: it should be kept in mind that in addition to the negative epidemiological data, there is no known biologically plausible mechanism by which nonionizing radio waves of low energy can disrupt DNA and lead to cancer.
- (20) (Budak, Muluk et al. 2009), p.1143: Harmful effects of GSM-like 1800 MHz RF exposure was detected more in the adult female rabbits than infant female rabbits by DPOAE measurement. Prolonged exposure and hyperthermia related to the power density of applied RFR, increasing the temperature in the ear canal, may decrease the DPOAE amplitudes. Water containing medium in the middle ear of infant rabbits may play the protective role **from the RF damage
- (21) (Budak, Muluk et al. 2009): [Poorly controlled exposure (Horn Antenna - free running rabbit)]
- (22) (Budak, Muluk et al. 2009): [Poorly controlled exposure (Horn Antenna - free running rabbit)]
- (23) (Budak, Muluk et al. 2009): [Poorly controlled exposure (Horn Antenna - free running rabbit)]
- (24) (Byun, Ha et al. 2013), p.e59742: The ADHD symptom risk associated with mobile phone use for voice calls but the association was limited to children exposed to relatively high lead. Conclusions: The results suggest that simultaneous exposure to lead and RF from mobile phone use was associated with increased ADHD symptom risk, although possible reverse causality could not be ruled out
- (25) (Byun, Ha et al. 2013)p.e2013018: Considering the epidemiological characteristics of mobile phone use, precautionary measures to prevent unnecessary exposure to mobile phones are needed in children and adolescents.
- (26) (Cam, Seyhan et al. 2014), p.643: Under our experimental conditions, at a SAR less than the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection safety limit recommendation, there was evidence that GSM signals could alter hydroxyproline concentration in the rat skin



- (27) (Cao, Xu et al. 2011), p.720: The results indicated a significant increase in survival time, reduction in the hematopoietic tissue damage in RF pre-exposed mice which were gamma-irradiated (as compared with those exposed to gamma-radiation alone). This was accompanied by significantly increased expression of cell cycle-related genes, namely, cyclin-D1, cyclin-E, cyclin-DK4 and cyclin-DK2 in hematopoietic cells. Conclusions: Pre-exposure of mice to 900 MHz radiofrequency fields has resulted in a significant reduction in hematopoietic damage caused by subsequent exposure to ionising radiation. This phenomenon appears to be similar to that of the 'adaptive response' which is well documented in scientific literature
- (28) (Cao, Qin et al. 2015), p.071: circadian rhythms in the synthesis of Mel and antioxidant enzymes, GSH-Px and SOD, were shifted in RF-exposed rats compared to sham-exposed animals: the Mel, GSH-Px and SOD levels were significantly decreased when RF exposure was given at 23 and 3 h GMT. Conclusion: The overall results indicate that there may be adverse effects of RF exposure on antioxidant function, in terms of both the daily antioxidative levels, as well as the circadian rhythmicity.
- (29) (Carrubba, Frilot et al. 2010), p.164: Electroencephalograms (EEGs) were recorded from six standard locations in 20 volunteers and analyzed to detect brain potentials triggered by a pulse of the type produced by mobile phones. Evoked potentials having the expected latency were found in 90% of the volunteers, as assessed using a nonlinear method of EEG analysis. Evoked potentials were not detected when the EEG was analyzed using time averaging. The possibility of systematic error was excluded by sham-exposure analyses. The results implied that mobile-phones trigger EP at the rate of 217Hz during ordinary phone use. Chronic production of the changes in brain activity might be pertinent to the reports of health hazards among mobile-phone users
- (30) (Chen, Lu et al. 2012), p.550: In conclusion, the results of this study suggest that the yeast cells did not alter gene expression in response to 50 Hz ELF-MF and that the response to RF-EMF is limited to only a very small number of genes. The possible biological consequences of the gene expression changes induced by RF-EMF await further investigation.
- (31) (Chu, Song et al. 2011), p.115: We found that HAMP usually showed stereotyped clinical features including mild intensity, a dull or pressing quality, localisation ipsilateral to the side of MP use, provocation by prolonged MP use and often accompanied by a burning sensation.
- (32) (Canseven, Esmekaya et al. 2015), p.1: Combined exposure of MW and Gemcitabine increased the amount of apoptotic cells than MW radiation alone. Moreover, viability of MW + Gemcitabine exposed cells was lower than that of cells exposed only to MW. These results demonstrated that MW radiation exposure and Gemcitabine treatment have a synergistic effect on apoptotic activity of Raji cells.
- (33) (Celikozlu, Ozyurt et al. 2012), p.344: [Study quality low]
- (34) (Cetin, Naziroglu et al. 2014), p.1915: EMR-induced oxidative stress in the brain and liver was reduced during the development of offspring. Mobile phone-induced EMR could be considered as a cause of oxidative brain and liver injury in aging rats.
- (35) (Chen, Xu et al. 2013), p.285: When several known risk factors for cardiovascular disease were considered, including smoking, age, alcohol ingestion habit, and so on, the exposure duration was not an effective factor for ECG changes, sinus arrhythmia, or sinus bradycardia according to a = 0.05, while P = 0.052 for sinus arrhythmia was very close to 0.05. We did not find any statistical difference in heart rate, duration of the QRS wave (ventricular depolarization), or corrected QT intervals (between the start of the Q wave and end of the T wave) between the exposed and control groups. Occupational exposure to radiofrequency radiation was not found to be a cause of ECG changes after consideration of the confounding factors.
- (36) (Chen, Ma et al. 2014), p.5103: We found that 1800 MHz RF-EMF exposure did not influence eNSC apoptosis, proliferation, cell cycle or the mRNA expressions of related genes. RF-EMF exposure also did not alter the ratio of eNSC differentiated neurons and astrocytes. However, neurite outgrowth of eNSC differentiated neurons was inhibited after 4 W/kg RF-EMF exposure for 3



days. Additionally, the mRNA and protein expression of the proneural genes Ngn1 and NeuroD, which are crucial for neurite outgrowth, were decreased after RF-EMF exposure. The expression of their inhibitor Hes1 was upregulated by RF-EMF exposure. These results together suggested that 1800 MHz RF-EMF exposure impairs neurite outgrowth of eNSCs. More attention should be given to the potential adverse effects of RF-EMF exposure on brain development.

- (37) (Chiu, Chang et al. 2015), p.598: Although the cross-sectional design precludes the causal inference for the observed association, our study tended to suggest a need for more cautious use of MPs in children, because children are expected to experience a longer lifetime exposure to radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMF) from MPs
- (38) (Choi, Kwon et al. 2014), p.438: Short-term WCDMA RF-EMFs generated no significant changes in ANS, subjective symptoms or the percentages of those who believed they were being exposed in either group. Conclusions: Considering the analyzed physiological data, the subjective symptoms surveyed, and the percentages of those who believed they were being exposed, 32 min of RF radiation emitted by WCDMA mobile phones demonstrated no effects in either adult or teenager subjects.
- (39) (Colak, Parlakpinar et al. 2012), p.629: In our experience, the obtained results did not show significant differences in the BP, HR and ECG parameters among the groups both before and after the experiment. Melatonin, also, did not exhibit any additional effects, neither beneficial nor hazardous, on the heart hemodynamics of rats. Therefore, the strategy (noncontact) of using a 3G MP could be the reason for ineffectiveness; and use of 3G MP, in this perspective, seems to be safer compared to the ones used in close contact with the head. However, further study is needed for standardization of such an assumption.
- (40) (Col-Araz 2013), p.459: Conclusion: Mobile phones and computers may have an effect on preterm birth.
- (41) (Croft, Hamblin et al. 2008), p.1: Employing a strong methodology, the current findings support previous research that has reported an effect of MP exposure on EEG alpha power.
- (42) (Croft, Leung et al. 2010), p.434: The results provide further support for an effect of 2G exposures on resting alpha activity in young adults, but fail to support a similar enhancement in adolescents or the elderly, or in any age group as a function of 3G exposure.
- (43) (Dama and Bhat 2013), p.40: The strength of evidence for the different outcomes varied from very low to very high. The analysis shows that mobile phone use is possibly associated with a number of deleterious effects on the spermatozoa.
- (44) (Daniels, Pitout et al. 2009), p.629: We found no significant differences in the spatial memory test, and morphological assessment of the brain also yielded non-significant differences between the groups. However, in some exposed animals there were decreased locomotor activity, increased grooming and a tendency of increased basal corticosterone levels. These findings suggested that EMR exposure may lead to abnormal brain functioning.
- (45) (Dasdag, Akdag et al. 2009), p.342: In conclusion, the final score for apoptosis, total antioxidant capacity and catalase in rat brain might be altered by 900 MHz radiation produced by a generator to represent exposure of global systems for mobile communication (GSM) cellular phones.
- (46) (Dasdag, Akdag et al. 2012), p.67: In conclusion, 900 MHz radiation emitted from mobile/cellular phones can be an agent to alter some biomolecules such as protein. However, further studies are necessary.
- (47) (Dasdag, Tas et al. 2015), p.:1536: In conclusion, we observed that long-term exposure of 2.4 GHz RF emitted from Wi-Fi (2420 mW/kg, 1 g average) affects some of the reproductive parameters of male rats. We suggest Wi-Fi users to avoid long-term exposure of RF emissions from Wi-Fi equipment.
- (48) (Dasdag, Akdag et al. 2015), p.555: Long-term exposure of 2.4 GHz RF may lead to adverse effects such as neurodegenerative diseases originated from the alteration of some miRNA expres-



sion and more studies should be devoted to the effects of RF radiation on miRNA expression levels.

- (49) (Dasdag, Akdag et al. 2015), p.306: 900 MHz RF radiation can alter some of the miRNA, which, in turn, may lead to adverse effects. Therefore, further studies should be performed.
- (50) (Dawe, Bodhicharla et al. 2009), p.602: We conclude that the pattern of gene expression in L4/adult *C. elegans* is substantially unaffected by low-intensity microwave radiation; the minor changes observed in this study could well be false positives. As a positive control, we compared RNA samples from N2 worms subjected to a mild heat-shock treatment (30 °C) against controls at 26 °C (two gene arrays per condition). As expected, heat-shock genes are strongly up-regulated at 30 °C, particularly an hsp-70 family member (C12C8.1) and hsp-16.2. Under these heat-shock conditions, we confirmed that an hsp-16.2::GFP transgene was strongly up-regulated, whereas two non-heat-inducible transgenes (daf-16::GFP; cyp-34A9::GFP) showed little change in expression.
- (51) (De Iuliis, Newey et al. 2009), p.e6446: RF-EMR in both the power density and frequency range of mobile phones enhances mitochondrial reactive oxygen species generation by human spermatozoa, decreasing the motility and vitality of these cells while stimulating DNA base adduct formation and, ultimately DNA fragmentation. These findings have clear implications for the safety of extensive mobile phone use by males of reproductive age, potentially affecting both their fertility and the health and wellbeing of their offspring.
- (52) (Demirel, Doganay et al. 2012), p.89: The results of this study suggest that under a short period of exposure, 3G mobile phone radiation does not lead to harmful effects on eye tissue and blood in rats.
- (53) (de Tommaso, Rossi et al. 2009), p.79: The aim of the present study was the evaluation of initial contingent negative variation (iCNV) changes, induced by 900 MHz GSM exposure, in a double blind design (...). Ten healthy right-handed volunteers were evaluated. The CNV was recorded during a 10 min time interval in each of the three experimental conditions A, B, and C, in order to assess the iCNV amplitude and habituation. The iCNV amplitude decreased and habituation increased during both A and B conditions, compared with condition C. This effect was diffuse over the scalp, and there was no significant prevalence of iCNV amplitude reduction on the left side, where the phones were located. Mobile Phone exposures A and B seemed to act on brain electrical activity, reducing the arousal and expectation of warning stimulus. This evidence, limited by the low number of subjects investigated, could be explained in terms of an effect induced by both the GSM signal and the extremely low frequency magnetic field produced by battery and internal circuits.
- (54) (Ding, Wang et al. 2009), p.374: The 1950 MHz RF field has only little or no apparent effect on Hsp70 and Hsp27 expression in MO54, A172, and T98 cells.
- (55) (Ding and Wang 2011), p.3319: Age-adjusted incidences of brain and nervous tumours in urban Shanghai for 2020 were estimated to 7.4 and 10.9 per 100,000 person-years. The study did not support an association between cellular telephone use and increased risk of brain and nervous tumours. However, considering the increasing incidence rate of brain and nervous tumours now and in the future, in addition to the high prevalence of mobile phone exposure in the population and worldwide, assessment of longer follow-up time trends in brain tumour incidence rates is warranted.
- (56) (Divan, Kheifets et al. 2008), p.523: Exposure to cell phones prenatally—and, to a lesser degree, postnatally—was associated with behavioral difficulties such as emotional and hyperactivity problems around the age of school entry. These associations may be noncausal and may be due to unmeasured confounding. If real, they would be of public health concern given the widespread use of this technology.
- (57) (Deshmukh, Banerjee et al. 2013), p.114: it should be kept in mind that in addition to the negative epidemiological data, there is no known biologically plausible mechanism by which nonionizing



- radio waves of low energy can disrupt DNA and lead to cancer.
- (58) (Deshmukh, Megha et al. 2013), p.19: In the present study, we demonstrated DNA damaging effects of low level micave radiation in brain. Conclusion: We concluded that low SAR micave radiation exposure at these frequencies may induce DNA strand breaks in brain tissue.
- (59) (Deshmukh, Nasare et al. 2015), p.284: The results showed declined cognitive function, elevated HSP70 level, and DNA damage in the brain of micave-exposed animals. The results indicated that, chronic low-intensity micave exposure in the frequency range of 900 to 2450MHz may cause hazardous effects on the brain.
- (60) (Divan, Kheifets et al. 2012), p.524: Exposure to cell phones prenatally—and, to a lesser degree, postnatally—was associated with behavioral difficulties such as emotional and hyperactivity problems around the age of school entry. These associations may be noncausal and may be due to unmeasured confounding. If real, they would be of public health concern given the widespread use of this technology.
- (61) (Dode, Leao et al. 2011), p.3649: The results show that approximately 856 BSs were installed through December 2006. Most (39.60%) of the BSs were located in the “Centro-Sul” (‘Central-Southern’) region of the municipality. Between 1996 and 2006, 7191 deaths by neoplasia occurred and within an area of 500 m from the BS, the mortality rate was 34.76 per 10,000 inhabitants. Outside of this area, a decrease in the number of deaths by neoplasia occurred. The greatest accumulated incidence was 5.83 per 1000 in the Central-Southern region and the lowest incidence was 2.05 per 1000 in the Barreiro region. During the environmental monitoring, the largest accumulated electric field measured was 12.4 V/m and the smallest was 0.4 V/m. The largest density power was 40.78 μ W/cm², and the smallest was 0.04 μ W/cm²
- (62) (El-Bedwi, Saad et al. 2013), p.297: Experimental results show that there are significant change on blood components and its viscosity which affects on a blood circulation due to many body problems. Red blood cells, White blood cells, and Platelets are broken after exposure to electromagnetic radiation produced by mobile phone. Also blood viscosity and plasma viscosity values are increased but Osmotic fragility value decreased after exposure to electromagnetic radiation produced by mobile phone.
- (63) (Elliott, Toledo et al. 2010), p.c3077: The results indicated that the exposure of the left side of the brain slows down the left-hand response time, in the second—later—part of the experiment. This effect was apparent in three of the four tasks, and was highly significant in only one of the tests. The exposure intensity and its duration exceeded the common exposure of cellular phone users.
- (64) (Eltiti, Wallace et al. 2007), p.137: The two key results of this study were the development of a scale that provides an index of the type and intensity of symptoms commonly experienced by people believing themselves to be EHS and a screening tool that researchers can use to pre-select the most sensitive individuals to take part in their research.
- (65) (Elwood 2012), p.85: The extensive study reports on mortality and morbidity, recorded on medical records and by regular examinations, and on self-reported symptoms. Exposure levels were low, but similar or greater than present-day exposures to radiofrequencies sources such as cell phone base stations. The conclusions were that no adverse health effects of the radiation were shown. The study validity depends on the assumption that staff at the other embassies were not exposed to similar radiofrequencies. This has been questioned, and other interpretations of the data have been presented. Conclusions: The conclusions of the original report are supported. Contrary conclusions given in some other reports are due to misinterpretation of the results.
- (66) (Eris, Kiziltan et al. 2015), p.101: It was found that a single 45 min of LLER exposure increased the blood 5-HT level significantly, but did not change the glutamate level of rats. It was concluded that even a single 45 min of LLER exposure may produce an increase in 5-HT level without changing the blood glutamate level. Increased 5-HT level may lead to a retarded learning and a deficit in spatial memory



- (67) (Esmekaya, Ozer et al. 2011), p.84: Results of our study showed that pulse-modulated RF radiation causes oxidative injury in liver, lung, testis and heart tissues mediated by lipid peroxidation, increased level of NOx and suppression of antioxidant defense mechanism.
- (68) (Finnie, Chidlow et al. 2009) p.276: Results: There was no induction of HSP32 or 70 in any brains, while HSP25 expression was limited to two brainstem nuclei and occurred consistently in exposed and non-exposed brains. Conclusion: Whole of gestation exposure of fetal mouse brains to mobile phone radiofrequency fields did not produce any stress response using HSPs as an immunohistochemical marker.
- (69) (Finnie, Cai et al. 2010), p.151: There was no increase in microglial Iba1 expression in brains short or long-term exposed to mobile telephony micaves compared to control (sham-exposed or freely moving caged mice) brains, while substantial microglial activation occurred in damaged positive control neural tissue. Conclusion: Acute (60 minutes) or longer duration (2 years) exposure of murine brains to mobile telephone RF fields did not produce any microglial activation detectable by Iba1 immunostaining.
- (70) (Frilot, Carrubba et al. 2014), p.191: In summary, the afferent signals triggered by the transduction of weak EMFs and detected as EEPs using recurrence analysis of the EEG were likely mediated by NMDA receptors in the trigeminal nucleus.
- (71) (Furubayashi, Ushiyama et al. 2009) p.100: In conclusion, we found no evidence of any causal link between hypersensitivity symptoms and exposure to EMF from base stations.
- (72) (Gandhi, Kaur et al. 2015), p.1: Genetic damage parameters of DNA migration length, damage frequency (DF) and damage index were significantly ($p \leq 0.000$) elevated in the sample group compared to respective values in healthy controls. The female residents ($n=25$) of the sample group had significantly ($p \leq 0.004$) elevated DF than the male residents ($n=38$). The linear regression analysis further revealed daily mobile phone usage, location of residence and power density as significant predictors of genetic damage. The genetic damage evident in the participants of this study needs to be addressed against future disease-risk, which in addition to neurodegenerative disorders, may lead to cancer.
- (73) (Grigorov, Grigorov et al. 2010), p.589: The RF exposure resulted in minor increases in formation of antibodies in brain tissue extract and the exposure did not appear to be pathological. In addition, a study was conducted to replicate a previous Soviet study on effects from the injection of blood serum from RF-exposed rats on pregnancy and foetal and offspring development of rats, using a similar animal model and protocol. Our results showed the same general trends as the earlier study, suggesting possible adverse effects of the blood serum from exposed rats on pregnancy and foetal development of intact rats, however, application of these results in developing exposure standards is limited.
- (74) (Gul, Celebi et al. 2009), p.729: Results: The analysis revealed that in the study group, the number of follicles was lower than that in the control group. The decreased number of follicles in pups exposed to mobile phone micaves suggest that intrauterine exposure has toxic effects on ovaries. Conclusion: We suggest that the micaves of mobile phones might decrease the number of follicles in rats by several known and, no doubt, countless unknown mechanisms.
- (75) (Gulati, Yadav et al. 2016), p.615: There was a significant increase in BMN frequency and TM value in exposed subjects (3.65 ± 2.44 and 6.63 ± 2.32) compared with control subjects (1.23 ± 0.97 and 0.26 ± 0.27). However, there was no association of GSTM1 and GSTT1 polymorphisms with the level of DNA damage in both exposed and control groups.
- (76) (Gupta, Goyal et al. 2015), p.CC07: The results indicate that auditory pathways from cochlear nerve to auditory brainstem are not affected by mobile phones. In the mobile phone user group (cases), 30 subjects said they used both ears equally, 17 used mostly their left ears, and 20 used mostly their right ears while calling. Thus, comparison of lateralization of mobile phone use for each group was not possible statistically.



- (77) (Guler, Tomruk et al. 2010), p.59: No difference was found in the newborns ($p > 0.05$, Mann-Whitney). There exist very few experimental studies on the effects of RFR during pregnancy. It would be beneficial to increase the number of these studies in order to establish international standards for the protection of pregnant women from RFR
- (78) (Gye and Park 2012), p.1: [Review]
- (79) (Haghani, Shabani et al. 2013), p.588: In conclusion, the results of the present study show that prenatal EMF exposure results in altered electrophysiological properties of Purkinje neurons. However, these changes may not be severe enough to alter the cerebellum-dependent functional tasks.
- (80) (Hanci, Turedi et al. 2015), p.535: Exposure to 900 MHz EMF during the prenatal period can cause pathological and biochemical changes that may compromise the development of the male rat thymus and spleen.
- (81) (Hao, Yang et al. 2013), p.157: It indicates that the 916 MHz EMF influence learning and memory in rats to some extent in a period during exposure, and the rats can adapt to long-term EMF exposure.
- (82) (Hassoy, Durusoy et al. 2013), p.10: Understanding the effects of these determinants might aid in developing more effective educational interventions to specific subgroups on this topic. As debates on the health consequences of electromagnetic fields continue, it would be cautious to approach this issue with a preventive perspective. Efforts should be made to equalize the varying level of knowledge and to ensure that students are informed accurately.
- (83) (Havas and Marrongelle 2013), p.253: [Retracted]
- (84) (He, Liu et al. 2014), p.49: This study indicates that curcumin ameliorates the depressed MFG-E8 expression and the attenuated phagocytic ability of EMF-exposed N9 cells, which is attributable to the inhibition of the pro-inflammatory response through the NF- κ B and STAT3 pathways.
- (85) (Hirose, Sasaki et al. 2010), p.104: These findings suggest that exposure to RF fields up to 2 W/kg does not activate microglial cells in vitro
- (86) (Hong, Kim et al. 2012), p. 604: These results indicate that single or multiple RF radiation exposure did not elicit oxidative stress in MCF10A cells under our exposure conditions.
- (87) (Hou, Wang et al. 2015), p.85: Our results showed a significant increase in intracellular ROS levels after EMR exposure and it reached the highest level at an exposure time of 1 h ($p<0.05$) followed by a slight decrease when the exposure continued for as long as 8 h. No significant effect on the number of gH2AX was detected after EMR exposure. The percentage of late-apoptotic cells in the EMR-exposed group was significantly higher than that in the sham-exposed groups ($p<0.05$). These results indicate that an 1800-MHz EMR enhances ROS formation and promotes apoptosis in NIH/3T3 cells.
- (88) (Hsu, Syed-Abdul et al. 2013), p.596: In conclusion, we do not detect any correlation between the morbidity/mortality of malignant brain tumors and cell phone use in Taiwan. We thus urge international agencies to publish only confirmatory reports with more applicable conclusions in public. This will help spare the public from unnecessary worries.
- (89) (Ikeda and Nakamura 2014), p.187: Increased duration of mobile phone use is associated with unfavorable psychological mood, in particular, a depressed mood. Decreasing mobile phone use may help maintain appropriate mental health in very long-duration users.
- (90) (Imai, Kawabe et al. 2011), p.204: The number of sperm in the testis and epididymis were not decreased in the electromagnetic field (EMF) exposed groups, and, in fact, the testicular sperm count was significantly increased with the 0.4 SAR. Abnormalities of sperm motility or morphology and the histological appearance of seminiferous tubules, including the stage of the spermatogenic cycle, were not observed. Thus, under the present exposure conditions, no testicular toxicity was evident.
- (91) (Imge, Kilicoglu et al. 2010), p.1044: Our results suggest that vitamin C may play a protective role against detrimental effects of mobile phone radiation in brain tissue.



