

studien

WESHALB GRENZWERTE NICHT SCHÜTZEN

Wissenschaft bestätigt Mobilfunk-Schäden

Die offizielle Behauptung, es gäbe keine relevanten biologischen Effekte unterhalb der Grenzwerte, kann als wissenschaftliche Falschinformation angesehen werden. Denn mit dieser Auflistung wird übersichtlich dargestellt, wie umfangreich die Studienlage in Bezug auf gesundheitsschädliche Effekte hochfrequenter Strahlung unterhalb der angeblich schützenden Grenzwerte ist.

Die Studienliste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und befindet sich im kontinuierlichen Ausbau. Die aktuellste Fassung, weitere Erklärungen, sowie Literatur mit industrieunabhängigen Studienzusammenfassungen finden Sie unter: <http://www.mobilfunkstudien.org>

Studien zu Schäden hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung unterhalb von Grenzwerten					
Elektrische Leistungsdichte $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Spezifische Absorptionsrate SAR, W/kg	Biologischer Effekt Frequenz in MHz	Forscher	Jahr	Ref
Grenzwert:	Richtwert:				
4.500.000	2				
		Gentoxizität			
	0,05	UMTS: Strahlung kann genetische Veränderungen in einigen, aber nicht in allen menschlichen Zellen in vitro verursachen.	Schwarz	2008	1
		MetaAnalyse: 49 von 101 Studien kommen zum Ergebnis, dass das Erbgut bestrahlter Zellen sich in mehr als einer Weise verändern kann	Rüdiger	2009	2
	0,4 1,0	900 GSM: Verminderung der Aktivität von Genen, die an zellulärer Stressantwort, neuronaler Differenzierung oder Apoptose (kontrollierte Elimination geschädigter Zellen) beteiligt sind.	Galloni	2009	3
	0,037	UMTS: Mikrowellen hemmen DNA-Reparatur in menschlichen Lymphozyten. UMTS führt wahrscheinlich zu größeren Gesundheitsrisiken als GSM	Belyaev	2009	4
	Ø 2	1800 GSM verursacht oxydative Schäden an der DNA von Nervenzellen in vitro. Diese Befunde könnten die schädigende Wirkung von Strahlung auf das Gehirn erklären.	Xu	2009	5
	1	900 GSM vermindert die Zellreifung neuronaler Zellen in Kultur aufgrund der veränderten Aktivität von regulatorischen Genen.	Del Vecchio	2009	30
	2	1800 GSM führt zu temporärer DNA-Fragmentierung bei humanen Trophoblasten in vitro.	Franzellitti	2010	32
	1,2 2	1800 GSM führt zu DNA-Fragmentation in Humanfibroblasten und Granulosazellen der Ratte. Dieser Effekt ist nicht durch thermische Wirkung erklärbar.	Diem	2005	34

	1 2	1800 GSM induziert Sauerstoffradikale in humanen epithelialen Zellkulturen der Augenlinse, die zu DNA-Einzelstrangbrüchen führen. Elektromagnetisches Rauschen blockiert DNA Brüche.	Yao	2008	43
2.387.000		915 GSM induziert oxydative DNA-Schäden in Lymphozyten von Ratten. Bienengift hat einen protektiven Effekt.	Gajski	2009	56
265.000		Bei 900 PW Bestrahlung signifikante Zunahme der Oxidation und DNA-Brüche.	Campisi	2010	75
2.400.000		915 PW Bestrahlung führte zu DNA Schäden in Leukozyten.	Garaj-Vrhovac	2009	78
3.400.000		2.450 PW Bestrahlung kann zu signifikanten Gehirnschäden in Ratten führen, was ein Zeichen möglicher Tumorentwicklung sein kann.	Kesari	2010	80
	2	Hochfrequente elektromagnetische Felder (RF-EMF 1800 MHz) verändern die Genexpression in Neuronen der Ratte.	Zhao	2007	91
1.905.000	26,8	RF-EMF Exposition trächtiger Ratten führt zu genotoxischen Veränderungen beim Nachwuchs	Ferreira	2006	99
50.000.000		Hochfrequente EMF (5-10 mV/cm ² , 2 