- (92) (Inskip, Hoover et al. 2010): No increases were apparent for temporal or parietal lobe cancers, or cancers of the cerebellum, which involve the parts of the brain that would be more highly exposed to radiofrequency radiation from cellular phones. Frontal lobe cancer rates also rose among 20–29-year-old males, but the increase began earlier than among females and before cell phone use was highly prevalent. Overall, these incidence data do not provide support to the view that cellular phone use causes brain cancer.
- (93) (Jelodar, Akbari et al. 2013): It can be concluded that RFW causes oxidative stress in the eyes and vitamin C improves the antioxidant enzymes activity and decreases MDA.
- (94) (Jeong, Kang et al. 2015), p.481: These findings indicate that chronic RF-EMF exposure directly affects A β pathology in AD but not in normal brain. Therefore, RF-EMF has preventive effects against AD-like pathology in advanced AD mice with a high expression of A β , which suggests that RF-EMF can have a beneficial influence on AD.
- (95) (Jiang, Nie et al. 2012), p.e32040: Thus, the data indicated that RF pre-exposure is capable of inducing AR and suggested that the pre-exposure for more than 4 hours for 1 day is necessary to elicit such AR.
- (96) (Jiang, Zong et al. 2013), p.127: Thus, the data suggested that pre-exposure of mice to non-ionizing RF is capable of ‘protecting’ the erythrocytes in the blood and bone mar from genotoxic effects of subsequent γ -radiation. Such protective phenomenon is generally described as ‘adaptive response’ (AR) and is well documented in human and animal cells which were pre-exposed to very low doses of ionizing radiation. It is interesting to observe AR being induced by non-ionizing RF.
- (97) (Jin, Choi et al. 2013), p.430: Exposure for 8 weeks to simultaneous CDMA and WCDMA RF did not affect serum levels in rats of melatonin, thyroid stimulating hormone (TSH), triiodothyronine (T3) and thyroxin (T4), adrenocorticotropic hormone (ACTH) and sex hormones (testosterone and estrogen) as assessed by the ELISA method.
- (98) (Jin, Zong et al. 2012), p.e46102: Thus, RF pre-exposure appear to protect the HL-60 cells from the toxic effects of subsequent treatment with DOX. These observations were similar to our earlier data which suggested that pre-exposure of mice to 900 MHz RF at 120mW/cm² power density for 1 hours/day for 14 days had a protective effect in hematopoietic tissue damage induced by subsequent gamma-irradiation.
- (99) (Jurewicz, Radwan et al. 2014), p.43: These findings may have important implications for semen quality and lifestyle.
- (100) (Kang, Lee et al. 2014), p.265: These findings indicate that neither combined RF radiation alone nor combined RF radiation with menadione or H₂O₂ influences the intracellular ROS level in neuronal cells such as U87, PC12 or SH-SY5Y.
- (101) (Kato and Johansson 2012), p.95: We conducted a questionnaire survey of EHS persons in Japan. (...) The most plausible trigger of EHS onset was a mobile phone base station or personal handy-phone system (37%). Sixty-five percent experienced health problems to be due to the radiation from other passengers' mobile phones in trains or buses, and 12% reported that they could not use public transportation at all. Fifty-three percent had a job before the onset, but most had lost their work and/or experienced a decrease in income. Moreover, 85.3% had to take measures to protect themselves from EMF (...).
- (102) (Kayabasoglu, Sezen et al. 2011), p.348: Exposure to the electromagnetic field emitted by cellular telephones, for 6 hours a day for 30 consecutive days, had no effect on the hearing of newborn or adult rats, at the outer ear, middle ear or cochlear level.
- (103) (Kazemi, Mortazavi et al. 2015), p.105: The results obtained in this study clearly showed the oxidative stress induction capability of RF electromagnetic field in the portion of PBMCs mostly in monocytes, like the case of exposure to micro organisms, although the advantages or disadvantages of this effect should be evaluated.
- (104) (Kesari and Behari 2010): [Relevance? exposure (free running animals in front of horn antenna backed by absorbers)]



- (105) (Kesari and Behari 2012): [Relevance? exposure (free running animals in front of horn antenna backed by absorbers)]
- (106) (Kesari, Kumar et al. 2010): [Relevance? exposure (free running animals in front of horn antenna backed by absorbers)]
- (107) (Kesari, Kumar et al. 2011): [Relevance? exposure (free running animals in front of horn antenna backed by absorbers)]
- (108) (Kesari, Kumar et al. 2011): [Relevance? exposure (free running animals in front of horn antenna backed by absorbers)]
- (109) (Kesari, Kumar et al. 2012): [Relevance? exposure (free running animals in front of horn antenna backed by absorbers)]
- (110) (Khalil, Gagaa et al. 2012), p.734: With the exception of the urine collected in the last half an hour of exposure, significant elevations were noticed in the levels of 8-oxodG in urine samples from rats exposed to RFR when compared to control animals. Significant differences were seen overall across time points of urine collection with a maximum at 1 h after exposure, suggesting repair of the DNA lesions leading to 8-oxodG formation.
- (111) (Kheifets, Monroe et al. 2008), p.677: The lack of a clear pattern of EMF exposure and outcome risk does not support a hypothesis that these exposures are responsible for the observed excess risk. Findings were not sensitive to assumptions, influential studies, weighting schemes, publication bias, study characteristics, or funding source.
- (112) (Khirazova, Baizhumanov et al. 2012), p.816: These results demonstrated significant effect of GSM-range radiation on the behavior and activity of stress-realizing and stress-limiting systems of the body
- (113) (Kim, Han et al. 2012), p.176: The lack of a statistically significant alteration in HSP27 and ERK1/2 phosphorylations suggests that single or combined RF radiation exposure did not elicit activation of HSP27 and ERK1/2 in MCF10A cells.
- (114) (Kokturk, Yardimoglu et al. 2013), p.52 : The results indicated that apoptosis and neurodegeneration in rats exposed to EMF during pre- and postnatal periods may be reduced with Lycopersicon esculentum extract therapy.
- (115) (Kumar, Behari et al. 2012), p.223: These results are indications of deleterious effects of these radiations on reproductive pattern of male rats.
- (116) (Kumar, Murarka et al. 2014), p.29: These findings indicated that various lifestyle factors such as tobacco smoking, chewing and alcohol use as well as exposure to toxic agents might be attributed to the risk of declining semen quality and increase in oxidative stress and sperm DNA damage.
- (117) (Kwon, Vorobyev et al. 2011), p.2293: The exposure did not affect task performance (reaction time, error rate). Our results show that short-term mobile phone exposure can locally suppress brain energy metabolism in humans.
- (118) (Kwon and Hämäläinen 2011): [review]
- (119) (Levis, Minicuci et al. 2011): [Meta-analysis (Single studies not selected based on quality criteria; some of the studies considered not to be free of bias)]
- (120) (Lukac, Massanyi et al. 2011), p.1532: In general, results of this experiment indicate a negative time-dependent effect of 1800 MHz RF-EMW radiation on bovine spermatozoa motility.
- (121) (Liu, Wen et al. 2011), p.270: Our results suggested a neuroprotective effect of green tea polyphenols against the mobile phone irradiation-induced injury on the cultured rat cortical neurons.
- (122) (Lee, Lee et al. 2009), p.648: From the results, we report for the first time that simultaneous experimental exposure to CDMA and WCDMA RF EMFs did not cause any observable adverse effects on mouse fetuses.
- (123) (Lee, Jin et al. 2011), p.485: From the results, we suggested that simultaneous exposure to CDMA and WCDMA RF-EMFs did not affect lymphoma development in AKR/J mice.
- (124) (Lee, Kim et al. 2011), p.169: These results indicate that neither single nor combined RF radiation affect cell cycle progression.



- (125) (Lee, Kim et al. 2014), p. 1902: We could not find any harmful effects of Wi-Fi electromagnetic signals from smartphones. The increased proliferation of ASCs under the smartphone, however, might be attributable to the thermal effect.
- (126) (Leung, Croft et al. 2011), p.2203: Employing tasks tailored to each individual's ability level, this study provides support for an effect of acute 2G and 3G exposure on human cognitive function. Significance: The subtlety of mobile phone effect on cognition in our study suggests that it is important to account for individual differences in future mobile phone research.
- (127) (Li, Liu et al. 2012), p.435 and 472: A higher than median averaged APD (approximately 168 WYs/km²) was significantly associated with an increased AOR for all neoplasms (1.13; 1.01 to 1.28), but not for leukemia (1.23; 0.99 to 1.52) or brain neoplasm (1.14, 0.83 to 1.55). This study noted a significantly increased risk of all neoplasms in children with higher-than-median RF exposure to MPBS. The slightly elevated risk was seen for leukemia and brain neoplasm, but was not statistically significant. These results may occur due to several methodological limitations.
- (128) (Li, Li et al. 2014), p.506: MR induced marked MMECs injury, as shown by increased LDH leakage and apoptosis rate and decreased cell viability. MR also induced excessive ER stress, characterized by increased expression of GRP78 and CRT, and ER stress-related apoptotic signaling as well, as shown by the upregulation of CHOP and Bax and the downregulation of Bcl-2. Exogenous CRT pretreatment remarkably attenuated MR-induced cell apoptosis and LDH leakage, ER stress, and activation of the ER stress-related apoptotic signaling. Conclusions: Exogenous CRT attenuates MR-induced ER stress-related apoptosis by suppressing CHOP-mediated apoptotic signaling pathways in MMECs.
- (129) (Lilienfeld, Tonascia et al.) [Internal Report]
- (130) (Little, Rajaraman et al. 2012), p.e1147: Raised risks of glioma with mobile phone use, as reported by one (Swedish) study forming the basis of the IARC's re-evaluation of mobile phone exposure, are not consistent with observed incidence trends in US population data, although the US data could be consistent with the modest excess risks in the Interphone study.
- (131) (Liu, Tai et al. 2012), p.e42332: Therefore, our results implied that exposure to the EMF of 1950-MHz TD-SCDMA may not promote the tumor formation, but continuous exposure damaged the mitochondria of astrocytes and induce apoptosis through a caspase-3-dependent pathway with the involvement of bax and bcl-2.
- (132) (Liu, Duan et al. 2013), p.2: Taking together, these findings may imply the novel possibility that RF-EMR with insufficient energy for the direct induction of DNA strand breaks may produce genotoxicity through oxidative DNA base damage in male germ cells.
- (133) (Liu, Chen et al. 2014), p. e110825: The findings showed that daily occupational EMF exposure was positively associated with poor sleep quality. It implies EMF exposure may damage human sleep quality rather than sleep duration.
- (134) (Liu, Li et al. 2014): [Review]
- (135) (Liu, Zhang et al. 2014), p.216: These findings suggested that autophagy flux could be enhanced by 1800 MHz GSM exposure (4W/kg), which is mediated by ROS generation. Autophagy may play an important role in preventing cells from apoptotic cell death under RF exposure stress.
- (136) (Loughran, McKenzie et al. 2012), p.86: These results confirm previous findings of mobile phone-like emissions affecting the EEG during non-REM sleep. Importantly, this low-level effect was also shown to be sensitive to individual variability. Furthermore, this indicates that previous negative results are not strong evidence for a lack of an effect and, given the far-reaching implications of mobile phone research, we may need to rethink the interpretation of results and the manner in which research is conducted in this field.
- (137) (Lu, He et al. 2014), p.e108318: Our results demonstrated that RF exposure differentially induced pro-inflammatory responses in microglia and astrocytes, which involved differential activation of STAT3 in microglia and astrocytes. Our data provide novel insights into the potential mechanisms of the reported CNS impacts associated with mobile phone use and present STAT3 as a



- promising target to protect humans against increasing RF exposure.
- (138) (Luria, Eliyahu et al. 2009), p.198: These results confirmed the existence of an effect of exposure on RT, as well as the fact that exposure duration (together with the responding hand and the side of exposure) may play an important role in producing detectable RFR effects on performance. Differences in these parameters might be the reason for the failure of certain studies to detect or replicate RFR effects.
- (139) (Lv, Chen et al. 2014), p.277: The study provided the evidences that 30 min LTE RF-EMF exposure modulated the spontaneous low frequency fluctuations in some brain regions. Significance: With resting state fMRI, we found the alteration of spontaneous low frequency fluctuations induced by the acute LTE RF-EMF exposure
- (140) (Mahmoudabadi, Ziae et al. 2015), p.34: All the data pertaining to mobile phones were different between the two groups except the use of hands free devices ($p < 0.001$). Conclusion: Our result suggests that use of mobile phones can be related to the early spontaneous abortions.
- (141) (Malek, Rani et al. 2015), p.13206: Generally, in both groups, there is no statistical significant difference between the exposure and sham exposure towards cognitive performance and physiological effects
- (142) (Maskey, Kim et al. 2010), p.232: CaBP differences could cause changes in cellular Ca²⁺ levels, which could have deleterious effect on normal hippocampal functions concerned with neuronal connectivity and integration.
- (143) (Maskey, Pradhan et al. 2010), p.237: Chronic RF exposure to the rat brain suggested that the decrease of CB IR accompanying apoptosis and increase of GFAP IR might be morphological parameters in the hippocampus damages.
- (144) (Maskey, Kim et al. 2012), p.292: Decrement in the CabPs can affect the calcium-buffering capacity leading to cell death, while increased GFAP IR and changes in astrocyte morphology, may mediate brain injury due to radiofrequency exposure.
- (145) (Maskey, Kim et al. 2014), p.409: The present study suggests that the auditory brainstem region is susceptible to chronic exposure to RF radiation, which may affect the function of the central auditory system.
- (146) (Masuda, Ushiyama et al. 2009), p.66: The aim of this study was to determine whether albumin leakage and dark neurons were present in rat brains 14 and 50 days after a single 2-h exposure to a 915 MHz electromagnetic field, as reported by Salford et al. (Environ. Health Perspect. 111, 881–883, 203). (...) This study thus failed to confirm the results of Salford et al.
- (147) (Masuda, Hirota et al. 2015), p.351: These findings suggest that no dynamic changes occurred in BBB permeability of the rats at either of these developmental stages, even during local RF exposure at non-thermal levels.
- (148) (Masuda, Hirota et al. 2015), p.561: These findings suggest that RF is unlikely to initiate inflammatory responses, at least under these exposure conditions.
- (149) (McCarty, Carrubba et al. 2011), p.670: In a double-blinded EMF provocation procedure specifically designed to minimize unintentional sensory cues, the subject developed temporal pain, headache, muscle twitching, and skipped heartbeats within 100 s after initiation of EMF exposure ($p < .05$). The symptoms were caused primarily by field transitions (off-on, on-off) rather than the presence of the field (...) The subject had no conscious perception of the field as judged by her inability to report its presence more often than in the sham control. Discussion: The subject demonstrated statistically reliable somatic reactions in response to exposure to subliminal EMFs under conditions that reasonably excluded a causative role for psychological processes.
- (150) (McNamee and Chauhan 2009), p.265: The increasing application of high-throughput technologies to study possible RF-radiation-induced bioeffects may help to resolve these discrepancies, but only if such studies are conducted with a sound experimental design and rigorous statistical analysis.



- (151) (McQuade, Merritt et al. 2009), p.615: Albumin immunohistochemistry was performed on perfused brain tissue sections to determine the integrity of the BBB. Chi-square analysis revealed no significant increase in albumin extravasation in any of the exposed animals compared to the sham-exposed or home cage control animals.
- (152) (Megha, Deshmukh et al. 2012), p.889: Results of the present study indicated that increased oxidative stress due to microwave exposure may contribute to cognitive impairment and inflammation in brain.
- (153) (Meg Tseng, Lin et al. 2011), p.634: The prevalence of SREMFS in the general population of Taiwan is higher than that reported in western countries. People with psychiatric morbidity are more likely to report sensitivity to electromagnetic fields. The cross-sectional design precludes the causal inference of all identified correlates and electromagnetic field sensitivity
- (154) (Meo and Al Rubeaan 2013), p.235: The results of the present study show an association between long-term exposure to activated mobile phones and increase in fasting blood glucose and serum insulin in Albino rats.
- (155) (Meral, Tekintangac et al. 2014), p.164: It was found that 12 h per day EMF exposure for 30 days did not have any significant effects on ECG findings of guinea pigs. However, this issue needed to be further investigated in a variety of perspectives, such as longer duration of exposure to be able to elucidate the effects of mobile phone-induced EMFs on cardiovascular functions.
- (156) (Merhi 2012), p.293: The increasing use of cell phone warrants well-designed studies to ascertain the effect of their RF-EMR on reproduction.
- (157) (Milham and Stetzer 2013): Neurotransmitters may be biomarkers for dirty electricity and other electromagnetic field exposures. We believe that dirty electricity is a chronic stressor of electrified populations and is responsible for many of their disease patterns.
- (158) (Moon, Kim et al. 2014), p.581: We found that tumors may coincide with the more frequently used ear of mobile phones and tumor volume that showed strong correlation with amount of mobile phone use, thus there is a possibility that mobile phone use may affect tumor growth.
- (159) (Mornet, Kania et al. 2013): Exposure assessment methods were debatable, and long-term assessment was lacking. An on-going prospective study should determine any major effect of electromagnetic fields; schwannoma being a rare pathology, absence of association will be difficult to prove. No clinical association has been demonstrated between cell and cordless phone use and vestibular schwannoma. Existing studies are limited by their retrospective assessment of exposure.
- (160) (Mortazavi, Mahbudi et al. 2011), p.435: No statistically significant changes between the means of these parameters in real/sham exposure were observed. Our findings clearly confirm the results obtained in other provocative studies. These data also indicate the possible role of psychological factors in electromagnetic hypersensitivity.
- (161) (Mortazavi, Rouintan et al. 2012), p.171: It can be concluded that these exposures cause decreased reaction time, which may lead to a better response to different hazards. In this light, this phenomenon might decrease the chances of human errors and fatal accidents.
- (162) (Mortazavi, Vazife-Doost et al. 2012), p.60: As some studies have shown that exposure to EMFs has no effect on the cortisol level, whereas other studies reported either an increase or a decrease in the cortisol level, it can be concluded that the effects of exposure to EMFs may occur only at specific absorbed energies or energy absorption rates (usually known as window) similar to that exists in the case of exposure to the low doses of ionizing radiations.
- (163) (Mortazavi, Rahimi et al. 2015), p.121: These findings support early reports which indicated a wide variety of non-thermal effects of electromagnetic radiation on amphibians including the effects on the pattern of muscle extractions
- (164) (Mortazavi, Shirazi et al. 2013), p.213: The findings of this study cast doubt on previous reports, which indicated that exposure to ionizing radiation during pregnancy increased the risk of low birth weight.



- (165) (Motawi, Darwish et al. 2014), p.845: The study highlights the detrimental effects of mobile phone radiations on brain during young and adult ages. The interaction of these radiations with brain is via dissipating its antioxidant status and/or triggering apoptotic cell death.
- (166) (Movvahedi, Tavakkoli-Golpayegani et al. 2014), p.121: To the best of our knowledge, this is the first study to show that short-term exposure of elementary school students to RF radiation leads to the better performance of their short-term memory.
- (167) (Munezawa, Kaneita et al. 2011), p.1013: This study showed that the use of mobile phones for calling and for sending text messages after lights out is associated with sleep disturbances among Japanese adolescents. However, there were some limitations, such as small effect sizes, in this study. More studies that examine the details of this association are necessary to establish strategies for sleep hygiene in the future.
- (168) (Nam, Lee et al. 2009), p.641: In conclusion, RF exposure did not have any effects on physiological parameters or subjective symptoms in either group. As for EMF perception, there was no evidence that the EHS group better perceived EMF than the non-EHS group.
- (169) (Nakatani-Enomoto, Furubayashi et al. 2013) p.589: We conclude that continuous wave EMF exposure for 3 h from a W-CDMA-like system has no detectable effects on human sleep.
- (170) (Narayanan, Kumar et al. 2009), p.231: Mobile phone exposure affected the acquisition of learned responses in Wistar rats. This in turn points to the poor spatial navigation and the object place configurations of the phone-exposed animals.
- (171) (Narayanan, Kumar et al. 2010), p.91: Mobile phone RF-EMR exposure significantly altered the passive avoidance behaviour and hippocampal morphology in rats
- (172) (Narayanan, Kumar et al. 2013), p.1117: No statistically significant difference was found in total distance travelled, total arm entries, percentage of closed arm entries and parallelism index in the RF-EMR exposed rats compared to controls. Results indicate that mobile phone radiation could affect the emotionality of rats without affecting the general locomotion.
- (173) (Narayanan, Kumar et al. 2015), p.1193: RF-EMR exposure influenced dendritic arborization pattern of both apical and basal dendritic trees in RF-EMR exposed rats. Structural changes found in the hippocampus of RF-EMR exposed rats could be one of the possible reasons for altered cognition.
- (174) (Naziroglu, Ozkan et al. 2015), p.83: In conclusion, apoptosis, mitochondrial, ROS, and Ca²⁺ influx via TRPV1 channel were increased in the hippocampal neurons by epilepsy induction although the mobile phone did not change the values. The results indicated that TRPV1 channels in hippocampus may possibly be a novel target for effective target of epilepsy.
- (175) (Ni, Yu et al. 2013), p.e72370: The ROS and MDA levels significantly increased ($P<0.05$) in the RF exposure group and that the cellular viability, mRNA expression of four genes, and expression of four proteins significantly decreased ($P<0.05$) compared with the RF sham-exposure group. Conclusions: Oxidative stress is present in HLE B3 cells exposed to 1.8 GHz low-intensity RF and that the increased production of ROS may be related to down-regulation of four antioxidant enzyme genes induced by RF exposure.
- (176) (Ng, Lim et al. 2012) p.176: There was evidently no significant deleterious effect of digital mobile phone use on cognitive functioning in older people. Findings suggest, however, that digital mobile phone use may have an independent facilitating effect on global and executive functioning.
- (177) (Noor, Mohammed et al. 2011), p.729: Data of the present study showed a significant increase in both excitatory and inhibitory amino acids in the cerebellum of adult and young rats and midbrain of adult animals after 1 hour of EMR exposure. In the midbrain of adult animals, there was a significant increase in glycine level after 1 month followed by significant increase in GABA after 4 months. Young rats showed significant decreases in the midbrain excitatory amino acids. In the medulla, the equilibrium ratio percent (ER%) calculations showed a state of neurochemical inhibition after 4 months in case of adult animals, whereas in young animals, the neurochemical inhibitory state was observed after 1 month of exposure due to significant decrease in glutamate and



- aspartate levels. This state was converted to excitation after 4 months due to the increase in glutamate level.
- (178) (Odaci and Ozyilmaz 2015), p.547: The results show that exposure to 900 MHz EMF causes alterations in adult rat testicular morphology and biochemistry.
- (179) (Ohtani, Ushiyama et al. 2015), p.467: These data indicate no adverse effects of long-term RF-EMF exposure on immune-like T cell populations, T cell activation, or Th1/Th2 balance in developing rats, although significant transcriptional effects were observed.
- (180) (Okano, Terao et al. 2010), p.603: After EMF or sham exposure, we observed a slight but significant shortening of latency in the CUED and OL2 tasks. AS amplitude decreased as well as the saccade velocities in the AS, CUED, and OL1 tasks after exposure. These changes occurred regardless of whether exposure was real or sham. The frequencies of prosaccades in the AS task, saccades to cue in the CUED task, and prematurely initiated saccades in the overlap (OL2) task did not change significantly after real or sham EMF exposure. Conclusions: Thirty minutes of mobile phone exposure has no significant short-term effect on the inhibitory control of saccades. Significance: The cortical processing responsible for saccade inhibition is not affected by exposure to EMF emitted by a mobile phone.
- (181) (Otitoloju, Obe et al. 2010), p.51: The major abnormalities observed were knobbed hook, pin-head and banana-shaped sperm head. The occurrence of the sperm head abnormalities was also found to be dose dependent.
- (182) (Ozgur, Guler et al. 2010), p.935: Mobile phone-like radiation induces oxidative damage and changes the activities of antioxidant enzymes in the liver. The adverse effect of RFR may be related to the duration of mobile phone use. NAC and EGCG protect the liver tissue against the RFR-induced oxidative damage and enhance antioxidant enzyme activities.
- (183) (Ozgur, Guler et al. 2014), p.983: Our results indicate that the applications of 900- and 1,800-MHz (2 W/kg) RFR cause to decrease in the proliferation of the Hep G2 cells after 4 h of exposure.
- (184) (Ozgur, Tumkaya et al. 2015), p.765: The histopathologic and immunohistochemical analysis showed neuronal degeneration signs, such as increased vacuolization in the cochlear nucleus, pyknotic cell appearance, and edema in the group exposed to the electromagnetic fields compared to the control group. The average latency of wave in the ABR was similar in both groups ($p > 0.05$).
- (185) (Ozorak, Naziroglu et al. 2013), p.221: There were no statistically significant differences in kidney chromium, magnesium, and manganese concentrations among the four groups. In conclusion, Wi-Fi- and mobile phone-induced EMR caused oxidative damage by increasing the extent of lipid peroxidation and the iron level, while decreasing total antioxidant status, copper, and GSH values. Wi-Fi- and mobile phone-induced EMR may cause precocious puberty and oxidative kidney and testis injury in ging rats.
- (186) (Panda, Jain et al. 2010), p.5: There was no significant difference between users and controls for any of the audiologic parameters. However, trends for audiologic abnormalities were seen within the users. High-frequency loss and absent distortion product otoacoustic emissions were observed with an increase in the duration of mobile phone use, excessive use of mobile phones, and age more than 30 years. Additionally, users with some complaints during mobile phone use demonstrated absent distortion product otoacoustic emissions and abnormalities in auditory brain-stem response. Conclusion: Long-term and intensive mobile phone use may cause inner ear damage. A large sample size would be required to reach definitive conclusions.
- (187) (Panda, Modi et al. 2011), p.581: GSM and CDMA users were found to be at a significantly higher risk of having DPOAE absent as compared with controls ($P < .05$). They were found to have higher speech frequency thresholds and lower MLR wave and Na and Pa amplitudes. More than 3 years of mobile phone usage emerged as a risk factor ($P < .05$). The damage done was bilateral, with the quantum of damage being the same for both GSM and CDMA. Conclusion.



Long-term and intensive GSM and CDMA mobile phone use may cause damage to cochlea as well as the auditory cortex.

- (188) (Paulraj and Behari 2011), p.191: This results show that low level RF or MW do not alter tumor gth and development as evidenced by no observable change in tumor size.
- (189) (Paulraj and Behari 2012), p.97: Results of this study reveal that chronic exposure of rat to mi- cave radiation alter the activity of certain enzymes. There was a significant increase in calcium ion efflux and the activity of ODC. On the other hand, there is a significant decrease in PKC activity. Since these enzymes are related to gth, any alteration may lead to affect functioning of the brain and its development.
- (190) (Perentos, Croft et al. 2013), p.1702: The results support the view that alpha is altered by RF electromagnetic fields, but suggest that the pulsing nature of the fields is not essential for this ef- fect to occur.
- (191) (Peres 2010): [Comment on Interphone]
- (192) (Pettersson, Mathiesen et al. 2014), p.233: The findings do not support the hypothesis that long- term mobile phone use increases the risk of acoustic neuroma. The study suggests that phone use might increase the likelihood that an acoustic neuroma case is detected and that there could be bias in the laterality analyses performed in previous studies.
- (193) (Pettersson and Feychtig 2014): [author response]
- (194) (Rafati, Rahimi et al. 2015), p.133: These findings support early reports which indicated a wide variety of non-thermal efects of electromagnetic radiation on amphibians including the effects on the pattern of muscle extractions.
- (195) (Ragbetli, Aydinlioglu et al. 2010), p.548: A significant decrease in the number of Purkinje cells and a tendency for granule cells to increase in cerebellum was found. Conclusion: Further studies in this area are needed due to the popular use of mobile telephones and relatively high exposure on developing brain
- (196) (Ragbetli, Aydinlioglu et al. 2009), p.1031: No significant difference in pyramidal cell number of total Cornu Ammonis (CA) sectors of hippocampus was found between the control and the mobile phone exposed groups ($p>.05$). It was concluded that further study is needed in this field due to popular use of mobile telephones and relatively high exposure to the developing brain.
- (197) (Ragy 2015): In conclusion, electromagnetic field emitting from mobile phone might produce im- pairments in some biochemicals changes and oxidative stress in brain, liver and renal tissue of albino rats. These alterations were corrected by withdrawal.
- (198) (Redmayne 2013): [Qualitative Analysis]
- (199) (Redmayne, Smith et al. 2013), p.90: There were more statistically significant associations (36%) than could be expected by chance (5%). Several were dose-dependent relationships. To safeguard young people's well-being, we suggest limiting their use of cellphones and cordless phones to less than 15 minutes daily, and employing a speaker-phone device for longer daily use. We recommend parental measures are taken to prevent young people being woken by their cell- phones.
- (200) (Rubin, Cleare et al. 2012): [letter to the editor]
- (201) (Rubin, Cleare et al. 2012): [letter to the editor]
- (202) (Rubin, Nieto-Hernandez et al. 2010): [Review]
- (203) (Sahin, Aslan et al. 2015), p.232: In conclusion, our results suggest that pyramidal neuron loss and histopathological changes in the cornu ammonis of 8-week-old male rats may be due to the 900-MHz EMF exposure
- (204) (Saikhedkar, Bhatnagar et al. 2014), p.1072: Thus our findings indicate extensive neurodegener- ation on exposure to radio waves. Increased production of reactive oxygen species due to ex- haustion of enzymatic and non-enzymatic antioxidants and increased lipid peroxidation indicate extensive neurodegeneration in selective areas of CA1, CA3, DG, and the cerebral cortex. This extensive neuronal damage results in alterations in behavior related to memory and learning.



- (205) (Salama, Kishimoto et al. 2009): [Retracted]
- (206) (Salunke, Umathe et al. 2015), p.32: The present experiment demonstrates that up to 120 days of exposure to HF-EMF does not produce anxiety, OCD and depression-like behavior in mice.
- (207) (Saravi 2011), p.706: The different asymmetries between right and left hip dual-energy x-ray absorptiometry values in nonusers and mobile phone users suggest that these devices may adversely affect bone mineralization.
- (208) (Sato, Akiba et al. 2011), p.85: The increased risk identified for mobile phone users with average call duration >20 min/day should be interpreted with caution, taking into account the possibilities of detection and recall biases. However, we could not conclude that the increased risk was entirely explicable by these biases, leaving open the possibility that mobile phone use increased the risk of acoustic neuroma.
- (209) (Schoemaker and Swerdlow 2009), p.348: We found no evidence that the risk of developing pituitary tumors is associated with cellular phone use for the induction time periods and intensities of use observed.
- (210) (Seckin, Suren Basar et al. 2014), p.400: The findings indicated cellular structural damage in the cochlea caused by radiofrequency radiation exposure during cochlear development in the rat model.
- (211) (Sefidbakht, Moosavi-Movahedi et al. 2014), p.1082: This ability in cells to overcome oxidative stress and compensate the luciferase activity could also be responsible for the adaptive response mechanism detected in ionizing radiation studies with RF-EMF pre-treatments.
- (212) (Sehitoglu, Tumkaya et al. 2015), p.562: Our study demonstrated that ER exposure throughout embryogenesis may cause reductions in serum total T levels and in the size and weight of the testes of male rats, while causing modest increase in apoptosis.
- (213) (Sekijima, Takeda et al. 2010), p.277: These results suggest that RF exposure up to the limit of whole-body average SAR levels as specified in the ICRNIRP guidelines is unlikely to elicit a general stress response in the tested cell lines under these conditions.
- (214) (Sevi, Kumar et al. 2014), p.437: The findings of present study showed abnormalities in the conduction of electrical signals in different levels of auditory pathway.
- (215) (Shah and Farrow 2014): [Literature review with no conclusive outcome]
- (216) (Shahbazi-Gahrouei, Karbalaei et al. 2014): It is suggested that cellular phone BTS antenna should not be sited closer than 300 m to populations to minimize exposure of neighbors.
- (217) (Shahin, Mishra et al. 2014), p.511: Further, these adverse reproductive effects suggest that chronic exposure to nonionizing MW radiation may lead to infertility via free radical species-mediated pathway.
- (218) (Shirai, Imai et al. 2014), p.497: Thus, it was concluded that under the experimental conditions applied, multigenerational whole body exposure to 2.14 GHz W-CDMA signals for 20 h/day did not cause any adverse effects on the F1, F2, and F3 offspring.
- (219) (Shivashankara, Joy et al. 2015), p.BC19: Significant changes in salivary enzymes and MDA suggest adverse effect of high use of cell phones on cell health.
- (220) (Shokri, Soltani et al. 2015), p.322: Regarding to the progressive privilege of 2.45 GHz wireless networks in our environment, we concluded that there should be a major concern regarding the time-dependent exposure of whole-body to the higher frequencies of Wi-Fi networks existing in the vicinity of our living places.
- (221) (Sieron-Stoltny, Teister et al. 2015), p.896019: On the basis of obtained results, it was concluded that electromagnetic field generated by 900 MHz mobile phone does not have a direct impact on macrometric parameters of bones; however, it alters the processes of bone mineralization and the intensity of bone turnover processes and thus influences the mechanical strength of bones.
- (222) (Sirav and Seyhan 2011), p.253: These results suggest that exposure to 0.9 and 1.8 GHz CW RFR at levels below the international limits can affect the vascular permeability in the brain of



male rats.

- (223) (Sudan, Kheifets et al. 2012), p.46: In this study, cell phone exposures were associated with headaches in children, but the associations may not be causal given the potential for uncontrolled confounding and misclassification in observational studies such as this. However, given the widespread use of cell phones, if a causal effect exists it would have great public health impact.
- (224) (Sudan, Kheifets et al. 2013), p.247: Our findings could have been affected by various biases and are not sufficient to conclude that cell phone exposures have an effect on hearing. This is the first large-scale epidemiologic study to investigate this potentially important association among children, and replication of these findings is needed.
- (225) (Sudan, Kheifets et al. 2013): [comment]
- (226) (Sun, Li et al. 2013), p.523: This meta-analysis suggests that EMF exposure may be associated with the increase risk of male breast cancer despite the arguments raised.
- (227) (Suresh, Sabanayagam et al. 2011), p.1: We found that cell-phone usage was protectively associated with self-reported hypertension in a nationally representative sample of US adults.
- (228) (Swerdlow, Feychtung et al. 2011): [Comment]
- (229) (Takahashi, Imai et al. 2010), p.362: Thus, under our experimental conditions, whole-body exposure to 2.14GHz for 20h per day during gestation and lactation did not cause any adverse effects on pregnancy or the development of rats
- (230) (Takebayashi, Varsier et al. 2008), p.652: A non-significant increase in OR among glioma patients in the heavily exposed group may reflect recall bias.
- (231) (Tang, Zhang et al. 2015), J., p.92: Thus, for the first time, we found that EMF exposure for 28 days induced the expression of m kp-1, resulting in ERK dephosphorylation. Taken together, these results demonstrated that exposure to 900 MHz EMF radiation for 28 days can significantly impair spatial memory and damage BBB permeability in rat by activating the m kp-1/ERK pathway.
- (232) (Tas, Dasdag et al. 2014): In conclusion, we claim that long-term exposure of 900 MHz RF radiation alter some reproductive parameters. However, more supporting evidence and research is definitely needed on this topic.
- (233) (Tell, Kavet et al. 2013), p.549: In a sample of measurements in six single-detached residences equipped with individual smart meters, no interior measurement of peak field exceeded 1% of the FCC's general public exposure limit.
- (234) (Tell, Sias et al. 2012), p.17-29: This study is the first to characterise smart meters as deployed. However, the results are restricted to a single manufacturer's emitters.
- (235) (Thomas, Benke et al. 2010), p.861: We have observed that some changes in cognitive function, particularly in response time rather than accuracy, occurred with a latency period of 1 year and that some changes were associated with increased exposure. However, the increased exposure was mainly applied to those who had fewer voice calls and SMS at baseline, suggesting that these changes over time may relate to statistical regression to the mean, and not be the effect of mobile phone exposure.
- (236) (Trosic, Pavicic et al. 2011), p.1259: The results of this study suggest that, under the experimental conditions applied, repeated 915 MHz irradiation could be a cause of DNA breaks in renal and liver cells, but not affect the cell genome at the higher extent compared to the basal damage.
- (237) (Tseng, Lin et al. 2013): We observed no moderating effect of psychopathology on the association between degree of sensitivity to EMF and risk perception. Thus, psychopathology had influence on general people's risk perception without having influence on the relationship between people's degree of sensitivity to EMF and risk perception. The plausible explanations are discussed in the text.
- (238) (Tumkaya, Kalkan et al. 2016): Our study demonstrated that mobile phones with a low specific absorption rate have no harmful effects on pubertal rat testicles.
- (239) (Vanderwaal, Cha et al. 2006), p.507: Acute and moderate hyperthermia significantly increase HSP27 phosphorylation, but there was no significant change in the levels of HSP27 following non-



- thermal exposure to TDMA and GSM modulated RF radiations.
- (240) (Vijayalaxmi and Prihoda 2012) p.1: Thus, the classification of RF as possibly carcinogenic to humans in group 2B was not supported by genotoxicity-based mechanistic evidence.
- (241) (Vijayalaxmi, Reddy et al. 2013), p.542: The results indicated the following: (i) the incidence of MN was similar in incubator controls, and those exposed to RF/sham and Mel alone; (ii) there were no significant differences between WCDMA and CW RF exposures; (iii) positive control cells exposed to GR alone exhibited significantly increased MN; and (iv) Mel treatment had no effect on cells exposed to RF and sham, while such treatment significantly reduced the frequency of MN in GR-exposed cells.
- (242) (Volkow, Tomasi et al. 2011), p.808: In healthy participants and compared with no exposure, 50-minute cell phone exposure was associated with increased brain glucose metabolism in the region closest to the antenna. This finding is of unknown clinical significance.
- (243) (Wang, Chang et al. 2015), p.198: We found that rTMS pre-treated VaD rats showed significantly better memory and learning abilities in Morris water maze test compared to the untreated group. Moreover, the mRNA and protein expression levels of BDNF, TrkB, and SYN were significantly higher in the rTMS pre-treated group, indicating that rTMS pre-treatment has neuroprotective effect for VaD, which may have resulted from the increased level of BDNF, TrkB, and SYN in the hippocampal CA1 area.
- (244) (Wang, Liu et al. 2015), p.1075: Even if further studies remain conducted we support the hypothesis that OGG1 is involved in the process of DNA base repair and may play a pivotal role in protecting DNA bases from RF-EMF induced oxidative damage.
- (245) (Wang, Fei et al. 2016): The findings showed that chronic exposure to EMF could decrease male plasma testosterone and T/E2 ratio, and it might possibly affect reproductive functions in males. No significant associations of EMF exposure with inflammatory pathway biomarkers were found
- (246) (Yang, Hao et al. 2012), p.1039: The results indicate that micave radiation can promote neoplastic transformation of NIH/3T3cells.
- (247) (Yilmaz, Yilmaz et al. 2014), p.992: Our results showed that the electro-magnetic waves emitted by the mobile phones may have effect on apoptosis. Besides, obtained data revealed that more realistic application of mobile phones during experiments is more important as expected
- (248) (Xiong, Sun et al. 2015), p.13: 30 mW/cm² micave exposure resulted in alterations of synaptic structure, amino acid neurotransmitter release and calcium influx. NMDAR signaling molecules were closely associated with impaired synaptic plasticity.
- (249) (Xu, Zhou et al. 2010), p.189: Together, these results suggested that 1800 MHz RF radiation could cause oxidative damage to mtDNA in primary cultured neurons. Oxidative damage to mtDNA may account for the neurotoxicity of RF radiation in the brain.
- (250) (Xu, Chen et al. 2013), p.e54906: RF-EMF induces DNA damage in a cell type-dependent manner, but the elevated cH2AX foci formation in HSF cells does not result in significant cellular dysfunctions.
- (251) (Zarei, Mortazavi et al. 2015), p.151: Although a major limitation in our study is the relatively small sample size, this study indicates that the maternal exposure to common sources of electromagnetic fields such as mobile phones can affect the occurrence of speech problems in the offspring.
- (252) (Zhang, Yao et al. 2013), p.797: The shotgun proteomics technique can be applied to screen the proteins with differential expression between hLECs exposed to 1.8 GHz RF and hLECs sham-exposed to 1.8 GHz RF, and three protein biomarkers associated with RF radiation were validated by Western blot assay.
- (253) (Zhang, Li et al. 2015), p.261: In summary, we have provided the first experimental evidence of micaves inducing gender-dependent effects. The pregnant mice in the Radiation group received a 9.417-GHz irradiation with intensity of 200 V/m for 12 h



- (254) (Zheng, Gao et al. 2015), p.e007302: The present study indicated that there was a consistent significant association between MP use and fatigue in children. Further in-depth research is needed to explore the potential health effects of MP use in children.
- (255) (Zheng, Gao et al. 2014), p.1022: Our study shows some associations between MP use and inattention in Chinese adolescents. Decreasing MP usage to less than 60 minutes per day may help adolescents to stay focused and cetered.
- (256) (Zhijian, Xiaoxue et al. 2009), p.100: The results demonstrated that (1) the DNA repair speeds of human leukocytes after X-ray exposure exhibited individual differences among the four donors; (2) the intermittent exposures of 1.8-GHz RFR at the SAR of 2W/kg for 24h did not directly induce DNA damage or exhibit synergistic effects with X-rays on human leukocytes.
- (257) (Zhijian, Xiaoxue et al. 2010), p.16: The results demonstrated that (1) RFR could not directly induce DNA damage of human B-cell lymphoblastoid cells; (2) DOX could significantly induce DNA damage of human B-cell lymphoblastoid cells with the dose–effect relationship, and there were special repair characteristics of DNA damage induced by DOX; (3) E–E–E type (exposure to RFR for 2h, then simultaneous exposure to RFR and DOX, and exposure to RFR for 6h, 12h, 18h and 24h after exposure to DOX) combinative exposure could obviously influence DNA repair at 6h and 12h after exposure to DOX for four DOX doses (0.075µg/ml, 0.10µg/ml, 0.15µg/ml and 0.20µg/ml) in human B-cell lymphoblastoid cells.
- (258) (Zhijian, Xiaoxue et al. 2013), p.36: The results validated with Western blot assay indicated that the expression of RPA32 was significantly down-regulated ($P < 0.05$) while the expression of p73 was significantly up-regulated in RFR exposure group ($P < 0.05$). Because of the crucial roles of those proteins in DNA repair and cell apoptosis, the results of present investigation may explain the biological effects of RFR on DNA damage/repair and cell apoptosis.
- (259) (Zhou, Zhang et al. 2017): Having a cold during pregnancy, decoration, keeping pets, near mobile communication base station within 100m around the residence during pregnancy, decoration, keeping pets, near mobile communication base station within 100m around the residence and high SAS are the independent risk factors of spontaneous abortion in Beijing. residence and high SAS are the independent risk factors of spontaneous abortion in Beijing
- (260) (Zhu, Zhang et al. 2014), p.324: Those results suggest that micaves inhibit cell growth and induce apoptosis in JF305 cells through an NF-κB-regulated mitochondria-mediated pathway
- (261) (Zilberlicht, Wiener-Magnazi et al. 2015), p.421: Our findings suggest that certain aspects of cell phone usage may bear adverse effects on sperm concentration. Investigation using large-scale studies is thus needed.
- (262) (Zong, Ji et al. 2015), p.270: The overall data suggested that RF exposure was capable of inducing adaptive response and mitigated BLM-induced DNA and oxidative damages by activating certain cellular processes.
- (263) (Zuo, Lin et al. 2014), p.426: This study may provide the experimental basis for further investigation of the mechanism of the neurological effects induced by micave radiation.
- (264) (Zuo, Lin et al. 2015), p.1520: In conclusion, RKIP plays an important role in the neural cell apoptosis induced by micave radiation, and the regulation of cell apoptosis by RKIP is partly through the MEK/ERK/CREB pathway. This suggests that RKIP may act as a key regulator of neuronal damage caused by micave radiation.
- (265) (Alazawi 2011), p.44: There was significant increase in the prevalence of sleep disturbance, fatigue, feeling of discomfort among the inhabitants opposite to the station (20.8% versus 10.9%, 23.4% versus 9.8%, 26.0% versus 12.0%) ($P < 0.05$) respectively.
- (266) (Aldad, Gan et al. 2012), p.1: We present the first experimental evidence of neuropathology due to in-utero cellular telephone radiation. Further experiments are needed in humans or non-human primates to determine the risk of exposure during pregnancy.
- (267) (Burlaka, Tsybulin et al. 2013), p.219: Exposure of developing quail embryos to extremely low intensity RF-EMR of GSM 900 MHz during at least one hundred and fifty-eight hours leads to a



significant overproduction of free radicals/reactive oxygen species and oxidative damage of DNA in embryo cells. The oxidative changes may lead to pathologies up to oncogenic transformation of cells.

- (268) (Cam and Seyhan 2012), p.420: A short-term exposure (15 and 30 min) to RFR (900-MHz) from a mobile phone caused a significant increase in DNA single-strand breaks in human hair root cells located around the ear which is used for the phone calls.
- (269) (Chaturvedi, Singh et al. 2011), p.24: This report for the first time provides experimental evidence that continuous exposure to low intensity microwave radiation may have an adverse effect on the brain function by altering circadian system and rate of DNA damage.
- (270) (Falzone, Huyser et al. 2011): p.20: This study concludes that although RF-EMF exposure did not adversely affect the acrosome reaction, it had a significant effect on sperm morphometry. In addition, a significant decrease in sperm binding to the hemizona was observed. These results could indicate a significant effect of RF-EMF on sperm fertilization potential.
- (271) (Gorpischenko, Nikitin et al. 2014), p.65: A correlation exists between mobile phone radiation exposure, DNA-fragmentation level and decreased sperm motility.
- (272) (Jing, Yuhua et al. 2012), p.57: Through this study, we concluded that receiving a certain period of microwave radiation from cellular phones during pregnancy has certain harm on fetal rat brains.
- (273) (Karaca, Durmaz et al. 2012), p.53: Cell phones which spread RF may damage DNA and change gene expression in brain cells.
- (274) (Ballardin, Tusa et al. 2011), p.1: We hypothesise that short-time MW exposures at the water resonance frequency cause, in V79 cells, reversible alterations of the mitotic spindle, this representing, in turn, a pro-apoptotic signal for the cell line.
- (275) (Bortkiewicz, Gadzicka et al. 2012), p.31: The explanation why we did not find any correlation between the electric field strength and frequency of subjective symptoms but found a correlation between subjective symptoms and distance from base station needs further studies. Maybe new metrics of exposure assessment should be adopted for this purpose.
- (276) (Carlberg and Hardell 2012): [review].
- (277) (Lu, Huang et al. 2012), p.1: The activation of ROS is triggered by the conformation disturbance of lipids, protein, and DNA induced by the exposure of GSM RFEMF. Although human PBMC was found to have a self-protection mechanism of releasing carotenoid in response to oxidative stress to lessen the further increase of ROS, the imbalance between the antioxidant defenses and ROS formation still results in an increase of cell death with the exposure time and can cause about 37% human PBMC death in eight hours.
- (278) (Ozgur, Kismali et al. 2013), p.743: Studies on RFR exposure during prenatal and postnatal periods will help to establish international standards for the protection of pregnant and newborns from environmental RFR.
- (279) (Şekeroğlu, Akar et al. 2012), p.140: Because much higher and irreversible cytogenotoxic damage was observed in immature rats than in mature rats, further studies are needed to understand effects of EMF on DNA damage and DNA repair, and to determine safe limits for environment and human, especially for children.
- (280) (Seyednour and Chekaniazar 2011), p.1084: It was concluded that short- or long-term exposure to 950 MHz may cause progesterone suppressing and cortisol releasing but this frequency only in long-term exposure could cause hyper-glycemia in hamster as a laboratory model.
- (281) (Shahin, Singh et al. 2013), p.1747: However, further studies are required to understand the exact mechanism and site of action of low-level MW radiation and its effect on implantation/pregnancy via oxidative damage.
- (282) (Singh, Sharma et al. 2012), p.1813: The study concluded that cell phone radiations affect the process of rhizogenesis through biochemical alterations that manifest as oxidative damage resulting in root impairment.
- (283) (Sinha 2008), p.505: Low energy microwave irradiation may be harmful as it is sufficient to alter

the levels of thyroid hormones as well as the emotional reactivity of the irradiated compared to control animals.

- (284) (Umur, Yaldiz et al. 2013), p.742: Electromagnetic radiation emitted by mobile phones caused developmental delay in chick embryos in early period. This finding suggests that the use of mobile phones by pregnant women may pose risks.
- (285) (Vojisavljevic, Pirogova et al. 2011), p.793: This finding can serve to support the hypothesis that low intensity microwaves can induce non-thermal effects in bio-molecules.
- (286) (Fragopoulou, Samara et al. 2012), p.250: The observed protein expression changes may be related to brain plasticity alterations, indicative of oxidative stress in the nervous system or involved in apoptosis and might potentially explain human health hazards reported so far, such as headaches, sleep disturbance, fatigue, memory deficits, and brain tumor long-term induction under similar exposure conditions.
- (287) (Hardell, Carlberg et al. 2013): [No further insight regarding evidence by looking at a meta-analysis of Hardell and Interphone]
- (288) (Jorge-Mora, Misa-Agustino et al. 2011), p.2322: The power intensities used were 3 and 12 W and the Finite Difference Time Domain calculation was used to determine the specific absorption rate (SAR). High SAR triggered an increase of the c-Fos marker 90 min or 24 h after radiation, and low SAR resulted in c-Fos counts higher than in control rats after 24 h. Repeated irradiation at 3 W increased cellular activation of PVN by more than 100% compared to animals subjected to acute irradiation and to repeated non-radiated repeated session control animals. The results suggest that PVN is sensitive to 2.45 GHz microwave radiation at non-thermal SAR levels.
- (289) (Manta, Stravopodis et al. 2014), p.118: It is postulated that the pulsed (at 100 Hz rate and 0.08 ms duration) idle state of the DECT base radiation is capable of inducing free radical formation albeit the very low SAR, leading rapidly to accumulation of ROS in a level saturation manner under continuous exposure, or in a recovery manner after interruption of radiation, possibly due to activation of the antioxidant machinery of the organism.
- (290) (Ntzouni, Stamatakis et al. 2011), p.193: This may imply that the primary EMF target may be the information transfer pathway connecting the entorhinal–parahippocampal regions which participate in the ORT memory task.
- (291) (Panagopoulos 2012), p.121: The study showed that the ovarian size of the exposed insects is significantly smaller than that of the corresponding sham exposed insects,...
- (292) (Vecchio, Buffo et al. 2012), p.121: These results suggest that the peak amplitude of alpha ERD and the reaction time to the go stimuli are modulated by the effect of the GSM-EMFs on the cortical activity.
- (SSM 2016), p.7: weak indications for an association between frequent and long-term use of a mobile phone and gliomas (malign tumours of the brain tissue) and vestibular schwannomas.
- (SSM 2016), p.8a: No indications have been obtained that these changes translate into behavioural effects or any other adverse health effect.
- (SSM 2016), p.8b: In general, there is increasing evidence over the years for absence of acute risks.
- (SSM 2016), p.8c: Several epidemiological and human and animal experimental studies reported some effects, primarily on the semen quality (...). However, almost all of these studies were of low quality (...) and the results are therefore not informative regarding the presence or absence of potential risks. Furthermore, animal studies did not support those effects.
- (SSM 2016), p.8d: Many animal studies have been performed using a large spectrum of tumour types and long term, often lifelong, exposure. With very few exceptions, no effect of RF exposure on tumour growth and development has been found.
- (SSM 2016), p.17a: in some investigations, effects on parameters related to apoptosis have been reported, although transient.
- (SSM 2016), p.17b: The new in vitro studies confirm the previous Council conclusions: several endpoints have been investigated and in most cases no effect of the exposure was detected.



(SSM 2016), p.17c: The latest animal studies on the effects of exposure to radiofrequency fields again show some indications for an increase in oxidative stress, even with exposure to SAR values as low as 25 mW/kg, so below the current exposure limits, but the findings are not consistent.

(SSM 2016), p.17d: Increased oxidative stress might lead to health effects, for instance by increasing DNA damage, which may lead to a higher risk of cancer.

(SSM 2016), p.18a: Except for vigilance in one study, cognitive performance was not affected and conflicting results have been observed in a working memory task.

(SSM 2016), p.18b: Effects on mood, well-being, somatic complaints, subjective sleep quality and physiological parameters, which were addressed in single studies, have not been observed.

(SSM 2016), p.18c: Furthermore, effects could not be replicated within subjects. The waking-EEG studies showed a decreased alpha activity in the resting state EEG-activity recorded with eyes closed and no effects on slow cortical potentials and related performance parameters.

(SSM 2016), p.18d: to answer the question whether radiofrequency EMF exposure of the foetus is related to adverse pregnancy outcomes, more sophisticated exposure assessment methods are needed.

(SSM 2016), p.18e: As a consequence, little has changed in the rating of the evidence.



Referenzen

- Aboul Ezz, H. S., Y. A. Khadrawy, N. A. Ahmed, N. M. Radwan and M. M. El Bakry (2013). "The effect of pulsed electromagnetic radiation from mobile phone on the levels of monoamine neurotransmitters in four different areas of rat brain." *Eur Rev Med Pharmacol Sci* **17**(13): 1782-1788.
- Adibzadeh, F., J. F. Bakker, M. M. Paulides, R. F. Verhaart and G. C. van Rhoon (2015). "Impact of head morphology on local brain specific absorption rate from exposure to mobile phone radiation." *Bioelectromagnetics* **36**(1): 66-76.
- Adibzadeh, F., G. C. van Rhoon, G. M. Verduijn, N. C. Naus-Postema and M. M. Paulides (2016). "Absence of acute ocular damage in humans after prolonged exposure to intense RF EMF." *Phys Med Biol* **61**(2): 488-503.
- Adibzadeh, F., R. F. Verhaart, G. M. Verduijn, V. Fortunati, Z. Rijnen, M. Franckena, G. C. van Rhoon and M. M. Paulides (2015). "Association of acute adverse effects with high local SAR induced in the brain from prolonged RF head and neck hyperthermia." *Phys Med Biol* **60**(3): 995-1006.
- Aerts, S., C. Calderon, B. Valic, M. Maslanyj, D. Addison, T. Mee, C. Goiceanu, L. Verloock, M. Van den Bossche, P. Gajsek, R. Vermeulen, M. Roosli, E. Cardis, L. Martens and W. Joseph (2017). "Measurements of intermediate-frequency electric and magnetic fields in households." *Environ Res* **154**: 160-170.
- Aerts, S., W. Joseph, M. Maslanyj, D. Addison, T. Mee, L. Colussi, J. Kamer and J. Bolte (2016). "Prediction of RF-EMF exposure levels in large outdoor areas through car-mounted measurements on the enveloping roads." *Environment International* **94**: 482-488.
- Aerts, S., D. Plets, A. Thielens, L. Martens and W. Joseph (2015). "Impact of a small cell on the RF-EMF exposure in a train." *Int J Environ Res Public Health* **12**(3): 2639-2652.
- Aerts, S., G. Vermeeren, C. Calderon, B. Valič, M. Van Den Bossche, L. Verloock, M. Maslanyj, D. Addison, P. Gajšek, L. Martens, M. Röösli, E. Cardis and W. Joseph (2017). Exposure to electric and magnetic fields at intermediate frequencies of household appliances. *IEEE International Applied Computational Electromagnetics Society Symposium - Italy (ACES)*, 2017, IEEE.
- Agarwal, A., A. Singh, A. Hamada and K. Kesari (2011). "Cell phones and male infertility: a review of recent innovations in technology and consequences." *Int Braz J Urol* **37**(4): 432-454.
- Ait-Aïssa, S., B. Billaudel, F. P. De Gannes, A. Hurtier, E. Haro, M. Taxile, G. Ruffie, A. Athane, B. Veyret and I. Lagroye (2010). "In situ detection of gliosis and apoptosis in the brains of young rats exposed in utero to a Wi-Fi signal." *Comptes Rendus Physique* **11**(9): 592-601.
- Ait-Aissa, S., B. Billaudel, F. Pouletier de Gannes, G. Ruffie, S. Duleu, A. Hurtier, E. Haro, M. Taxile, A. Athane, M. Geffard, T. Wu, J. Wiart, D. Bodet, B. Veyret and I. Lagroye (2012). "In utero and early-life exposure of rats to a Wi-Fi signal: screening of immune markers in sera and gestational outcome." *Bioelectromagnetics* **33**(5): 410-420.
- Ait-Aissa, S., F. P. de Gannes, M. Taxile, B. Billaudel, A. Hurtier, E. Haro, G. Ruffie, A. Athane, B. Veyret and I. Lagroye (2013). "In situ expression of heat-shock proteins and 3-nitrotyrosine in brains of young rats exposed to a WiFi signal in utero and in early life." *Radiat Res* **179**(6): 707-716.
- Akbari, A., G. Jelodar and S. Nazifi (2014). "Vitamin C protects rat cerebellum and encephalon from oxidative stress following exposure to radiofrequency wave generated by a BTS antenna model." *Toxicol Mech Methods* **24**(5): 347-352.
- Al-Damegh, M. A. (2012). "Rat testicular impairment induced by electromagnetic radiation from a conventional cellular telephone and the protective effects of the antioxidants vitamins C and E." *Clinics (Sao Paulo)* **67**(7): 785-792.
- Alazawi, S. A. (2011). "Mobile Phone Base Stations Health Effects." *Diyala Journal of Medicine* **1**(1): 44-52.
- Aldad, T. S., G. Gan, X. B. Gao and H. S. Taylor (2012). "Fetal radiofrequency radiation exposure from 800-1900 mhz-rated cellular telephones affects neurodevelopment and behavior in mice." *Sci Rep* **2**: 312.
- Andersen, J. B., K. L. Chee, M. Jacob, G. F. Pedersen and T. Kurner (2012). "Reverberation and



Absorption in an Aircraft Cabin With the Impact of Passengers." IEEE Transactions on Antennas and Propagation **60**(5): 2472-2480.

- Andrianome, S., J. Gobert, L. Hugueville, E. Stephan-Blanchard, F. Telliez and B. Selmaoui (2017). "An assessment of the autonomic nervous system in the electrohypersensitive population: a heart rate variability and skin conductance study." J Appl Physiol (1985): jap.00229.02017.
- Andrianome, S., L. Hugueville, R. de Seze, M. Hanot-Roy, K. Blazy, C. Gamez and B. Selmaoui (2016). "Disturbed sleep in individuals with Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF): Melatonin assessment as a biological marker." Bioelectromagnetics.
- ANSES (2013). Update of the "Radiofrequency electromagnetic fields and health" expert appraisal. Maisons-Alfort, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.
- ANSES (2015). Exposition aux agents physiques et aux nouvelles technologies : quels effets sanitaires ?, Agence nationale de sécurité sanitaire, alimentation, environnement, travail.
- ANSES (2016a). Expert appraisal of "Exposure to radiofrequencies and child health". Maisons-Alfort, French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety.
- ANSES (2016b). Regards sur dix ans de recherche - Le PNR EST, de 2006 à 2015. Maisons-Alfort, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.
- ANSES (2017a). Radiofréquences et santé - Comprendre où en est la recherche. Maisons-Alfort, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.
- ANSES (2017b). Radiofréquences & santé. Maisons-Alfort, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.
- Arendash, G. W., J. Sanchez-Ramos, T. Mori, M. Mamcarz, X. Lin, M. Runfeldt, L. Wang, G. Zhang, V. Sava, J. Tan and C. Cao (2010). "Electromagnetic field treatment protects against and reverses cognitive impairment in Alzheimer's disease mice." J Alzheimers Dis **19**(1): 191-210.
- Arnaud-Cormos, D., M. Soueid, R. O'Connor, Y. Percherancier, I. Lagroye, B. Veyret and P. Leveque (2015). Delivery system setup and characterization for biological cells exposed to nanosecond pulsed electric field. IEEE International Microwave Symposium (IMS), 2015, IEEE: 1-4.
- Atasoy, H. I., M. Y. Gunal, P. Atasoy, S. Elgun and G. Bugdayci (2013). "Immunohistopathologic demonstration of deleterious effects on growing rat testes of radiofrequency waves emitted from conventional Wi-Fi devices." J Pediatr Urol **9**(2): 223-229.
- Atzman, I., S. Linn, E. Richter and B. A. Portnov (2012). "Cancer risks in the Druze Isifya Village: Reasons and RF/MW antennas." Pathophysiology **19**(1): 21-28.
- Augner, C., T. Gnambs, R. Winker and A. Barth (2012). "Acute effects of electromagnetic fields emitted by GSM mobile phones on subjective well-being and physiological reactions: a meta-analysis." Sci Total Environ **424**: 11-15.
- Avci, B., A. Akar, B. Bilgici and O. K. Tuncel (2012). "Oxidative stress induced by 1.8 GHz radio frequency electromagnetic radiation and effects of garlic extract in rats." Int J Radiat Biol **88**(11): 799-805.
- Aydin, B. and A. Akar (2011). "Effects of a 900-MHz electromagnetic field on oxidative stress parameters in rat lymphoid organs, polymorphonuclear leukocytes and plasma." Arch Med Res **42**(4): 261-267.
- Aydogan, F., E. Aydin, G. Koca, E. Ozgur, P. Atilla, A. Tuzuner, S. Demirci, A. Tomruk, G. G. Ozturk, N. Seyhan, M. Korkmaz, S. Muftuoglu and E. E. Samim (2015). "The effects of 2100-MHz radiofrequency radiation on nasal mucosa and mucociliary clearance in rats." Int Forum Allergy Rhinol **5**(7): 626-632.
- Aydogan, F., I. Unlu, E. Aydin, N. Yumusak, E. Devrim, E. E. Samim, E. Ozgur, V. Unsal, A. Tomruk, G. G. Ozturk and N. Seyhan (2015). "The effect of 2100 MHz radiofrequency radiation of a 3G mobile phone on the parotid gland of rats." Am J Otolaryngol **36**(1): 39-46.
- Bakacak, M., M. S. Bostanci, R. Attar, O. K. Yildirim, G. Yildirim, Z. Bakacak, H. Sayar and A. Han (2015). "The effects of electromagnetic fields on the number of ovarian primordial follicles: An experimental study." Kaohsiung J Med Sci **31**(6): 287-292.
- Bakker, J. F., M. M. Paulides, A. Christ, N. Kuster and G. C. van Rhoon (2010). "Assessment of induced SAR in children exposed to electromagnetic plane waves between 10 MHz and 5.6 GHz."



- Phys Med Biol **55**(11): 3115-3130.
- Bakker, J. F., M. M. Paulides, E. Neufeld, A. Christ, N. Kuster and G. C. van Rhoon (2011). "Children and adults exposed to electromagnetic fields at the ICNIRP reference levels: theoretical assessment of the induced peak temperature increase." Phys Med Biol **56**(15): 4967-4989.
- Balakrishnan, K., V. Murali, C. Rathika, T. Manikandan, R. P. Malini, R. A. Kumar and M. Krishnan (2014). "Hsp70 is an independent stress marker among frequent users of mobile phones." J Environ Pathol Toxicol Oncol **33**(4): 339-347.
- Baliatsas, C., J. Bolte, J. Yzermans, G. Kelfkens, M. Hooiveld, E. Lebret and I. van Kamp (2015). "Actual and perceived exposure to electromagnetic fields and non-specific physical symptoms: an epidemiological study based on self-reported data and electronic medical records." Int J Hyg Environ Health **218**(3): 331-344.
- Baliatsas, C., I. van Kamp, J. Bolte, G. Kelfkens, C. van Dijk, P. Spreeuwenberg, M. Hooiveld, E. Lebret and J. Yzermans (2016). "Clinically defined non-specific symptoms in the vicinity of mobile phone base stations: A retrospective before-after study." Sci Total Environ **565**: 714-720.
- Baliatsas, C., I. Van Kamp, J. Bolte, M. Schipper, J. Yzermans and E. Lebret (2012). "Non-specific physical symptoms and electromagnetic field exposure in the general population: can we get more specific? A systematic review." Environ Int **41**: 15-28.
- Baliatsas, C., I. van Kamp, G. Kelfkens, M. Schipper, J. Bolte, J. Yzermans and E. Lebret (2011). "Non-specific physical symptoms in relation to actual and perceived proximity to mobile phone base stations and powerlines." BMC Public Health **11**: 421.
- Ballardin, M., I. Tusa, N. Fontana, A. Monorchio, C. Pelletti, A. Rogovich, R. Barale and R. Scarpato (2011). "Non-thermal effects of 2.45 GHz microwaves on spindle assembly, mitotic cells and viability of Chinese hamster V-79 cells." Mutat Res **716**(1-2): 1-9.
- Bamba, A., W. Joseph, J. B. Andersen, E. Tanghe, G. Vermeeren, D. Plets, J. Ø. Nielsen and L. Martens (2012). "Experimental Assessment of Specific Absorption Rate Using Room Electromagnetics." IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility **54**(4): 747-757.
- Bamba, A., W. Joseph, G. Vermeeren, E. Tanghe, D. P. Gaillot, J. B. Andersen, J. O. Nielsen, M. Lienard and L. Martens (2013). "Validation of experimental whole-body SAR assessment method in a complex indoor environment." Bioelectromagnetics **34**(2): 122-132.
- Barazani, Y., B. F. Katz, H. M. Nagler and D. S. Stember (2014). "Lifestyle, environment, and male reproductive health." Urol Clin North Am **41**(1): 55-66.
- Barchana, M., M. Margalit and I. Liphshitz (2012). "Changes in brain glioma incidence and laterality correlates with use of mobile phones--a nationwide population based study in Israel." Asian Pac J Cancer Prev **13**(11): 5857-5863.
- Barthelemy, A., A. Mouchard, M. Bouji, K. Blazy, R. Puigsegur and A. S. Villegier (2016). "Glial markers and emotional memory in rats following acute cerebral radiofrequency exposures." Environ Sci Pollut Res Int **23**(24): 25343-25355.
- Beekhuizen, J., G. B. Heuvelink, A. Huss, A. Burgi, H. Kromhout and R. Vermeulen (2014). "Impact of input data uncertainty on environmental exposure assessment models: A case study for electromagnetic field modelling from mobile phone base stations." Environ Res **135**: 148-155.
- Beekhuizen, J., H. Kromhout, A. Burgi, A. Huss and R. Vermeulen (2015). "What input data are needed to accurately model electromagnetic fields from mobile phone base stations?" J Expo Sci Environ Epidemiol **25**(1): 53-57.
- Beekhuizen, J., R. Vermeulen, H. Kromhout, A. Bürgi and A. Huss (2013). "Geospatial modelling of electromagnetic fields from mobile phone base stations." Science of The Total Environment **445**: 202-209.
- Beekhuizen, J., R. Vermeulen, M. van Eijsden, R. van Strien, A. Bürgi, E. Loomans, M. Guxens, H. Kromhout and A. Huss (2014). "Modelling indoor electromagnetic fields (EMF) from mobile phone base stations for epidemiological studies." Environment International **67**: 22-26.
- Beyer, C., P. Christen, I. Jelesarov and J. Frohlich (2014). "Real-time assessment of possible electromagnetic-field-induced changes in protein conformation and thermal stability." Bioelectromagnetics **35**(7): 470-478.
- BfS (2008). Ergebnisse des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms. Salzgitter, Bundesamt für Strahlenschutz.

- Bhargava, S., M. B. Motwani and V. M. Patni (2012). "Effect of handheld mobile phone use on parotid gland salivary flow rate and volume." *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* **114**(2): 200-206.
- Bilgici, B., A. Akar, B. Avci and O. K. Tuncel (2013). "Effect of 900 MHz radiofrequency radiation on oxidative stress in rat brain and serum." *Electromagn Biol Med* **32**(1): 20-29.
- Birks, L., M. Guxens, E. Papadopoulou, J. Alexander, F. Ballester, M. Estarlich, M. Gallastegi, M. Ha, M. Haugen, A. Huss, L. Kheifets, H. Lim, J. Olsen, L. Santa-Marina, M. Sudan, R. Vermeulen, T. Vrijkotte, E. Cardis and M. Vrijheid (2017). "Maternal cell phone use during pregnancy and child behavioral problems in five birth cohorts." *Environ Int* **104**: 122-131.
- Boice, J. D., Jr. and R. E. Tarone (2011). "Cell phones, cancer, and children." *J Natl Cancer Inst* **103**(16): 1211-1213.
- Bolte, J. F., G. van der Zande and J. Kamer (2011). "Calibration and uncertainties in personal exposure measurements of radiofrequency electromagnetic fields." *Bioelectromagnetics* **32**(8): 652-663.
- Bolte, J. F. B. (2016). "Lessons learnt on biases and uncertainties in personal exposure measurement surveys of radiofrequency electromagnetic fields with exposimeters." *Environment International* **94**: 724-735.
- Boriskin, A. V., M. Zhadobov, S. Steshenko, Y. L. Dréan, L. L. Coq, C. Person and R. Sauleau (2013). "Enhancing Exposure Efficiency and Uniformity Using a Choke Ring Antenna: Application to Bioelectromagnetic Studies at 60 GHz." *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques* **61**(5): 2005-2014.
- Bortkiewicz, A., E. Gadzicka, A. Szyjkowska, P. Politanski, P. Mamrot, W. Szymczak and M. Zmyslony (2012). "Subjective complaints of people living near mobile phone base stations in Poland." *Int J Occup Med Environ Health* **25**(1): 31-40.
- Bouji, M., A. Lecomte, C. Gamez, K. Blazy and A. S. Villegier (2016). "Neurobiological effects of repeated radiofrequency exposures in male senescent rats." *Biogerontology* **17**(5-6): 841-857.
- Bouji, M., A. Lecomte, Y. Hode, R. de Seze and A.-S. Villégier (2012). "Effects of 900MHz radiofrequency on corticosterone, emotional memory and neuroinflammation in middle-aged rats." *Experimental Gerontology* **47**(6): 444-451.
- Budak, G. G., N. B. Muluk, B. Budak, G. G. Ozturk, A. Apan and N. Seyhan (2009). "Effects of GSM-like radiofrequency on distortion product otoacoustic emissions of rabbits: comparison of infants versus adults." *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* **73**(8): 1143-1147.
- Budak, G. G., N. B. Muluk, B. Budak, G. G. Ozturk, A. Apan and N. Seyhan (2009). "Effects of intrauterine and extrauterine exposure to GSM-like radiofrequency on distortion product otoacoustic emissions in infant male rabbits." *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* **73**(3): 391-399.
- Budak, G. G., N. B. Muluk, B. Budak, G. G. Ozturk, A. Apan and N. Seyhan (2009). "Effects of Intrauterine and Extrauterine GSM-like Radiofrequency on Distortion Product Otoacoustic Emissions in Infant Female Rabbits." *Journal of International Advanced Otology* **5**(2).
- Budak, G. G., N. B. Muluk, G. G. Ozturk, B. Budak, A. Apan, N. Seyhan and C. Sanli (2009). "Effects of GSM-like radiofrequency on distortion product otoacoustic emissions in pregnant adult rabbits." *Clin Invest Med* **32**(2): E112-116.
- Burlaka, A., O. Tsybulin, E. Sidorik, S. Lukin, V. Polishuk, S. Tsehmistrenko and I. Yakymenko (2013). "Overproduction of free radical species in embryonal cells exposed to low intensity radiofrequency radiation." *Exp Oncol* **35**(3): 219-225.
- Byun, Y. H., M. Ha, H. J. Kwon, K. H. Choi, E. Burm, Y. Choi, M. H. Lim, S. J. Yoo, K. C. Paik, H. D. Choi and N. Kim (2013). "Epidemiological characteristics of mobile phone ownership and use in korean children and adolescents." *Environ Health Toxicol* **28**: e2013018.
- Byun, Y. H., M. Ha, H. J. Kwon, Y. C. Hong, J. H. Leem, J. Sakong, S. Y. Kim, C. G. Lee, D. Kang, H. D. Choi and N. Kim (2013). "Mobile phone use, blood lead levels, and attention deficit hyperactivity symptoms in children: a longitudinal study." *PLoS One* **8**(3): e59742.
- Cabot, E., A. Christ, B. Buhlmann, M. Zefferer, N. Chavannes, J. F. Bakker, G. C. van Rhoon and N. Kuster (2014). "Quantification of RF-exposure of the fetus using anatomical CAD-models in three different gestational stages." *Health Phys* **107**(5): 369-381.
- Calderon, C., D. Addison, T. Mee, R. Findlay, M. Maslanyj, E. Conil, H. Kromhout, A. K. Lee, M. R. Sim, M. Taki, N. Varsier, J. Wiart and E. Cardis (2014). "Assessment of extremely low frequency



- magnetic field exposure from GSM mobile phones." *Bioelectromagnetics* **35**(3): 210-221.
- Calderon, C., H. Ichikawa, M. Taki, K. Wake, D. Addison, T. Mee, M. Maslanyj, H. Kromhout, A. K. Lee, M. R. Sim, J. Wiart and E. Cardis (2017). "ELF exposure from mobile and cordless phones for the epidemiological MOBI-Kids study." *Environ Int* **101**: 59-69.
- Cam, S. T. and N. Seyhan (2012). "Single-strand DNA breaks in human hair root cells exposed to mobile phone radiation." *Int J Radiat Biol* **88**(5): 420-424.
- Cam, S. T., N. Seyhan, C. Kavakli and O. Celikbicak (2014). "Effects of 900 MHz radiofrequency radiation on skin hydroxyproline contents." *Cell Biochem Biophys* **70**(1): 643-649.
- Canseven, A. G., M. A. Esmekaya, H. Kayhan, M. Z. Tuysuz and N. Seyhan (2015). "Effects of microwave exposure and Gemcitabine treatment on apoptotic activity in Burkitt's lymphoma (Raji) cells." *Electromagn Biol Med* **34**(4): 322-326.
- Cao, H., F. Qin, X. Liu, J. Wang, Y. Cao, J. Tong and H. Zhao (2015). "Circadian rhythmicity of antioxidant markers in rats exposed to 1.8 GHz radiofrequency fields." *Int J Environ Res Public Health* **12**(2): 2071-2087.
- Cao, Y., Q. Xu, Z. D. Jin, Z. Zhou, J. H. Nie and J. Tong (2011). "Induction of adaptive response: pre-exposure of mice to 900 MHz radiofrequency fields reduces hematopoietic damage caused by subsequent exposure to ionising radiation." *Int J Radiat Biol* **87**(7): 720-728.
- Carlberg, M. and L. Hardell (2012). "On the association between glioma, wireless phones, heredity and ionising radiation." *Pathophysiology* **19**(4): 243-252.
- Carrubba, S., C. Frilot, 2nd, A. L. Chesson, Jr. and A. A. Marino (2010). "Mobile-phone pulse triggers evoked potentials." *Neurosci Lett* **469**(1): 164-168.
- Celikozlu, S. D., M. S. Ozyurt, A. Cimbiz, M. Y. Yardimoglu, M. K. Cayci and Y. Ozay (2012). "The effects of long-term exposure of magnetic field via 900-MHz GSM radiation on some biochemical parameters and brain histology in rats." *Electromagn Biol Med* **31**(4): 344-355.
- Cetin, H., M. Naziroglu, O. Celik, M. Yuksel, N. Pastaci and M. O. Ozkaya (2014). "Liver antioxidant stores protect the brain from electromagnetic radiation (900 and 1800 MHz)-induced oxidative stress in rats during pregnancy and the development of offspring." *J Matern Fetal Neonatal Med* **27**(18): 1915-1921.
- Chaturvedi, C. M., V. P. Singh, P. Singh, P. Basu, M. Singaravel, R. K. Shukla, A. Dhawan, A. K. Pati, R. K. Gangwar and S. P. Singh (2011). "2.45 GHz (CW) microwave irradiation alters circadian organization, spatial memory, DNA structure in the brain cells and blood cell counts of male mice, *Mus musculus*." *Progr Electromagn Res B* **29**: 23-42.
- Chen, C., Q. Ma, C. Liu, P. Deng, G. Zhu, L. Zhang, M. He, Y. Lu, W. Duan, L. Pei, M. Li, Z. Yu and Z. Zhou (2014). "Exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation impairs neurite outgrowth of embryonic neural stem cells." *Sci Rep* **4**: 5103.
- Chen, G., D. Lu, H. Chiang, D. Leszczynski and Z. Xu (2012). "Using model organism *Saccharomyces cerevisiae* to evaluate the effects of ELF-MF and RF-EMF exposure on global gene expression." *Bioelectromagnetics* **33**(7): 550-560.
- Chen, Q., G. Xu, L. Lang, A. Yang, S. Li, L. Yang, C. Li, H. Huang and T. Li (2013). "ECG changes in factory workers exposed to 27.2 MHz radiofrequency radiation." *Bioelectromagnetics* **34**(4): 285-290.
- Chiaramello, E., M. Parazzini, P. Ravazzani and J. Wiart (2017). Assessment of fetal exposure to 4G LTE tablet in realistic scenarios using stochastic dosimetry. *IEEE International Applied Computational Electromagnetics Society Symposium - Italy (ACES), 2017*, IEEE.
- Chiu, C. T., Y. H. Chang, C. C. Chen, M. C. Ko and C. Y. Li (2015). "Mobile phone use and health symptoms in children." *J Formos Med Assoc* **114**(7): 598-604.
- Choi, S. B., M. K. Kwon, J. W. Chung, J. S. Park, K. Chung and D. W. Kim (2014). "Effects of short-term radiation emitted by WCDMA mobile phones on teenagers and adults." *BMC Public Health* **14**: 438.
- Christ, A., R. Guldmann, B. Buhlmann, M. Zefferer, J. F. Bakker, G. C. van Rhoon and N. Kuster (2012). "Exposure of the human body to professional and domestic induction cooktops compared to the basic restrictions." *Bioelectromagnetics* **33**(8): 695-705.
- Chu, M. K., H. G. Song, C. Kim and B. C. Lee (2011). "Clinical features of headache associated with mobile phone use: a cross-sectional study in university students." *BMC Neurol* **11**: 115.



- Col-Araz, N. (2013). "Evaluation of factors affecting birth weight and preterm birth in southern Turkey." *J Pak Med Assoc* **63**(4): 459-462.
- Colak, C., H. Parlakpinar, N. Ermis, M. E. Tagluk, C. Colak, E. Sarihan, O. F. Dilek, B. Turan, S. Bakir and A. Acet (2012). "Effects of electromagnetic radiation from 3G mobile phone on heart rate, blood pressure and ECG parameters in rats." *Toxicol Ind Health* **28**(7): 629-638.
- Croft, R. J., D. L. Hamblin, J. Spong, A. W. Wood, R. J. McKenzie and C. Stough (2008). "The effect of mobile phone electromagnetic fields on the alpha rhythm of human electroencephalogram." *Bioelectromagnetics* **29**(1): 1-10.
- Croft, R. J., S. Leung, R. J. McKenzie, S. P. Loughran, S. Iskra, D. L. Hamblin and N. R. Cooper (2010). "Effects of 2G and 3G mobile phones on human alpha rhythms: Resting EEG in adolescents, young adults, and the elderly." *Bioelectromagnetics* **31**(6): 434-444.
- Dahdouh, S., N. Varsier, M. A. Nunez Ochoa, J. Wiart, A. Peyman and I. Bloch (2016). "Infants and young children modeling method for numerical dosimetry studies: application to plane wave exposure." *Phys Med Biol* **61**(4): 1500-1514.
- Dama, M. S. and M. N. Bhat (2013). "Mobile phones affect multiple sperm quality traits: a meta-analysis." *F1000Res* **2**: 40.
- Daniels, W. M., I. L. Pitout, T. J. Afullo and M. V. Mabandla (2009). "The effect of electromagnetic radiation in the mobile phone range on the behaviour of the rat." *Metab Brain Dis* **24**(4): 629-641.
- Dasdag, S., M. Z. Akdag, M. E. Erdal, N. Erdal, O. I. Ay, M. E. Ay, S. G. Yilmaz, B. Tasdelen and K. Yegin (2015). "Effects of 2.4 GHz radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi equipment on microRNA expression in brain tissue." *Int J Radiat Biol* **91**(7): 555-561.
- Dasdag, S., M. Z. Akdag, M. E. Erdal, N. Erdal, O. I. Ay, M. E. Ay, S. G. Yilmaz, B. Tasdelen and K. Yegin (2015). "Long term and excessive use of 900 MHz radiofrequency radiation alter microRNA expression in brain." *Int J Radiat Biol* **91**(4): 306-311.
- Dasdag, S., M. Z. Akdag, G. Kizil, M. Kizil, D. U. Cakir and B. Yokus (2012). "Effect of 900 MHz radio frequency radiation on beta amyloid protein, protein carbonyl, and malondialdehyde in the brain." *Electromagn Biol Med* **31**(1): 67-74.
- Dasdag, S., M. Z. Akdag, E. Ulukaya, A. K. Uzunlar and A. R. Ocak (2009). "Effect of mobile phone exposure on apoptotic glial cells and status of oxidative stress in rat brain." *Electromagn Biol Med* **28**(4): 342-354.
- Dasdag, S., M. Z. Akdag and K. Yegin (2015). "Effect of long-term exposure of 2.4 GHz radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi equipment on testes functions." *Electromagn Biol Med* **34**(1): 37-42.
- Dawe, A. S., R. K. Bodhicharla, N. S. Graham, S. T. May, T. Reader, B. Loader, A. Gregory, M. Swicord, G. Bit-Babik and D. I. de Pomerai (2009). "Low-intensity microwave irradiation does not substantially alter gene expression in late larval and adult *Caenorhabditis elegans*." *Bioelectromagnetics* **30**(8): 602-612.
- De Iuliis, G. N., R. J. Newey, B. V. King and R. J. Aitken (2009). "Mobile phone radiation induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa in vitro." *PLoS One* **4**(7): e6446.
- de Tommaso, M., P. Rossi, R. Falsaperla, V. Francesco Vde, R. Santoro and A. Federici (2009). "Mobile phones exposure induces changes of contingent negative variation in humans." *Neurosci Lett* **464**(2): 79-83.
- Demirel, S., S. Doganay, Y. Turkoz, Z. Dogan, B. Turan and P. G. Firat (2012). "Effects of third generation mobile phone-emitted electromagnetic radiation on oxidative stress parameters in eye tissue and blood of rats." *Cutan Ocul Toxicol* **31**(2): 89-94.
- Deshmukh, P. S., B. D. Banerjee, M. P. Abegaonkar, K. Megha, R. S. Ahmed, A. K. Tripathi and P. K. Mediratta (2013). "Effect of low level microwave radiation exposure on cognitive function and oxidative stress in rats." *Indian J Biochem Biophys* **50**(2): 114-119.
- Deshmukh, P. S., K. Megha, B. D. Banerjee, R. S. Ahmed, S. Chandna, M. P. Abegaonkar and A. K. Tripathi (2013). "Detection of Low Level Microwave Radiation Induced Deoxyribonucleic Acid Damage Vis-a-vis Genotoxicity in Brain of Fischer Rats." *Toxicol Int* **20**(1): 19-24.
- Deshmukh, P. S., N. Nasare, K. Megha, B. D. Banerjee, R. S. Ahmed, D. Singh, M. P. Abegaonkar, A. K. Tripathi and P. K. Mediratta (2015). "Cognitive impairment and neurogenotoxic effects in rats"

- exposed to low-intensity microwave radiation." *Int J Toxicol* **34**(3): 284-290.
- Diez, L. F., S. M. Anwar, L. R. d. Lope, M. L. Hennaff, Y. Toutain and R. Agüero (2014). Design and integration of a low-complexity dosimeter into the smart city for EMF assessment. 2014 European Conference on Networks and Communications (EuCNC).
- Ding, G. R., X. W. Wang, K. C. Li, L. B. Qiu, S. L. Xu, J. Tan and G. Z. Guo (2009). "Comparison of Hsps expression after radio-frequency field exposure in three human glioma cell lines." *Biomed Environ Sci* **22**(5): 374-380.
- Ding, L. X. and Y. X. Wang (2011). "Increasing incidence of brain and nervous tumours in urban Shanghai, China, 1983-2007." *Asian Pac J Cancer Prev* **12**(12): 3319-3322.
- Divan, H. A., L. Kheifets, C. Obel and J. Olsen (2008). "Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children." *Epidemiology* **19**(4): 523-529.
- Divan, H. A., L. Kheifets, C. Obel and J. Olsen (2012). "Cell phone use and behavioural problems in young children." *J Epidemiol Community Health* **66**(6): 524-529.
- Dode, A. C., M. M. Leao, A. Tejo Fde, A. C. Gomes, D. C. Dode, M. C. Dode, C. W. Moreira, V. A. Condessa, C. Albinatti and W. T. Caiaffa (2011). "Mortality by neoplasia and cellular telephone base stations in the Belo Horizonte municipality, Minas Gerais state, Brazil." *Sci Total Environ* **409**(19): 3649-3665.
- Dürrenberger, G., R. Högg and M. Holenstein (2017). "Divergierende Risikobewertungen." *Sicherheitsforum* **17**(5): 54-57.
- El-Bedawi, A. B., M. Saad, A. F. El-kott and E. Eid (2013). "Influence of electromagnetic radiation produced by mobile phone on some biophysical blood properties in rats." *Cell Biochem Biophys* **65**(3): 297-300.
- Elliott, P., M. B. Toledano, J. Bennett, L. Beale, K. de Hoogh, N. Best and D. J. Briggs (2010). "Mobile phone base stations and early childhood cancers: case-control study." *Bmj* **340**: c3077.
- Eltiti, S., D. Wallace, K. Zougkou, R. Russo, S. Joseph, P. Rasor and E. Fox (2007). "Development and evaluation of the electromagnetic hypersensitivity questionnaire." *Bioelectromagnetics* **28**(2): 137-151.
- Elwood, J. M. (2012). "Microwaves in the cold war: the Moscow embassy study and its interpretation. Review of a retrospective cohort study." *Environ Health* **11**: 85.
- Eris, A. H., H. S. Kiziltan, I. Meral, H. Genc, M. Trabzon, H. Seyithanoglu, B. Yagci and O. Uysal (2015). "Effect of Short-term 900 MHz low level electromagnetic radiation exposure on blood serotonin and glutamate levels." *Bratisl Lek Listy* **116**(2): 101-103.
- Esmekaya, M. A., C. Ozer and N. Seyhan (2011). "900 MHz pulse-modulated radiofrequency radiation induces oxidative stress on heart, lung, testis and liver tissues." *Gen Physiol Biophys* **30**(1): 84-89.
- Falzone, N., C. Huyser, P. Becker, D. Leszczynski and D. R. Franken (2011). "The effect of pulsed 900-MHz GSM mobile phone radiation on the acrosome reaction, head morphometry and zona binding of human spermatozoa." *Int J Androl* **34**(1): 20-26.
- Finnie, J. W., Z. Cai, J. Manavis, S. Helps and P. C. Blumbergs (2010). "Microglial activation as a measure of stress in mouse brains exposed acutely (60 minutes) and long-term (2 years) to mobile telephone radiofrequency fields." *Pathology* **42**(2): 151-154.
- Finnie, J. W., G. Chidlow, P. C. Blumbergs, J. Manavis and Z. Cai (2009). "Heat shock protein induction in fetal mouse brain as a measure of stress after whole of gestation exposure to mobile telephony radiofrequency fields." *Pathology* **41**(3): 276-279.
- Foerster, M., K. Roser, A. Schoeni and M. Roosli (2015). "Problematic mobile phone use in adolescents: derivation of a short scale MPPUS-10." *Int J Public Health* **60**(2): 277-286.
- Fragopoulou, A. F., A. Samara, M. H. Antonelou, A. Xanthopoulou, A. Papadopoulou, K. Vougas, E. Koutsogiannopoulou, E. Anastasiadou, D. J. Stravopodis, G. T. Tsangaris and L. H. Margaritis (2012). "Brain proteome response following whole body exposure of mice to mobile phone or wireless DECT base radiation." *Electromagn Biol Med* **31**(4): 250-274.
- Frilot, C., 2nd, S. Carrubba and A. A. Marino (2014). "Sensory transduction of weak electromagnetic fields: role of glutamate neurotransmission mediated by NMDA receptors." *Neuroscience* **258**: 184-191.
- FSM (2017). Jahresbericht 2016. FSM, FSM. **17**.
- Furubayashi, T., A. Ushiyama, Y. Terao, Y. Mizuno, K. Shirasawa, P. Pongpaibool, A. Y. Simba, K.

- Wake, M. Nishikawa, K. Miyawaki, A. Yasuda, M. Uchiyama, H. K. Yamashita, H. Masuda, S. Hirota, M. Takahashi, T. Okano, S. Inomata-Terada, S. Sokejima, E. Maruyama, S. Watanabe, M. Taki, C. Ohkubo and Y. Ugawa (2009). "Effects of short-term W-CDMA mobile phone base station exposure on women with or without mobile phone related symptoms." *Bioelectromagnetics* **30**(2): 100-113.
- Gajsek, P., P. Ravazzani, J. Wiart, J. Grellier, T. Samaras and G. Thuroczy (2015). "Electromagnetic field exposure assessment in Europe radiofrequency fields (10 MHz-6 GHz)." *J Expo Sci Environ Epidemiol* **25**(1): 37-44.
- Gallastegi, M., M. Guxens, A. Jimenez-Zabala, I. Calvente, M. Fernandez, L. Birks, B. Struchen, M. Vrijheid, M. Estarlich, M. F. Fernandez, M. Torrent, F. Ballester, J. J. Aurrekoetxea, J. Ibarluzea, D. Guerra, J. Gonzalez, M. Roosli and L. Santa-Marina (2016). "Characterisation of exposure to non-ionising electromagnetic fields in the Spanish INMA birth cohort: study protocol." *BMC Public Health* **16**(1): 167.
- Gandhi, G., G. Kaur and U. Nisar (2015). "A cross-sectional case control study on genetic damage in individuals residing in the vicinity of a mobile phone base station." *Electromagn Biol Med* **34**(4): 344-354.
- Garcia-Fernandez, M. A., Y. Percherancier, I. Lagroye, O. C. RP, B. Veyret, D. Arnaud-Cormos and P. Leveque (2016). "Dosimetric Characteristics of an EMF Delivery System Based on a Real-Time Impedance Measurement Device." *IEEE Trans Biomed Eng* **63**(11): 2317-2325.
- Ghanmi, A., N. Varsier, A. Hadjem, E. Conil, O. Picon and J. Wiart (2013). "Study of the influence of the laterality of mobile phone use on the SAR induced in two head models." *CR physique* **14**(5): 418-424.
- Ghanmi, A., N. Varsier, A. Hadjem, E. Conil, O. Picon and J. Wiart (2014). "Analysis of the influence of handset phone position on RF exposure of brain tissue." *Bioelectromagnetics* **35**(8): 568-579.
- Goedhart, G., H. Kromhout, J. Wiart and R. Vermeulen (2015). "Validating self-reported mobile phone use in adults using a newly developed smartphone application." *Occup Environ Med* **72**(11): 812-818.
- Goedhart, G., M. Vrijheid, J. Wiart, M. Hours, H. Kromhout, E. Cardis, C. Eastman Langer, P. de Llobet Viladoms, A. Massardier-Pilonchery and R. Vermeulen (2015). "Using software-modified smartphones to validate self-reported mobile phone use in young people: A pilot study." *Bioelectromagnetics* **36**(7): 538-543.
- Gong, Y., M. Capstick, T. Tillmann, C. Dasenbrock, T. Samaras and N. Kuster (2016). "Desktop exposure system and dosimetry for small scale in vivo radiofrequency exposure experiments." *Bioelectromagnetics* **37**(1): 49-61.
- Gorpinchenko, I., O. Nikitin, O. Banya and A. Shulyak (2014). "The influence of direct mobile phone radiation on sperm quality." *Cent European J Urol* **67**(1): 65-71.
- Gosselin, M. C., S. Kuhn and N. Kuster (2013). "Experimental and numerical assessment of low-frequency current distributions from UMTS and GSM mobile phones." *Phys Med Biol* **58**(23): 8339-8357.
- Grigoriev, Y. G., O. A. Grigoriev, A. A. Ivanov, A. M. Lyaginskaya, A. V. Merkulov, N. B. Shagina, V. N. Maltsev, P. Leveque, A. M. Ulanova, V. A. Osipov and A. V. Shafirkin (2010). "Confirmation studies of Soviet research on immunological effects of microwaves: Russian immunology results." *Bioelectromagnetics* **31**(8): 589-602.
- Gul, A., H. Celebi and S. Ugras (2009). "The effects of microwave emitted by cellular phones on ovarian follicles in rats." *Arch Gynecol Obstet* **280**(5): 729-733.
- Gulati, S., A. Yadav, N. Kumar, Kanupriya, N. K. Aggarwal, R. Kumar and R. Gupta (2016). "Effect of GSTM1 and GSTT1 Polymorphisms on Genetic Damage in Humans Populations Exposed to Radiation From Mobile Towers." *Arch Environ Contam Toxicol* **70**(3): 615-625.
- Guler, G., A. Tomruk, E. Ozgur and N. Seyhan (2010). "The effect of radiofrequency radiation on DNA and lipid damage in non-pregnant and pregnant rabbits and their newborns." *Gen Physiol Biophys* **29**(1): 59-66.
- Gupta, N., D. Goyal, R. Sharma and K. S. Arora (2015). "Effect of Prolonged Use of Mobile Phone on Brainstem Auditory Evoked Potentials." *J Clin Diagn Res* **9**(5): Cc07-09.
- Guxens, M., R. Vermeulen, M. van Eijsden, J. Beekhuizen, T. G. Vrijkotte, R. T. van Strien, H.

- Kromhout and A. Huss (2016). "Outdoor and indoor sources of residential radiofrequency electromagnetic fields, personal cell phone and cordless phone use, and cognitive function in 5-6 years old children." *Environ Res* **150**: 364-374.
- Gye, M. C. and C. J. Park (2012). "Effect of electromagnetic field exposure on the reproductive system." *Clin Exp Reprod Med* **39**(1): 1-9.
- Haas, A. J., Y. Le Page, M. Zhadobov, A. Boriskin, R. Sauleau and Y. Le Drean (2016). "Impact of 60-GHz millimeter waves on stress and pain-related protein expression in differentiating neuron-like cells." *Bioelectromagnetics* **37**(7): 444-454.
- Habauzit, D., C. Le Quement, M. Zhadobov, C. Martin, M. Aubry, R. Sauleau and Y. Le Drean (2014). "Transcriptome analysis reveals the contribution of thermal and the specific effects in cellular response to millimeter wave exposure." *PLoS One* **9**(10): e109435.
- Haghani, M., M. Shabani and K. Moazzami (2013). "Maternal mobile phone exposure adversely affects the electrophysiological properties of Purkinje neurons in rat offspring." *Neuroscience* **250**: 588-598.
- Hanci, H., S. Turedi, Z. Topal, T. Mercantepe, I. Bozkurt, H. Kaya, S. Ersoz, B. Unal and E. Odaci (2015). "Can prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field affect the morphology of the spleen and thymus, and alter biomarkers of oxidative damage in 21-day-old male rats?" *Biotech Histochem* **90**(7): 535-543.
- Hao, D., L. Yang, S. Chen, J. Tong, Y. Tian, B. Su, S. Wu and Y. Zeng (2013). "Effects of long-term electromagnetic field exposure on spatial learning and memory in rats." *Neurol Sci* **34**(2): 157-164.
- Hardell, L., M. Carlberg, F. Soderqvist and K. H. Mild (2013). "Pooled analysis of case-control studies on acoustic neuroma diagnosed 1997-2003 and 2007-2009 and use of mobile and cordless phones." *Int J Oncol* **43**(4): 1036-1044.
- Hassoy, H., R. Durusoy and A. O. Karababa (2013). "Adolescents' risk perceptions on mobile phones and their base stations, their trust to authorities and incivility in using mobile phones: a cross-sectional survey on 2240 high school students in Izmir, Turkey." *Environ Health* **12**: 10.
- Havas, M. and J. Marrongelle (2013). "Replication of heart rate variability provocation study with 2.4-GHz cordless phone confirms original findings." *Electromagn Biol Med* **32**(2): 253-266.
- He, G. L., Y. Liu, M. Li, C. H. Chen, P. Gao, Z. P. Yu and X. S. Yang (2014). "The amelioration of phagocytic ability in microglial cells by curcumin through the inhibition of EMF-induced pro-inflammatory responses." *J Neuroinflammation* **11**: 49.
- Héliot, F., M. A. Imran and R. Tafazolli (2013a). Energy-efficient coordinated resource allocation for the downlink of cellular systems. 2013 Future Network & Mobile Summit.
- Héliot, F., M. A. Imran and R. Tafazolli (2013b). Near-optimal energy-efficient joint resource allocation for multi-hop MIMO-AF systems. 2013 IEEE 24th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC).
- Hirose, H., A. Sasaki, N. Ishii, M. Sekijima, T. Iyama, T. Nojima and Y. Ugawa (2010). "1950 MHz IMT-2000 field does not activate microglial cells in vitro." *Bioelectromagnetics* **31**(2): 104-112.
- Hong, M. N., B. C. Kim, Y. G. Ko, Y. S. Lee, S. C. Hong, T. Kim, J. K. Pack, H. D. Choi, N. Kim and J. S. Lee (2012). "Effects of 837 and 1950 MHz radiofrequency radiation exposure alone or combined on oxidative stress in MCF10A cells." *Bioelectromagnetics* **33**(7): 604-611.
- Hou, Q., M. Wang, S. Wu, X. Ma, G. An, H. Liu and F. Xie (2015). "Oxidative changes and apoptosis induced by 1800-MHz electromagnetic radiation in NIH/3T3 cells." *Electromagn Biol Med* **34**(1): 85-92.
- Hsu, M. H., S. Syed-Abdul, J. Scholl, W. S. Jian, P. Lee, U. Iqbal and Y. C. Li (2013). "The incidence rate and mortality of malignant brain tumors after 10 years of intensive cell phone use in Taiwan." *Eur J Cancer Prev* **22**(6): 596-598.
- Huang, Y., N. Varsier, S. Niksic, E. Kocan, M. Pejanovic-Djurisic, M. Popovic, M. Koprivica, A. Neskovic, J. Milinkovic, A. Gati, C. Person and J. Wiart (2016). "Comparison of average global exposure of population induced by a macro 3G network in different geographical areas in France and Serbia." *Bioelectromagnetics* **37**(6): 382-390.
- Huss, A., M. Murbach, I. van Moorselaar, N. Kuster, R. van Strien, H. Kromhout, R. Vermeulen and P. Slottje (2016). "Novel exposure units for at-home personalized testing of electromagnetic sensibility." *Bioelectromagnetics* **37**(1): 62-68.



- Huss, A., M. van Eijsden, M. Guxens, J. Beekhuizen, R. van Strien, H. Kromhout, T. Vrijkotte and R. Vermeulen (2015). "Environmental Radiofrequency Electromagnetic Fields Exposure at Home, Mobile and Cordless Phone Use, and Sleep Problems in 7-Year-Old Children." *PLoS One* **10**(10): e0139869.
- IARC (2013). "Non-ionizing radiation, Part 2: Radiofrequency electromagnetic fields." *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum* **102**(Pt 2): 1-460.
- Ikeda, K. and K. Nakamura (2014). "Association between mobile phone use and depressed mood in Japanese adolescents: a cross-sectional study." *Environ Health Prev Med* **19**(3): 187-193.
- Imai, N., M. Kawabe, T. Hikage, T. Nojima, S. Takahashi and T. Shirai (2011). "Effects on rat testis of 1.95-GHz W-CDMA for IMT-2000 cellular phones." *Syst Biol Reprod Med* **57**(4): 204-209.
- Imge, E. B., B. Kilicoglu, E. Devrim, R. Cetin and I. Durak (2010). "Effects of mobile phone use on brain tissue from the rat and a possible protective role of vitamin C - a preliminary study." *Int J Radiat Biol* **86**(12): 1044-1049.
- Inskip, P. D., R. N. Hoover and S. S. Devesa (2010). "Brain cancer incidence trends in relation to cellular telephone use in the United States." *Neuro Oncol* **12**(11): 1147-1151.
- Jelodar, G., A. Akbari and S. Nazifi (2013). "The prophylactic effect of vitamin C on oxidative stress indexes in rat eyes following exposure to radiofrequency wave generated by a BTS antenna model." *Int J Radiat Biol* **89**(2): 128-131.
- Jeong, Y. J., G. Y. Kang, J. H. Kwon, H. D. Choi, J. K. Pack, N. Kim, Y. S. Lee and H. J. Lee (2015). "1950 MHz Electromagnetic Fields Ameliorate Abeta Pathology in Alzheimer's Disease Mice." *Curr Alzheimer Res* **12**(5): 481-492.
- Jiang, B., J. Nie, Z. Zhou, J. Zhang, J. Tong and Y. Cao (2012). "Adaptive response in mice exposed to 900 MHz radiofrequency fields: primary DNA damage." *PLoS One* **7**(2): e32040.
- Jiang, B., C. Zong, H. Zhao, Y. Ji, J. Tong and Y. Cao (2013). "Induction of adaptive response in mice exposed to 900MHz radiofrequency fields: application of micronucleus assay." *Mutat Res* **751**(2): 127-129.
- Jin, Y. B., H. D. Choi, B. C. Kim, J. K. Pack, N. Kim and Y. S. Lee (2013). "Effects of simultaneous combined exposure to CDMA and WCDMA electromagnetic fields on serum hormone levels in rats." *J Radiat Res* **54**(3): 430-437.
- Jin, Z., C. Zong, B. Jiang, Z. Zhou, J. Tong and Y. Cao (2012). "The effect of combined exposure of 900 MHz radiofrequency fields and doxorubicin in HL-60 cells." *PLoS One* **7**(9): e46102.
- Jing, J., Z. Yuhua, Y. Xiao-Qian, J. Rongping, G. Dong-Mei and C. Xi (2012). "The influence of microwave radiation from cellular phone on fetal rat brain." *Electromagnetic biology and medicine* **31**(1): 57-66.
- Jorge-Mora, T., M. J. Misa-Agustino, J. A. Rodriguez-Gonzalez, F. J. Jorge-Barreiro, F. J. Ares-Pena and E. Lopez-Martin (2011). "The effects of single and repeated exposure to 2.45 GHz radiofrequency fields on c-Fos protein expression in the paraventricular nucleus of rat hypothalamus." *Neurochem Res* **36**(12): 2322-2332.
- Jurewicz, J., M. Radwan, W. Sobala, D. Ligocka, P. Radwan, M. Bochenek and W. Hanke (2014). "Lifestyle and semen quality: role of modifiable risk factors." *Syst Biol Reprod Med* **60**(1): 43-51.
- Kang, K. A., H. C. Lee, J. J. Lee, M. N. Hong, M. J. Park, Y. S. Lee, H. D. Choi, N. Kim, Y. G. Ko and J. S. Lee (2014). "Effects of combined radiofrequency radiation exposure on levels of reactive oxygen species in neuronal cells." *J Radiat Res* **55**(2): 265-276.
- Karaca, E., B. Durmaz, H. Altug, T. Yildiz, C. Guducu, M. Irgi, M. G. C. Koksal, F. Ozkinay, C. Gunduz and O. Cogulu (2012). "The genotoxic effect of radiofrequency waves on mouse brain." *Journal of neuro-oncology* **106**(1): 53-58.
- Kato, Y. and O. Johansson (2012). "Reported functional impairments of electrohypersensitive Japanese: A questionnaire survey." *Pathophysiology* **19**(2): 95-100.
- Kayabasoglu, G., O. S. Sezen, G. Eraslan, E. Aydin, T. Coskuner and S. Unver (2011). "Effect of chronic exposure to cellular telephone electromagnetic fields on hearing in rats." *J Laryngol Otol* **125**(4): 348-353.
- Kazemi, E., S. M. Mortazavi, A. Ali-Ghanbari, S. Sharifzadeh, R. Ranjbaran, Z. Mostafavi-Pour, F. Zal and M. Haghani (2015). "Effect of 900 MHz Electromagnetic Radiation on the Induction of ROS in Human Peripheral Blood Mononuclear Cells." *J Biomed Phys Eng* **5**(3): 105-114.



- Kesari, K. K. and J. Behari (2010). "Microwave exposure affecting reproductive system in male rats." *Appl Biochem Biotechnol* **162**(2): 416-428.
- Kesari, K. K. and J. Behari (2012). "Evidence for mobile phone radiation exposure effects on reproductive pattern of male rats: role of ROS." *Electromagn Biol Med* **31**(3): 213-222.
- Kesari, K. K., S. Kumar and J. Behari (2010). "Mobile phone usage and male infertility in Wistar rats." *Indian J Exp Biol* **48**(10): 987-992.
- Kesari, K. K., S. Kumar and J. Behari (2011). "900-MHz microwave radiation promotes oxidation in rat brain." *Electromagn Biol Med* **30**(4): 219-234.
- Kesari, K. K., S. Kumar and J. Behari (2011). "Effects of radiofrequency electromagnetic wave exposure from cellular phones on the reproductive pattern in male Wistar rats." *Appl Biochem Biotechnol* **164**(4): 546-559.
- Kesari, K. K., S. Kumar and J. Behari (2012). "Pathophysiology of microwave radiation: effect on rat brain." *Appl Biochem Biotechnol* **166**(2): 379-388.
- Khalil, A. M., M. H. Gagaa and A. M. Alshamali (2012). "8-Oxo-7, 8-dihydro-2'-deoxyguanosine as a biomarker of DNA damage by mobile phone radiation." *Hum Exp Toxicol* **31**(7): 734-740.
- Keifets, L., J. Monroe, X. Vergara, G. Mezei and A. A. Afifi (2008). "Occupational electromagnetic fields and leukemia and brain cancer: an update to two meta-analyses." *J Occup Environ Med* **50**(6): 677-688.
- Khirazova, E. E., A. A. Baizhumanov, L. K. Trofimova, L. I. Deev, M. V. Maslova, N. A. Sokolova and N. Y. Kudryashova (2012). "Effects of GSM-Frequency Electromagnetic Radiation on Some Physiological and Biochemical Parameters in Rats." *Bull Exp Biol Med* **153**(6): 816-819.
- Kim, H. N., N. K. Han, M. N. Hong, S. G. Chi, Y. S. Lee, T. Kim, J. K. Pack, H. D. Choi, N. Kim and J. S. Lee (2012). "Analysis of the cellular stress response in MCF10A cells exposed to combined radio frequency radiation." *J Radiat Res* **53**(2): 176-183.
- Kiyohara, K., K. Wake, S. Watanabe, T. Arima, Y. Sato, N. Kojimahara, M. Taki, E. Cardis and N. Yamaguchi (2016b). "Long-term recall accuracy for mobile phone calls in young Japanese people: A follow-up validation study using software-modified phones." *J Expo Sci Environ Epidemiol*.
- Kiyohara, K., K. Wake, S. Watanabe, T. Arima, Y. Sato, N. Kojimahara, M. Taki and N. Yamaguchi (2016a). "Recall accuracy of mobile phone calls among Japanese young people." *J Expo Sci Environ Epidemiol* **26**(6): 566-574.
- Kok, H. P., P. Wust, P. R. Stauffer, F. Bardati, G. C. van Rhoon and J. Crezee (2015). "Current state of the art of regional hyperthermia treatment planning: a review." *Radiat Oncol* **10**: 196.
- Kokturk, S., M. Yardimoglu, S. D. Celikozlu, E. G. Dolanbay and A. Cimbiz (2013). "Effect of *Lycopersicon esculentum* extract on apoptosis in the rat cerebellum, following prenatal and postnatal exposure to an electromagnetic field." *Exp Ther Med* **6**(1): 52-56.
- Koprivica, M., A. Neskovic and N. Neskovic (2015). "Conversion from mono-axial to isotropic measurements for assessing human exposure to electromagnetic fields of GSM/DCS/UMTS base stations." *Ann Telecommun* **70**(9): 407-414.
- Koprivica, M., M. Petric, N. Neskovic and A. Neskovic (2016). "Statistical analysis of electromagnetic radiation measurements in the vicinity of indoor microcell GSM/UMTS base stations in Serbia." *Bioelectromagnetics* **37**(1): 69-76.
- Koprivica, M., V. Slavkovic, N. Neskovic and A. Neskovic (2016). "Statistical analysis of electromagnetic radiation measurements in the vicinity of GSM/UMTS base station installed on buildings in Serbia." *Radiat Prot Dosimetry* **168**(4): 489-502.
- Krayni, A., A. Hadjem, A. Sibille, C. Roblin and J. Wiart (2016). "A novel methodology to evaluate uplink exposure by personal devices in wireless networks." *IEEE Trans Electromagn Compat* **58**(3): 896-906.
- Kumar, S., J. Behari and R. Sisodia (2012). "Impact of Microwave at X-Band in the aetiology of male infertility." *Electromagnetic biology and medicine* **31**(3): 223-232.
- Kumar, S., S. Murarka, V. V. Mishra and A. K. Gautam (2014). "Environmental & lifestyle factors in deterioration of male reproductive health." *Indian J Med Res* **140 Suppl**: S29-35.
- Kuzniar, A., C. Laffeber, B. Eppink, K. Bezstarosti, D. Dekkers, H. Woelders, A. P. Zwamborn, J. Demmers, J. H. Lebbink and R. Kanaar (2017). "Semi-quantitative proteomics of mammalian cells upon short-term exposure to non-ionizing electromagnetic fields." *PLoS One* **12**(2): e0170762.

- Kwon, M. S. and H. Hämäläinen (2011). "Effects of mobile phone electromagnetic fields: critical evaluation of behavioral and neurophysiological studies." *Bioelectromagnetics* **32**(4): 253-272.
- Kwon, M. S., V. Vorobyev, S. Käännälä, M. Laine, J. O. Rinne, T. Toivonen, J. Johansson, M. Teräs, H. Lindholm and T. Alanko (2011). "GSM mobile phone radiation suppresses brain glucose metabolism." *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism* **31**(12): 2293-2301.
- Langer, C. E., P. de Llobet, A. Dalmau, J. Wiart, G. Goedhart, M. Hours, G. P. Benke, E. Bouka, R. Bruchim, K. H. Choi, A. Eng, M. Ha, M. Karalexi, K. Kiyohara, N. Kojimahara, D. Krewski, H. Kromhout, B. Lacour, A. t Mannetje, M. Maule, E. Migliore, C. Mohipp, F. Momoli, E. Petridou, K. Radon, T. Remen, S. Sadetzki, M. R. Sim, T. Weinmann, R. Vermeulen, E. Cardis and M. Vrijheid (2017). "Patterns of cellular phone use among young people in 12 countries: Implications for RF exposure." *Environ Int* **107**: 65-74.
- Le Quement, C., C. Nicolas Nicolaz, M. Zhadobov, F. Desmots, R. Sauleau, M. Aubry, D. Michel and Y. Le Drean (2012). "Whole-genome expression analysis in primary human keratinocyte cell cultures exposed to 60 GHz radiation." *Bioelectromagnetics* **33**(2): 147-158.
- Le Quement, C., C. N. Nicolaz, D. Habauzit, M. Zhadobov, R. Sauleau and Y. Le Drean (2014). "Impact of 60-GHz millimeter waves and corresponding heat effect on endoplasmic reticulum stress sensor gene expression." *Bioelectromagnetics* **35**(6): 444-451.
- Lee, A. K., S. E. Hong, J. H. Kwon, H. D. Choi and E. Cardis (2017). "Mobile phone types and SAR characteristics of the human brain." *Phys Med Biol* **62**(7): 2741-2761.
- Lee, A. K., Y. Yoon, S. Lee, B. Lee, S. E. Hong, H. D. Choi and E. Cardis (2016). "Numerical Implementation of Representative Mobile Phone Models for Epidemiological Studies." *JEES* **16**(2): 87-99.
- Lee, H. J., Y. B. Jin, J. S. Lee, S. Y. Choi, T. H. Kim, J. K. Pack, H. D. Choi, N. Kim and Y. S. Lee (2011). "Lymphoma development of simultaneously combined exposure to two radiofrequency signals in AKR/J mice." *Bioelectromagnetics* **32**(6): 485-492.
- Lee, H. J., J. S. Lee, J. K. Pack, H. D. Choi, N. Kim, S. H. Kim and Y. S. Lee (2009). "Lack of teratogenicity after combined exposure of pregnant mice to CDMA and WCDMA radiofrequency electromagnetic fields." *Radiat Res* **172**(5): 648-652.
- Lee, K. Y., B. C. Kim, N. K. Han, Y. S. Lee, T. Kim, J. H. Yun, N. Kim, J. K. Pack and J. S. Lee (2011). "Effects of combined radiofrequency radiation exposure on the cell cycle and its regulatory proteins." *Bioelectromagnetics* **32**(3): 169-178.
- Lee, S. S., H. R. Kim, M. S. Kim, S. Park, E. S. Yoon, S. H. Park and D. W. Kim (2014). "Influence of smartphone Wi-Fi signals on adipose-derived stem cells." *J Craniofac Surg* **25**(5): 1902-1907.
- Lerchl, A., M. Klose, K. Grote, A. F. Wilhelm, O. Spathmann, T. Fiedler, J. Streckert, V. Hansen and M. Clemens (2015). "Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans." *Biochem Biophys Res Commun* **459**(4): 585-590.
- Leung, S., R. J. Croft, R. J. McKenzie, S. Iskra, B. Silber, N. R. Cooper, B. O'Neill, V. Copley, A. Diaz-Trujillo, D. Hamblin and D. Simpson (2011). "Effects of 2G and 3G mobile phones on performance and electrophysiology in adolescents, young adults and older adults." *Clinical Neurophysiology* **122**(11): 2203-2216.
- Levis, A. G., N. Minicuci, P. Ricci, S. Garbisa and V. Gennaro (2011). "Mobile phones and head tumours. The discrepancies in cause-effect relationships in the epidemiological studies-how do they arise?" *Environmental Health* **10**(1): 59.
- Li, C., Z. Chen, L. Yang, B. Lv, J. Liu, N. Varsier, A. Hadjem, J. Wiart, Y. Xie, L. Ma and T. Wu (2015). "Generation of infant anatomical models for evaluating electromagnetic field exposures." *Bioelectromagnetics* **36**(1): 10-26.
- Li, C. Y., C. C. Liu, Y. H. Chang, L. P. Chou and M. C. Ko (2012). "A population-based case-control study of radiofrequency exposure in relation to childhood neoplasm." *Sci Total Environ* **435-436**: 472-478.
- Li, W. H., Y. Z. Li, D. D. Song, X. R. Wang, M. Liu, X. D. Wu and X. H. Liu (2014). "Calreticulin protects rat microvascular endothelial cells against microwave radiation-induced injury by attenuating endoplasmic reticulum stress." *Microcirculation* **21**(6): 506-515.
- Lilienfeld, A., J. Tonascia, S. Tonascia, C. Libauer, G. Cauthen, J. Markowitz and S. Weida "Foreign service health status study: evaluation of status of foreign service and other employees from

- selected Eastern European posts. Final Report, July 31, 1978." *Contract(6025-619073)*.
- Liorni, I., M. Parazzini, S. Fiocchi, M. Douglas, M. Capstick, N. Kuster and P. Ravazzani (2016). "COMPUTATIONAL ASSESSMENT OF PREGNANT WOMAN MODELS EXPOSED TO UNIFORM ELF-MAGNETIC FIELDS: COMPLIANCE WITH THE EUROPEAN CURRENT EXPOSURE REGULATIONS FOR THE GENERAL PUBLIC AND OCCUPATIONAL EXPOSURES AT 50 Hz." *Radiat Prot Dosimetry* **172**(4): 382-392.
- Little, M. P., P. Rajaraman, R. E. Curtis, S. S. Devesa, P. D. Inskip, D. P. Check and M. S. Linet (2012). "Mobile phone use and glioma risk: comparison of epidemiological study results with incidence trends in the United States." *Bmj* **344**: e1147.
- Liu, C., W. Duan, S. Xu, C. Chen, M. He, L. Zhang, Z. Yu and Z. Zhou (2013). "Exposure to 1800 MHz radiofrequency electromagnetic radiation induces oxidative DNA base damage in a mouse spermatocyte-derived cell line." *Toxicol Lett* **218**(1): 2-9.
- Liu, H., G. Chen, Y. Pan, Z. Chen, W. Jin, C. Sun, C. Chen, X. Dong, K. Chen, Z. Xu, S. Zhang and Y. Yu (2014). "Occupational electromagnetic field exposures associated with sleep quality: a cross-sectional study." *PLoS One* **9**(10): e110825.
- Liu, K., Y. Li, G. Zhang, J. Liu, J. Cao, L. Ao and S. Zhang (2014). "Association between mobile phone use and semen quality: a systemic review and meta-analysis." *Andrology* **2**(4): 491-501.
- Liu, K., G. Zhang, Z. Wang, Y. Liu, J. Dong, X. Dong, J. Liu, J. Cao, L. Ao and S. Zhang (2014). "The protective effect of autophagy on mouse spermatocyte derived cells exposure to 1800MHz radiofrequency electromagnetic radiation." *Toxicol Lett* **228**(3): 216-224.
- Liu, M.-L., J.-Q. Wen and Y.-B. Fan (2011). "Potential protection of green tea polyphenols against 1800 MHz electromagnetic radiation-induced injury on rat cortical neurons." *Neurotoxicity research* **20**(3): 270-276.
- Liu, Y. X., J. L. Tai, G. Q. Li, Z. W. Zhang, J. H. Xue, H. S. Liu, H. Zhu, J. D. Cheng, Y. L. Liu, A. M. Li and Y. Zhang (2012). "Exposure to 1950-MHz TD-SCDMA electromagnetic fields affects the apoptosis of astrocytes via caspase-3-dependent pathway." *PLoS One* **7**(8): e42332.
- Loughran, S. P., R. J. McKenzie, M. L. Jackson, M. E. Howard and R. J. Croft (2012). "Individual differences in the effects of mobile phone exposure on human sleep: rethinking the problem." *Bioelectromagnetics* **33**(1): 86-93.
- Lu, Y.-S., B.-T. Huang and Y.-X. Huang (2012). "Reactive oxygen species formation and apoptosis in human peripheral blood mononuclear cell induced by 900 MHz mobile phone radiation." *Oxidative medicine and cellular longevity* **2012**.
- Lu, Y., M. He, Y. Zhang, S. Xu, L. Zhang, Y. He, C. Chen, C. Liu, H. Pi, Z. Yu and Z. Zhou (2014). "Differential pro-inflammatory responses of astrocytes and microglia involve STAT3 activation in response to 1800 MHz radiofrequency fields." *PLoS One* **9**(9): e108318.
- Lukac, N., P. Massanyi, S. Roychoudhury, M. Capcarova, E. Tvrda, Z. Knazicka, A. Kolesarova and J. Danko (2011). "In vitro effects of radiofrequency electromagnetic waves on bovine spermatozoa motility." *Journal of Environmental Science and Health, Part A* **46**(12): 1417-1423.
- Luria, R., I. Eliyahu, R. Hareuveny, M. Margalit and N. Meiran (2009). "Cognitive effects of radiation emitted by cellular phones: the influence of exposure side and time." *Bioelectromagnetics* **30**(3): 198-204.
- Lustenberger, C., M. Murbach, R. Durr, M. R. Schmid, N. Kuster, P. Achermann and R. Huber (2013). "Stimulation of the brain with radiofrequency electromagnetic field pulses affects sleep-dependent performance improvement." *Brain Stimul* **6**(5): 805-811.
- Lv, B., Z. Chen, T. Wu, Q. Shao, D. Yan, L. Ma, K. Lu and Y. Xie (2014). "The alteration of spontaneous low frequency oscillations caused by acute electromagnetic fields exposure." *Clin Neurophysiol* **125**(2): 277-286.
- Mahmoudabadi, F. S., S. Ziae, M. Firoozabadi and A. Kazemnejad (2015). "Use of mobile phone during pregnancy and the risk of spontaneous abortion." *J Environ Health Sci Eng* **13**: 34.
- Malek, F., K. A. Rani, H. A. Rahim and M. H. Omar (2015). "Effect of Short-Term Mobile Phone Base Station Exposure on Cognitive Performance, Body Temperature, Heart Rate and Blood Pressure of Malaysians." *Sci Rep* **5**: 13206.
- Manser, M., M. R. Sater, C. D. Schmid, F. Noreen, M. Murbach, N. Kuster, D. Schuermann and P. Schar (2017). "ELF-MF exposure affects the robustness of epigenetic programming during



- granulopoiesis." *Sci Rep* **7**: 43345.
- Manta, A. K., D. J. Stravopodis, I. S. Papassideri and L. H. Margaritis (2014). "Reactive oxygen species elevation and recovery in *Drosophila* bodies and ovaries following short-term and long-term exposure to DECT base EMF." *Electromagnetic biology and medicine* **33**(2): 118-131.
- Markakis, I. and T. Samaras (2013). "Radiofrequency exposure in Greek indoor environments." *Health Phys* **104**(3): 293-301.
- Martens, A. L., J. F. B. Bolte, J. Beekhuizen, H. Kromhout, T. Smid and R. C. H. Vermeulen (2015). "Validity of at home model predictions as a proxy for personal exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile phone base stations." *Environmental Research* **142**: 221-226.
- Martens, A. L., P. Slottje, M. Y. Meima, J. Beekhuizen, D. Timmermans, H. Kromhout, T. Smid and R. C. H. Vermeulen (2016). "Residential exposure to RF-EMF from mobile phone base stations: Model predictions versus personal and home measurements." *Science of The Total Environment* **550**: 987-993.
- Martens, A. L., P. Slottje, D. R. Timmermans, H. Kromhout, M. Reedijk, R. C. Vermeulen and T. Smid (2017). "Modeled and Perceived Exposure to Radio-Frequency Electromagnetic Fields From Mobile-Phone Base Stations and the Development of Symptoms Over Time in a General Population Cohort." *Am J Epidemiol*: 1-10.
- Maskey, D., H. G. Kim, M. W. Suh, G. S. Roh and M. J. Kim (2014). "Alteration of glycine receptor immunoreactivity in the auditory brainstem of mice following three months of exposure to radiofrequency radiation at SAR 4.0 W/kg." *Int J Mol Med* **34**(2): 409-419.
- Maskey, D., H. J. Kim, H. G. Kim and M. J. Kim (2012). "Calcium-binding proteins and GFAP immunoreactivity alterations in murine hippocampus after 1 month of exposure to 835 MHz radiofrequency at SAR values of 1.6 and 4.0 W/kg." *Neurosci Lett* **506**(2): 292-296.
- Maskey, D., M. Kim, B. Aryal, J. Pradhan, I. Y. Choi, K. S. Park, T. Son, S. Y. Hong, S. B. Kim, H. G. Kim and M. J. Kim (2010). "Effect of 835 MHz radiofrequency radiation exposure on calcium binding proteins in the hippocampus of the mouse brain." *Brain Res* **1313**: 232-241.
- Maskey, D., J. Pradhan, B. Aryal, C. M. Lee, I. Y. Choi, K. S. Park, S. B. Kim, H. G. Kim and M. J. Kim (2010). "Chronic 835-MHz radiofrequency exposure to mice hippocampus alters the distribution of calbindin and GFAP immunoreactivity." *Brain Res* **1346**: 237-246.
- Masuda, H., S. Hirota, A. Ushiyama, A. Hirata, T. Arima, H. Kawai, K. Wake, S. Watanabe, M. Taki, A. Nagai and C. Ohkubo (2015). "No Dynamic Changes in Blood-brain Barrier Permeability Occur in Developing Rats During Local Cortex Exposure to Microwaves." *In Vivo* **29**(3): 351-357.
- Masuda, H., S. Hirota, A. Ushiyama, A. Hirata, T. Arima, H. Kawai, K. Wake, S. Watanabe, M. Taki, A. Nagai and C. Ohkubo (2015). "No Dynamic Changes in Inflammation-related Microcirculatory Parameters in Developing Rats During Local Cortex Exposure to Microwaves." *In Vivo* **29**(5): 561-567.
- Masuda, H., A. Ushiyama, M. Takahashi, J. Wang, O. Fujiwara, T. Hikage, T. Nojima, K. Fujita, M. Kudo and C. Ohkubo (2009). "Effects of 915 MHz electromagnetic-field radiation in TEM cell on the blood-brain barrier and neurons in the rat brain." *Radiat Res* **172**(1): 66-73.
- McCarty, D. E., S. Carrubba, A. L. Chesson, C. Frilot, E. Gonzalez-Toledo and A. A. Marino (2011). "Electromagnetic hypersensitivity: evidence for a novel neurological syndrome." *Int J Neurosci* **121**(12): 670-676.
- McNamee, J. P. and V. Chauhan (2009). "Radiofrequency radiation and gene/protein expression: a review." *Radiat Res* **172**(3): 265-287.
- McQuade, J. M., J. H. Merritt, S. A. Miller, T. Scholin, M. C. Cook, A. Salazar, O. B. Rahimi, M. R. Murphy and P. A. Mason (2009). "Radiofrequency-radiation exposure does not induce detectable leakage of albumin across the blood-brain barrier." *Radiat Res* **171**(5): 615-621.
- Meg Tseng, M. C., Y. P. Lin and T. J. Cheng (2011). "Prevalence and psychiatric comorbidity of self-reported electromagnetic field sensitivity in Taiwan: a population-based study." *J Formos Med Assoc* **110**(10): 634-641.
- Megha, K., P. S. Deshmukh, B. D. Banerjee, A. K. Tripathi and M. P. Abegaonkar (2012). "Microwave radiation induced oxidative stress, cognitive impairment and inflammation in brain of Fischer rats." *Indian J Exp Biol* **50**(12): 889-896.
- Meo, S. A. and K. Al Rubeaan (2013). "Effects of exposure to electromagnetic field radiation (EMFR)



- generated by activated mobile phones on fasting blood glucose." *Int J Occup Med Environ Health* **26**(2): 235-241.
- Meral, I., Y. Tekintangac and H. Demir (2014). "Effects of 900 MHz electromagnetic field emitted by cellular phones on electrocardiograms of guinea pigs." *Hum Exp Toxicol* **33**(2): 164-169.
- Merhi, Z. O. (2012). "Challenging cell phone impact on reproduction: a review." *J Assist Reprod Genet* **29**(4): 293-297.
- Milham, S. and D. Stetzer (2013). "Dirty electricity, chronic stress, neurotransmitters and disease." *Electromagn Biol Med* **32**(4): 500-507.
- Moon, I. S., B. G. Kim, J. Kim, J. D. Lee and W. S. Lee (2014). "Association between vestibular schwannomas and mobile phone use." *Tumour Biol* **35**(1): 581-587.
- Moquet, J., E. Ainsbury, S. Bouffler and D. Lloyd (2008). "Exposure to low level GSM 935 MHz radiofrequency fields does not induce apoptosis in proliferating or differentiated murine neuroblastoma cells." *Radiat Prot Dosimetry* **131**(3): 287-296.
- Moretti, D., A. Garenne, E. Haro, F. Pouletier de Gannes, I. Lagroye, P. Leveque, B. Veyret and N. Lewis (2013). "In-vitro exposure of neuronal networks to the GSM-1800 signal." *Bioelectromagnetics* **34**(8): 571-578.
- Mornet, E., R. Kania, E. Sauvaget, P. Herman and P. Tran Ba Huy (2013). "Vestibular schwannoma and cell-phones. Results, limits and perspectives of clinical studies." *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis* **130**(5): 275-282.
- Mortazavi, S. M., A. Mahbudi, M. Atefi, S. Bagheri, N. Bahaedini and A. Besharati (2011). "An old issue and a new look: electromagnetic hypersensitivity caused by radiations emitted by GSM mobile phones." *Technol Health Care* **19**(6): 435-443.
- Mortazavi, S. M., S. Rahimi, A. Talebi, A. Soleimani and A. Rafati (2015). "Survey of the Effects of Exposure to 900 MHz Radiofrequency Radiation Emitted by a GSM Mobile Phone on the Pattern of Muscle Contractions in an Animal Model." *J Biomed Phys Eng* **5**(3): 121-132.
- Mortazavi, S. M., M. S. Rouintan, S. Taeb, N. Dehghan, A. A. Ghaffarpanah, Z. Sadeghi and F. Ghafouri (2012). "Human short-term exposure to electromagnetic fields emitted by mobile phones decreases computer-assisted visual reaction time." *Acta Neurol Belg* **112**(2): 171-175.
- Mortazavi, S. M., K. R. Shirazi and G. Mortazavi (2013). "The study of the effects of ionizing and non-ionizing radiations on birth weight of newborns to exposed mothers." *J Nat Sci Biol Med* **4**(1): 213-217.
- Mortazavi, S. M., S. Vazife-Doost, M. Yaghooti, S. Mehdizadeh and A. Rajaei-Far (2012). "Occupational exposure of dentists to electromagnetic fields produced by magnetostrictive cavitrons alters the serum cortisol level." *J Nat Sci Biol Med* **3**(1): 60-64.
- Motawi, T. K., H. A. Darwish, Y. M. Moustafa and M. M. Labib (2014). "Biochemical modifications and neuronal damage in brain of young and adult rats after long-term exposure to mobile phone radiations." *Cell Biochem Biophys* **70**(2): 845-855.
- Movahedi, M. M., A. Tavakkoli-Golpayegani, S. A. Mortazavi, M. Haghani, Z. Razi, M. B. Shojaie-Fard, M. Zare, E. Mina, L. Mansourabadi, J. Nazari, A. Safari, N. Shokrpour and S. M. Mortazavi (2014). "Does exposure to GSM 900 MHz mobile phone radiation affect short-term memory of elementary school students?" *J Pediatr Neurosci* **9**(2): 121-124.
- Munezawa, T., Y. Kaneita, Y. Osaki, H. Kanda, M. Minowa, K. Suzuki, S. Higuchi, J. Mori, R. Yamamoto and T. Ohida (2011). "The association between use of mobile phones after lights out and sleep disturbances among Japanese adolescents: a nationwide cross-sectional survey." *Sleep* **34**(8): 1013-1020.
- Nakatani-Enomoto, S., T. Furubayashi, A. Ushiyama, S. J. Groiss, K. Ueshima, S. Sokejima, A. Y. Simba, K. Wake, S. Watanabe, M. Nishikawa, K. Miyawaki, M. Taki and Y. Ugawa (2013). "Effects of electromagnetic fields emitted from W-CDMA-like mobile phones on sleep in humans." *Bioelectromagnetics* **34**(8): 589-598.
- Nam, K. C., J. H. Lee, H. W. Noh, E. J. Cha, N. H. Kim and D. W. Kim (2009). "Hypersensitivity to RF fields emitted from CDMA cellular phones: a provocation study." *Bioelectromagnetics* **30**(8): 641-650.
- Narayanan, S. N., R. S. Kumar, K. M. Karun, S. B. Nayak and P. G. Bhat (2015). "Possible cause for altered spatial cognition of prepubescent rats exposed to chronic radiofrequency electromagnetic

- radiation." *Metab Brain Dis* **30**(5): 1193-1206.
- Narayanan, S. N., R. S. Kumar, J. Paval, V. Kedage, M. S. Bhat, S. Nayak and P. G. Bhat (2013). "Analysis of emotionality and locomotion in radio-frequency electromagnetic radiation exposed rats." *Neurol Sci* **34**(7): 1117-1124.
- Narayanan, S. N., R. S. Kumar, B. K. Potu, S. Nayak, P. G. Bhat and M. Mailankot (2010). "Effect of radio-frequency electromagnetic radiations (RF-EMR) on passive avoidance behaviour and hippocampal morphology in Wistar rats." *Ups J Med Sci* **115**(2): 91-96.
- Narayanan, S. N., R. S. Kumar, B. K. Potu, S. Nayak and M. Mailankot (2009). "Spatial memory performance of Wistar rats exposed to mobile phone." *Clinics (Sao Paulo)* **64**(3): 231-234.
- Naziroglu, M., F. F. Ozkan, S. R. Hapil, V. Ghazizadeh and B. Cig (2015). "Epilepsy but not mobile phone frequency (900 MHz) induces apoptosis and calcium entry in hippocampus of epileptic rat: involvement of TRPV1 channels." *J Membr Biol* **248**(1): 83-91.
- Negovetic, S. and S. Regel (2011). *Nichtionisierende Strahlung - Umwelt und Gesundheit*. Bern, Schweizerischer Nationalfonds.
- Ng, T. P., M. L. Lim, M. Niti and S. Collinson (2012). "Long-term digital mobile phone use and cognitive decline in the elderly." *Bioelectromagnetics* **33**(2): 176-185.
- Ni, S., Y. Yu, Y. Zhang, W. Wu, K. Lai and K. Yao (2013). "Study of oxidative stress in human lens epithelial cells exposed to 1.8 GHz radiofrequency fields." *PLoS One* **8**(8): e72370.
- Nielsen, J. Ø., J. B. Andersen, G. F. Pedersen and M. Pelosi (2011). *On Polarization and Frequency Dependence of Diffuse Indoor Propagation*. 2011 IEEE Vehicular Technology Conference (VTC Fall).
- Noor, N. A., H. S. Mohammed, N. A. Ahmed and N. M. Radwan (2011). "Variations in amino acid neurotransmitters in some brain areas of adult and young male albino rats due to exposure to mobile phone radiation." *Eur Rev Med Pharmacol Sci* **15**(7): 729-742.
- Ntzouni, M., A. Stamatakis, F. Stylianopoulou and L. Margaritis (2011). "Short-term memory in mice is affected by mobile phone radiation." *Pathophysiology* **18**(3): 193-199.
- Odaci, E. and C. Ozyilmaz (2015). "Exposure to a 900 MHz electromagnetic field for 1 hour a day over 30 days does change the histopathology and biochemistry of the rat testis." *Int J Radiat Biol* **91**(7): 547-554.
- Ohtani, S., A. Ushiyama, M. Maeda, Y. Ogasawara, J. Wang, N. Kunugita and K. Ishii (2015). "The effects of radio-frequency electromagnetic fields on T cell function during development." *J Radiat Res* **56**(3): 467-474.
- Okano, T., Y. Terao, T. Furubayashi, A. Yugeta, R. Hanajima and Y. Ugawa (2010). "The effect of electromagnetic field emitted by a mobile phone on the inhibitory control of saccades." *Clin Neurophysiol* **121**(4): 603-611.
- Otitoloju, A. A., I. A. Obe, O. A. Adewale, O. A. Otubanjo and V. O. Osunkalu (2010). "Preliminary study on the induction of sperm head abnormalities in mice, *Mus musculus*, exposed to radiofrequency radiations from global system for mobile communication base stations." *Bull Environ Contam Toxicol* **84**(1): 51-54.
- Ozgur, A., L. Turnkaya, S. Terzi, Y. Kalkan, O. C. Erdivanli and E. Dursun (2015). "Effects of chronic exposure to electromagnetic waves on the auditory system." *Acta Otolaryngol* **135**(8): 765-770.
- Ozgur, E., G. Guler, G. Kismali and N. Seyhan (2014). "Mobile phone radiation alters proliferation of hepatocarcinoma cells." *Cell Biochem Biophys* **70**(2): 983-991.
- Ozgur, E., G. Guler and N. Seyhan (2010). "Mobile phone radiation-induced free radical damage in the liver is inhibited by the antioxidants N-acetyl cysteine and epigallocatechin-gallate." *Int J Radiat Biol* **86**(11): 935-945.
- Ozgur, E., G. Kismali, G. Guler, A. Akcay, G. Ozkurt, T. Sel and N. Seyhan (2013). "Effects of prenatal and postnatal exposure to gsm-like radiofrequency on blood chemistry and oxidative stress in infant rabbits, an experimental study." *Cell biochemistry and biophysics* **67**(2): 743-751.
- Ozorak, A., M. Naziroglu, O. Celik, M. Yuksel, D. Ozcelik, M. O. Ozkaya, H. Cetin, M. C. Kahya and S. A. Kose (2013). "Wi-Fi (2.45 GHz)- and mobile phone (900 and 1800 MHz)-induced risks on oxidative stress and elements in kidney and testis of rats during pregnancy and the development of offspring." *Biol Trace Elem Res* **156**(1-3): 221-229.
- Panagopoulos, D. J. (2012). "Effect of microwave exposure on the ovarian development of *Drosophila*

- melanogaster.*" *Cell biochemistry and biophysics* **63**(2): 121-132.
- Panda, N. K., R. Jain, J. Bakshi and S. Munjal (2010). "Audiologic disturbances in long-term mobile phone users." *J Otolaryngol Head Neck Surg* **39**(1): 5-11.
- Panda, N. K., R. Modi, S. Munjal and R. S. Virk (2011). "Auditory changes in mobile users: is evidence forthcoming?" *Otolaryngol Head Neck Surg* **144**(4): 581-585.
- Parham, F., C. J. Portier, X. Chang and M. Mevissen (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**: 193.
- Paulraj, R. and J. Behari (2011). "Effects of low level microwave radiation on carcinogenesis in Swiss Albino mice." *Molecular and cellular biochemistry* **348**(1-2): 191-197.
- Paulraj, R. and J. Behari (2012). "Biochemical changes in rat brain exposed to low intensity 9.9 GHz microwave radiation." *Cell Biochem Biophys* **63**(1): 97-102.
- Perentos, N., R. J. Croft, R. J. McKenzie and I. Cosic (2013). "The alpha band of the resting electroencephalogram under pulsed and continuous radio frequency exposures." *IEEE Trans Biomed Eng* **60**(6): 1702-1710.
- Peres, J. (2010). "One conclusion emerges from Interphone study: controversy will continue." *J Natl Cancer Inst* **102**(13): 928-931.
- Petitdant, N., A. Lecomte, F. Robidel, C. Gamez, K. Blazy and A. S. Villegier (2016). "Cerebral radiofrequency exposures during adolescence: Impact on astrocytes and brain functions in healthy and pathologic rat models." *Bioelectromagnetics* **37**(5): 338-350.
- Pettersson, D. and M. Feychtung (2014). "The authors respond." *Epidemiology* **25**(5): 778-779.
- Pettersson, D., T. Mathiesen, M. Prochazka, T. Bergenheim, R. Florentzson, H. Harder, G. Nyberg, P. Siesjo and M. Feychtung (2014). "Long-term mobile phone use and acoustic neuroma risk." *Epidemiology* **25**(2): 233-241.
- Phan-Huy, D. T., Y. Kokar, T. Sarrebourse, N. Malhouroux-Gaffet, P. Pajusco, C. Leray, A. Gati and J. Wiart (2014). On the human exposure to radio frequency radiations expected from future small connected objects. 2014 IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps).
- Plets, D., W. Joseph, S. Aerts, K. Vanhecke, G. Vermeeren and L. Martens (2014b). "Prediction and comparison of downlink electric-field and uplink localised SAR values for realistic indoor wireless planning." *Radiat Prot Dosimetry* **162**(4): 487-498.
- Plets, D., W. Joseph, S. Aerts, G. Vermeeren, N. Varsier, J. Wiart and L. Martens (2015b). "Assessment of contribution of other users to own total whole-body RF absorption in train environment." *Bioelectromagnetics* **36**(8): 597-602.
- Plets, D., W. Joseph, K. Vanhecke, G. Vermeeren, S. Aerts, M. Deruyck and L. Martens (2014a). Whole-body and localized SAR and dose prediction tool for indoor wireless network deployments. 2014 11th International Symposium on Wireless Communications Systems (ISWCS).
- Plets, D., W. Joseph, K. Vanhecke, G. Vermeeren, J. Wiart, S. Aerts, N. Varsier and L. Martens (2015a). "Joint minimization of uplink and downlink whole-body exposure dose in indoor wireless networks." *Biomed Res Int* **2015**: 943415.
- Popović, M., M. Koprivica, S. Nikšić, J. Milinković and A. Nešković (2014). Methodology for the comparison of cellular technologies and services with respect to EMF exposure. 2014 22nd Telecommunications Forum Telfor (TELFOR).
- Popović, M., M. Tesanovic and B. Radier (2014). Strategies for reducing the global EMF exposure: Cellular operators perspective. 2014 11th International Symposium on Wireless Communications Systems (ISWCS).
- Rafati, A., S. Rahimi, A. Talebi, A. Soleimani, M. Haghani and S. M. Mortazavi (2015). "Exposure to Radiofrequency Radiation Emitted from Common Mobile Phone Jammers Alters the Pattern of Muscle Contractions: an Animal Model Study." *J Biomed Phys Eng* **5**(3): 133-142.
- Ragbetli, M. C., A. Aydinlioglu, N. Koyun, C. Ragbetli, S. Bektas and S. Ozdemir (2010). "The effect of mobile phone on the number of Purkinje cells: a stereological study." *Int J Radiat Biol* **86**(7): 548-554.
- Ragbetli, M. C., A. Aydinlioglu, N. Koyun, C. Ragbetli and M. Karayel (2009). "Effect of prenatal exposure to mobile phone on pyramidal cell numbers in the mouse hippocampus: a stereological study." *Int J Neurosci* **119**(7): 1031-1041.



- Ragy, M. M. (2015). "Effect of exposure and withdrawal of 900-MHz-electromagnetic waves on brain, kidney and liver oxidative stress and some biochemical parameters in male rats." *Electromagn Biol Med* **34**(4): 279-284.
- Redmayne, M. (2013). "New Zealand adolescents' cellphone and cordless phone user-habits: are they at increased risk of brain tumours already? A cross-sectional study." *Environ Health* **12**: 5.
- Redmayne, M., E. Smith and M. J. Abramson (2013). "The relationship between adolescents' well-being and their wireless phone use: a cross-sectional study." *Environ Health* **12**: 90.
- Regel, S. J., S. Negovetic, M. Roosli, V. Berdinis, J. Schuderer, A. Huss, U. Lott, N. Kuster and P. Achermann (2006). "UMTS base station-like exposure, well-being, and cognitive performance." *Environ Health Perspect* **114**(8): 1270-1275.
- Roser, K., A. Schoeni, A. Bürgi and M. Röösli (2015). "Development of an RF-EMF Exposure Surrogate for Epidemiologic Research." *Int J Environ Res Public Health* **12**(5): 5634-5656.
- Rubin, G. J., A. J. Cleare and S. Wessely (2012). "Letter to the editor: electromagnetic hypersensitivity." *Int J Neurosci* **122**(7): 401; author reply 402-403; discussion 404.
- Rubin, G. J., A. J. Cleare and S. Wessely (2012). "Right to reply: correspondence about electromagnetic hypersensitivity." *International Journal of Neuroscience* **122**(7): 404-404.
- Rubin, G. J., R. Nieto-Hernandez and S. Wessely (2010). "Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (formerly 'electromagnetic hypersensitivity'): An updated systematic review of provocation studies." *Bioelectromagnetics* **31**(1): 1-11.
- Sadetzki, S., C. E. Langer, R. Bruchim, M. Kundt, F. Merletti, R. Vermeulen, H. Kromhout, A. K. Lee, M. Maslanyj, M. R. Sim, M. Taki, J. Wiart, B. Armstrong, E. Milne, G. Benke, R. Schattner, H. P. Hutter, A. Woehrer, D. Krewski, C. Mohipp, F. Momoli, P. Ritvo, J. Spinelli, B. Lacour, D. Delmas, T. Remen, K. Radon, T. Weinmann, S. Klostermann, S. Heinrich, E. Petridou, E. Bouka, P. Panagopoulou, R. Dikshit, R. Nagrani, H. Even-Nir, A. Chetrit, M. Maule, E. Migliore, G. Filippini, L. Miligi, S. Mattioli, N. Yamaguchi, N. Kojimahara, M. Ha, K. H. Choi, A. Mannetje, A. Eng, A. Woodward, G. Carretero, J. Alguacil, N. Aragones, M. M. Suare-Varela, G. Goedhart, A. A. Schouten-van Meeteren, A. A. Reedijk and E. Cardis (2014). "The MOBI-Kids Study Protocol: Challenges in Assessing Childhood and Adolescent Exposure to Electromagnetic Fields from Wireless Telecommunication Technologies and Possible Association with Brain Tumor Risk." *Front Public Health* **2**: 124.
- Sahin, A., A. Aslan, O. Bas, A. Ikinci, C. Ozyilmaz, O. F. Sonmez, S. Colakoglu and E. Odaci (2015). "Deleterious impacts of a 900-MHz electromagnetic field on hippocampal pyramidal neurons of 8-week-old Sprague Dawley male rats." *Brain Res* **1624**: 232-238.
- Saikhedkar, N., M. Bhatnagar, A. Jain, P. Sukhwal, C. Sharma and N. Jaiswal (2014). "Effects of mobile phone radiation (900 MHz radiofrequency) on structure and functions of rat brain." *Neurol Res* **36**(12): 1072-1079.
- Salama, N., T. Kishimoto, H. O. Kanayama and S. Kagawa (2009). "The mobile phone decreases fructose but not citrate in rabbit semen: a longitudinal study." *Syst Biol Reprod Med* **55**(5-6): 181-187.
- Salunke, B. P., S. N. Umathe and J. G. Chavan (2015). "Behavioral in-effectiveness of high frequency electromagnetic field in mice." *Physiol Behav* **140**: 32-37.
- Sambo, Y. A., F. Héliot and M. A. Imran (2015). "A Survey and Tutorial of Electromagnetic Radiation and Reduction in Mobile Communication Systems." *IEEE Communications Surveys & Tutorials* **17**(2): 790-802.
- Saravi, F. D. (2011). "Asymmetries in hip mineralization in mobile cellular phone users." *J Craniofac Surg* **22**(2): 706-710.
- Sarrebourg, T., L. R. d. Lope, A. Hadjem, L. F. Diez, S. M. Anwar, R. Agüero, Y. Toulain and J. Wian (2014). Towards EMF exposure assessment over real cellular networks: An experimental study based on complementary tools. 2014 11th International Symposium on Wireless Communications Systems (ISWCS).
- Sato, Y., S. Akiba, O. Kubo and N. Yamaguchi (2011). "A case-case study of mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan." *Bioelectromagnetics* **32**(2): 85-93.
- SCENIHR (2015). Potential Health Effects of Exposure to Electromagnetic Fields (EMF). Brussels, European Commission, DG Health and Food Safety, Unit C2.



- Schmid, G. and N. Kuster (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.
- Schoemaker, M. J. and A. J. Swerdlow (2009). "Risk of pituitary tumors in cellular phone users: a case-control study." *Epidemiology* **20**(3): 348-354.
- Seawind (2013). "Sound Exposure & Risk Assessment of Wireless Network Devices (SEAWIND). FP7-ENV-2009-1 Final Summary Report." Research Report: 1-44.
- Seckin, E., F. Suren Basar, S. Atmaca, F. F. Kaymaz, A. Suzer, A. Akar, E. Sunan and M. Koyuncu (2014). "The effect of radiofrequency radiation generated by a Global System for Mobile Communications source on cochlear development in a rat model." *J Laryngol Otol* **128**(5): 400-405.
- Sefidbakht, Y., A. A. Moosavi-Movahedi, S. Hosseinkhani, F. Khodagholi, M. Torkzadeh-Mahani, F. Foolad and R. Faraji-Dana (2014). "Effects of 940 MHz EMF on bioluminescence and oxidative response of stable luciferase producing HEK cells." *Photochem Photobiol Sci* **13**(7): 1082-1092.
- Sehitoglu, I., L. Tumkaya, Y. Kalkan, R. Bedir, M. C. Cure, O. U. Zorba, E. Cure and S. Yuce (2015). "Biochemical and histopathological effects on the rat testis after exposure to electromagnetic field during fetal period." *Arch Esp Urol* **68**(6): 562-568.
- Şekeroğlu, V., A. Akar and Z. A. Şekeroğlu (2012). "Cytotoxic and genotoxic effects of high-frequency electromagnetic fields (GSM 1800MHz) on immature and mature rats." *Ecotoxicology and environmental safety* **80**: 140-144.
- Sekijima, M., H. Takeda, K. Yasunaga, N. Sakuma, H. Hirose, T. Nojima and J. Miyakoshi (2010). "2-GHz band CW and W-CDMA modulated radiofrequency fields have no significant effect on cell proliferation and gene expression profile in human cells." *J Radiat Res* **51**(3): 277-284.
- Sevi, E. C., P. S. Kumar and Y. Mariam (2014). "Assessment of auditory evoked potential in long-term mobile phone users." *Indian J Physiol Pharmacol* **58**(4): 437-440.
- Seyednour, R. and V. Chekaniazar (2011). "Effects of Exposure to Cellular Phones 950 MHZ Electromagnetic Fields on Progesterone, Cortisol and Glucose Level in Female Hamsters (*Mesocricetus auratus*)."*Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* **6**(11): 1084-1088.
- Shah, S. G. and A. Farrow (2014). "Systematic literature review of adverse reproductive outcomes associated with physiotherapists' occupational exposures to non-ionising radiation." *J Occup Health* **56**(5): 323-331.
- Shahbazi-Gahruei, D., M. Karbalae, H. A. Moradi and M. Baradaran-Ghahfarokhi (2014). "Health effects of living near mobile phone base transceiver station (BTS) antennae: a report from Isfahan, Iran." *Electromagn Biol Med* **33**(3): 206-210.
- Shahin, S., V. Mishra, S. P. Singh and C. M. Chaturvedi (2014). "2.45-GHz microwave irradiation adversely affects reproductive function in male mouse, *Mus musculus* by inducing oxidative and nitrosative stress." *Free Radic Res* **48**(5): 511-525.
- Shahin, S., V. P. Singh, R. K. Shukla, A. Dhawan, R. K. Gangwar, S. P. Singh and C. M. Chaturvedi (2013). "2.45 GHz microwave irradiation-induced oxidative stress affects implantation or pregnancy in mice, *Mus musculus*." *Applied biochemistry and biotechnology* **169**(5): 1727-1751.
- Shirai, T., N. Imai, J. Wang, S. Takahashi, M. Kawabe, K. Wake, H. Kawai, S. Watanabe, F. Furukawa and O. Fujiwara (2014). "Multigenerational effects of whole body exposure to 2.14 GHz W-CDMA cellular phone signals on brain function in rats." *Bioelectromagnetics* **35**(7): 497-511.
- Shivashankara, A. R., J. Joy, V. Sunitha, M. P. Rai, S. Rao, S. Nambranathayil and M. S. Baliga (2015). "Effect of cell phone use on salivary total protein, enzymes and oxidative stress markers in young adults: a pilot study." *J Clin Diagn Res* **9**(2): Bc19-22.
- Shokri, S., A. Soltani, M. Kazemi, D. Sardari and F. B. Mofrad (2015). "Effects of Wi-Fi (2.45 GHz) Exposure on Apoptosis, Sperm Parameters and Testicular Histomorphometry in Rats: A Time Course Study." *Cell J* **17**(2): 322-331.
- Sienkiewicz, Z., J. Schüz, A. H. Poulsen and E. Cardis (2012). "European Health Risk Assessment Network on Electromagnetic Fields Exposure (EFHRAN): D 2 - Report - risk analysis of human exposure to electromagnetic fields. (revised)." *European Commission*: 1-28.
- Sieron-Stolny, K., L. Teister, G. Cieslar, D. Sieron, Z. Sliwinski, M. Kucharzewski and A. Sieron (2015). "The influence of electromagnetic radiation generated by a mobile phone on the skeletal system of rats." *Biomed Res Int* **2015**: 896019.

- Simko, M., D. Remondini, O. Zeni and M. R. Scarfi (2016). "Quality Matters: Systematic Analysis of Endpoints Related to "Cellular Life" in Vitro Data of Radiofrequency Electromagnetic Field Exposure." *Int J Environ Res Public Health* **13**(7).
- Singh, H. P., V. P. Sharma, D. R. Batish and R. K. Kohli (2012). "Cell phone electromagnetic field radiations affect rhizogenesis through impairment of biochemical processes." *Environmental monitoring and assessment* **184**(4): 1813-1821.
- Sinha, R. K. (2008). "Chronic non-thermal exposure of modulated 2450 MHz microwave radiation alters thyroid hormones and behavior of male rats." *International journal of radiation biology* **84**(6): 505-513.
- Sirav, B. and N. Seyhan (2011). "Effects of radiofrequency radiation exposure on blood-brain barrier permeability in male and female rats." *Electromagn Biol Med* **30**(4): 253-260.
- Slottje, P., I. van Moorselaar, R. van Strien, R. Vermeulen, H. Kromhout and A. Huss (2017). "Electromagnetic hypersensitivity (EHS) in occupational and primary health care: A nation-wide survey among general practitioners, occupational physicians and hygienists in the Netherlands." *Int J Hyg Environ Health* **220**(2 Pt B): 395-400.
- Soubere Mahamoud, Y., M. Aite, C. Martin, M. Zhadobov, R. Sauleau, Y. Le Drean and D. Habauzit (2016). "Additive Effects of Millimeter Waves and 2-Deoxyglucose Co-Exposure on the Human Keratinocyte Transcriptome." *PLoS One* **11**(8): e0160810.
- SSK (2011). Biologische Auswirkungen des Mobilfunks, Gesamtschau. Bonn, Strahlenschutzkommission.
- SSK (2011). Vergleichende Bewertung der Evidenz von Krebsrisiken durch elektromagnetische Felder und Strahlungen. Bonn, SSK.
- SSM (2016). Recent Research on EMF and Health Risk - Eleventh report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields, 2016. Stockholm, Swedish Radiation Safety Authority: 112.
- Sudan, M., L. Kheifets, O. Arah, J. Olsen and L. Zeltzer (2012). "Prenatal and Postnatal Cell Phone Exposures and Headaches in Children." *Open Pediatr Med Journal* **6**(2012): 46-52.
- Sudan, M., L. Kheifets, O. A. Arah and J. Olsen (2013). "Cell phone exposures and hearing loss in children in the Danish National Birth Cohort." *Paediatr Perinat Epidemiol* **27**(3): 247-257.
- Sudan, M., L. Kheifets, O. A. Arah and J. Olsen (2013). "On the association of cell phone exposure with childhood behaviour." *J Epidemiol Community Health* **67**(11): 979.
- Sun, J. W., X. R. Li, H. Y. Gao, J. Y. Yin, Q. Qin, S. F. Nie and S. Wei (2013). "Electromagnetic field exposure and male breast cancer risk: a meta-analysis of 18 studies." *Asian Pac J Cancer Prev* **14**(1): 523-528.
- Suresh, S., C. Sabanayagam, S. Kalidindi and A. Shankar (2011). "Cell-phone use and self-reported hypertension: national health interview survey 2008." *Int J Hypertens* **2011**: 360415.
- Swerdlow, A. J., M. Feychtig, A. C. Green, L. K. Leeka Kheifets and D. A. Savitz (2011). "Mobile phones, brain tumors, and the interphone study: where are we now?" *Environ Health Perspect* **119**(11): 1534-1538.
- Takahashi, S., N. Imai, K. Nabae, K. Wake, H. Kawai, J. Wang, S. Watanabe, M. Kawabe, O. Fujiwara, K. Ogawa, S. Tamano and T. Shirai (2010). "Lack of adverse effects of whole-body exposure to a mobile telecommunication electromagnetic field on the rat fetus." *Radiat Res* **173**(3): 362-372.
- Takebayashi, T., N. Varsier, Y. Kikuchi, K. Wake, M. Taki, S. Watanabe, S. Akiba and N. Yamaguchi (2008). "Mobile phone use, exposure to radiofrequency electromagnetic field, and brain tumour: a case-control study." *Br J Cancer* **98**(3): 652-659.
- Tang, J., Y. Zhang, L. Yang, Q. Chen, L. Tan, S. Zuo, H. Feng, Z. Chen and G. Zhu (2015). "Exposure to 900 MHz electromagnetic fields activates the mkp-1/ERK pathway and causes blood-brain barrier damage and cognitive impairment in rats." *Brain Res* **1601**: 92-101.
- Tas, M., S. Dasdag, M. Z. Akdag, U. Cirit, K. Yegin, U. Seker, M. F. Ozmen and L. B. Eren (2014). "Long-term effects of 900 MHz radiofrequency radiation emitted from mobile phone on testicular tissue and epididymal semen quality." *Electromagn Biol Med* **33**(3): 216-222.
- Technopolis (2015). Programme evaluation Electromagnetic Fields & Health (EMF&H). Amsterdam, Technopolis Group.
- Tell, R. A., R. Kavet and G. Mezei (2013). "Characterization of radiofrequency field emissions from



- smart meters." *J Expo Sci Environ Epidemiol* **23**(5): 549-553.
- Tell, R. A., G. G. Sias, A. Vazquez, J. Sahl, J. P. Turman, R. I. Kavet and G. Mezei (2012). "Radiofrequency fields associated with the Itron smart meter." *Radiat Prot Dosimetry* **151**(1): 17-29.
- Tesanovic, M., E. Conil, A. D. Domenico, R. Aguero, F. Freudenstein, L. M. Correia, S. Bories, L. Martens, P. M. Wiedemann and J. Wiart (2014). "The LEXNET Project: Wireless Networks and EMF: Paving the Way for Low-EMF Networks of the Future." *IEEE Vehicular Technology Magazine* **9**(2): 20-28.
- Thomas, S., G. Benke, C. Dimitriadis, I. Inyang, M. R. Sim, R. Wolfe, R. J. Croft and M. J. Abramson (2010). "Use of mobile phones and changes in cognitive function in adolescents." *Occup Environ Med* **67**(12): 861-866.
- Tillmann, T., H. Ernst, J. Streckert, Y. Zhou, F. Taugner, V. Hansen and C. Dasenbrock (2010). "Indication of cocarcinogenic potential of chronic UMTS-modulated radiofrequency exposure in an ethylnitrosourea mouse model." *International Journal of Radiation Biology* **86**(7): 529-541.
- Trosic, I., I. Pavicic, S. Milkovic-Kraus, M. Mladinic and D. Zeljezic (2011). "Effect of electromagnetic radiofrequency radiation on the rats' brain, liver and kidney cells measured by comet assay." *Coll Antropol* **35**(4): 1259-1264.
- Tseng, M. C., Y. P. Lin, F. C. Hu and T. J. Cheng (2013). "Risks perception of electromagnetic fields in Taiwan: the influence of psychopathology and the degree of sensitivity to electromagnetic fields." *Risk Anal* **33**(11): 2002-2012.
- Tumkaya, L., Y. Kalkan, O. Bas and A. Yilmaz (2016). "Mobile phone radiation during pubertal development has no effect on testicular histology in rats." *Toxicol Ind Health* **32**(2): 328-336.
- Umur, A. S., C. Yaldiz, A. Bursali, N. Umur, B. Kara, M. Barutcuoglu, S. Vatansever, D. Selcuki and M. Selcuki (2013). "Evaluation of the effects of mobile phones on the neural tube development of chick embryos." *Turkish neurosurgery* **23**(6): 742-752.
- Urbinello, D., A. Huss, J. Beekhuizen, R. Vermeulen and M. Röösli (2014). "Use of portable exposure meters for comparing mobile phone base station radiation in different types of areas in the cities of Basel and Amsterdam." *Science of The Total Environment* **468**: 1028-1033.
- van Moorselaar, I., P. Slottje, P. Heller, R. van Strien, H. Kromhout, M. Murbach, N. Kuster, R. Vermeulen and A. Huss (2017). "Effects of personalised exposure on self-rated electromagnetic hypersensitivity and sensibility - A double-blind randomised controlled trial." *Environ Int* **99**: 255-262.
- van Wel, L., A. Huss, P. Bachmann, M. Zahner, H. Kromhout, J. Frohlich and R. Vermeulen (2017). "Context-sensitive ecological momentary assessments; integrating real-time exposure measurements, data-analytics and health assessment using a smartphone application." *Environ Int* **103**: 8-12.
- van Wel, L., R. Vermeulen, M. van Eijnsden, T. Vrijkotte, H. Kromhout and A. Huss (2017). "Radiofrequency exposure levels in Amsterdam schools." *Bioelectromagnetics* **38**(5): 397-400.
- Vanderwaal, R. P., B. Cha, E. G. Moros and J. L. Roti Roti (2006). "HSP27 phosphorylation increases after 45 degrees C or 41 degrees C heat shocks but not after non-thermal TDMA or GSM exposures." *Int J Hyperthermia* **22**(6): 507-519.
- Varsier, N., D. Plets, Y. Corre, G. Vermeeren, W. Joseph, S. Aerts, L. Martens and J. Wiart (2015). "A novel method to assess human population exposure induced by a wireless cellular network." *Bioelectromagnetics* **36**(6): 451-463.
- Vecchio, F., P. Buffo, S. Sergio, D. Iacoviello, P. M. Rossini and C. Babiloni (2012). "Mobile phone emission modulates event-related desynchronization of alpha rhythms and cognitive-motor performance in healthy humans." *Clinical Neurophysiology* **123**(1): 121-128.
- Vermeeren, G., I. Markakis, F. Goeminne, T. Samaras, L. Martens and W. Joseph (2013). "Spatial and temporal RF electromagnetic field exposure of children and adults in indoor micro environments in Belgium and Greece." *Progress in Biophysics and Molecular Biology* **113**(2): 254-263.
- Viel, J. F., E. Cardis, M. Moissonnier, R. de Seze and M. Hours (2009). "Radiofrequency exposure in the French general population: band, time, location and activity variability." *Environ Int* **35**(8): 1150-1154.
- Viel, J. F., S. Clerc, C. Barrera, R. Rymzhanova, M. Moissonnier, M. Hours and E. Cardis (2009). "Residential exposure to radiofrequency fields from mobile phone base stations, and broadcast



- transmitters: a population-based survey with personal meter." *Occup Environ Med* **66**(8): 550-556.
- Viel, J. F., M. Tiv, M. Moissonnier, E. Cardis and M. Hours (2011). "Variability of radiofrequency exposure across days of the week: A population-based study." *Environmental Research* **111**(4): 510-513.
- Vijayalaxmi and T. J. Prihoda (2012). "Genetic damage in human cells exposed to non-ionizing radiofrequency fields: a meta-analysis of the data from 88 publications (1990-2011)." *Mutat Res* **749**(1-2): 1-16.
- Vijayalaxmi, A. B. Reddy, R. J. McKenzie, R. L. McIntosh, T. J. Prihoda and A. W. Wood (2013). "Incidence of micronuclei in human peripheral blood lymphocytes exposed to modulated and unmodulated 2450 MHz radiofrequency fields." *Bioelectromagnetics* **34**(7): 542-548.
- Vojislavljevic, V., E. Pirogova and I. Cosic (2011). "Low intensity microwave radiation as modulator of the L-lactate dehydrogenase activity." *Medical & biological engineering & computing* **49**(7): 793-799.
- Volkow, N. D., D. Tomasi, G. J. Wang, P. Vaska, J. S. Fowler, F. Telang, D. Alexoff, J. Logan and C. Wong (2011). "Effects of cell phone radiofrequency signal exposure on brain glucose metabolism." *Jama* **305**(8): 808-813.
- Wang, F., G. M. Chang, Q. Yu and X. Geng (2015). "The neuroprotection of repetitive transcranial magnetic stimulation pre-treatment in vascular dementia rats." *J Mol Neurosci* **56**(1): 198-204.
- Wang, X., C. Liu, Q. Ma, W. Feng, L. Yang, Y. Lu, Z. Zhou, Z. Yu, W. Li and L. Zhang (2015). "8-oxoG DNA glycosylase-1 inhibition sensitizes Neuro-2a cells to oxidative DNA base damage induced by 900 MHz radiofrequency electromagnetic radiation." *Cell Physiol Biochem* **37**(3): 1075-1088.
- Wang, Z., Y. Fei, H. Liu, S. Zheng, Z. Ding, W. Jin, Y. Pan, Z. Chen, L. Wang, G. Chen, Z. Xu, Y. Zhu and Y. Yu (2016). "Effects of electromagnetic fields exposure on plasma hormonal and inflammatory pathway biomarkers in male workers of a power plant." *Int Arch Occup Environ Health* **89**(1): 33-42.
- WHO (2007). Extremely low frequency fields. Geneva, WHO
- Wiart, J., E. Conil, N. Varsier, T. Sarrebourse, A. Hadjem, L. Martens, G. Wermeeren and Y. Corre (2014). Low-EMF future networks: The LEXNET EU project. *IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC), 2014*, IEEE: 635-637.
- Woelders, H., A. de Wit, A. Lourens, N. Stockhofe, B. Engel, I. Hulsegege, D. Schokker, P. van Heijningen, S. Vossen, D. Bekers and P. Zwamborn (2017). "Study of potential health effects of electromagnetic fields of telephony and Wi-Fi, using chicken embryo development as animal model." *Bioelectromagnetics* **38**(3): 186-203.
- Wyde, M., M. Cesta, C. Blystone, S. Elmore, P. Foster, M. Hooth, G. Kissling, D. Malarkey, R. Sills, M. Stout, N. Walker, K. Witt, M. Wolfe and J. Bucher (2016). "Report of Partial findings from the National Toxicology Program Carcinogenesis Studies of Cell Phone Radiofrequency Radiation in Hsd: Sprague Dawley® SD rats (Whole Body Exposure)." *bioRxiv*.
- Xiong, L., C. F. Sun, J. Zhang, Y. B. Gao, L. F. Wang, H. Y. Zuo, S. M. Wang, H. M. Zhou, X. P. Xu, J. Dong, B. W. Yao, L. Zhao and R. Y. Peng (2015). "Microwave exposure impairs synaptic plasticity in the rat hippocampus and PC12 cells through over-activation of the NMDA receptor signaling pathway." *Biomed Environ Sci* **28**(1): 13-24.
- Xu, S., G. Chen, C. Chen, C. Sun, D. Zhang, M. Murbach, N. Kuster, Q. Zeng and Z. Xu (2013). "Cell type-dependent induction of DNA damage by 1800 MHz radiofrequency electromagnetic fields does not result in significant cellular dysfunctions." *PLoS One* **8**(1): e54906.
- Xu, S., Z. Zhou, L. Zhang, Z. Yu, W. Zhang, Y. Wang, X. Wang, M. Li, Y. Chen, C. Chen, M. He, G. Zhang and M. Zhong (2010). "Exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation induces oxidative damage to mitochondrial DNA in primary cultured neurons." *Brain Res* **1311**: 189-196.
- Yang, L., D. Hao, M. Wang, Y. Zeng, S. Wu and Y. Zeng (2012). "Cellular neoplastic transformation induced by 916 MHz microwave radiation." *Cell Mol Neurobiol* **32**(6): 1039-1046.
- Yilmaz, A., N. Yilmaz, Y. Serarslan, M. Aras, M. Altas, T. Ozgur and F. Sefil (2014). "The effects of mobile phones on apoptosis in cerebral tissue: an experimental study on rats." *Eur Rev Med Pharmacol Sci* **18**(7): 992-1000.
- Zarei, S., S. M. Mortazavi, A. R. Mehdizadeh, M. Jalalipour, S. Borzou, S. Taeb, M. Haghani, S. A. Mortazavi, M. B. Shojaei-Fard, S. Nematollahi, N. Alighanbari and S. Jarideh (2015). "A

- Challenging Issue in the Etiology of Speech Problems: The Effect of Maternal Exposure to Electromagnetic Fields on Speech Problems in the Offspring.*" *J Biomed Phys Eng* **5**(3): 151-154.
- Zhadobov, M., S. I. Alekseev, R. Sauleau, Y. Le Page, Y. Le Drean and E. E. Fesenko (2017). "Microscale temperature and SAR measurements in cell monolayer models exposed to millimeter waves." *Bioelectromagnetics* **38**(1): 11-21.
- Zhadobov, M., R. Augustine, R. Sauleau, S. Alekseev, A. Di Paola, C. Le Quement, Y. S. Mahamoud and Y. Le Drean (2012). "Complex permittivity of representative biological solutions in the 2-67 GHz range." *Bioelectromagnetics* **33**(4): 346-355.
- Zhadobov, M., R. Sauleau, R. Augustine, C. Le Quement, Y. Le Drean and D. Thouroude (2012). "Near-field dosimetry for in vitro exposure of human cells at 60 GHz." *Bioelectromagnetics* **33**(1): 55-64.
- Zhang, Y., Z. Li, Y. Gao and C. Zhang (2015). "Effects of fetal microwave radiation exposure on offspring behavior in mice." *J Radiat Res* **56**(2): 261-268.
- Zhang, Y., K. Yao, Y. Yu, S. Ni, L. Zhang, W. Wang and K. Lai (2013). "Effects of 1.8 GHz radiofrequency radiation on protein expression in human lens epithelial cells." *Hum Exp Toxicol* **32**(8): 797-806.
- Zheng, F., P. Gao, M. He, M. Li, J. Tan, D. Chen, Z. Zhou, Z. Yu and L. Zhang (2015). "Association between mobile phone use and self-reported well-being in children: a questionnaire-based cross-sectional study in Chongqing, China." *BMJ open* **5**(5): e007302.
- Zheng, F., P. Gao, M. He, M. Li, C. Wang, Q. Zeng, Z. Zhou, Z. Yu and L. Zhang (2014). "Association between mobile phone use and inattention in 7102 Chinese adolescents: a population-based cross-sectional study." *BMC Public Health* **14**: 1022.
- Zhijian, C., L. Xiaoxue, Z. Wei, L. Yezhen, L. Jianlin, L. Deqiang, C. Shijie, J. Lifen and H. Jiliang (2013). "Studying the protein expression in human B lymphoblastoid cells exposed to 1.8-GHz (GSM) radiofrequency radiation (RFR) with protein microarray." *Biochem Biophys Res Commun* **433**(1): 36-39.
- Zhijian, C., L. Xiaoxue, L. Yezhen, L. Deqiang, C. Shijie, J. Lifen, L. Jianlin and H. Jiliang (2009). "Influence of 1.8-GHz (GSM) radiofrequency radiation (RFR) on DNA damage and repair induced by X-rays in human leukocytes in vitro." *Mutat Res* **677**(1-2): 100-104.
- Zhijian, C., L. Xiaoxue, L. Yezhen, C. Shijie, J. Lifen, L. Jianlin, L. Deqiang and H. Jiliang (2010). "Impact of 1.8-GHz radiofrequency radiation (RFR) on DNA damage and repair induced by doxorubicin in human B-cell lymphoblastoid cells." *Mutat Res* **695**(1-2): 16-21.
- Zhou, L. Y., H. X. Zhang, Y. L. Lan, Y. Li, Y. Liang, L. Yu, Y. M. Ma, C. W. Jia and S. Y. Wang (2017). "Epidemiological investigation of risk factors of the pregnant women with early spontaneous abortion in Beijing." *Chin J Integr Med* **23**(5): 345-349.
- Zhu, W., W. Zhang, H. Wang, J. Xu, Y. Li and S. Lv (2014). "Apoptosis induced by microwave radiation in pancreatic cancer JF305 cells." *Can J Physiol Pharmacol* **92**(4): 324-329.
- Zilberlicht, A., Z. Wiener-Magnazi, Y. Sheinfeld, B. Grach, S. Lahav-Baratz and M. Dirnfeld (2015). "Habits of cell phone usage and sperm quality - does it warrant attention?" *Reprod Biomed Online* **31**(3): 421-426.
- Zong, C., Y. Ji, Q. He, S. Zhu, F. Qin, J. Tong and Y. Cao (2015). "Adaptive response in mice exposed to 900 MHZ radiofrequency fields: bleomycin-induced DNA and oxidative damage/repair." *Int J Radiat Biol* **91**(3): 270-276.
- Zuo, H., T. Lin, D. Wang, R. Peng, S. Wang, Y. Gao, X. Xu, Y. Li, S. Wang, L. Zhao, L. Wang and H. Zhou (2014). "Neural cell apoptosis induced by microwave exposure through mitochondria-dependent caspase-3 pathway." *Int J Med Sci* **11**(5): 426-435.
- Zuo, H., T. Lin, D. Wang, R. Peng, S. Wang, Y. Gao, X. Xu, L. Zhao, S. Wang and Z. Su (2015). "RKIP Regulates Neural Cell Apoptosis Induced by Exposure to Microwave Radiation Partly Through the MEK/ERK/CREB Pathway." *Mol Neurobiol* **51**(3): 1520-1529.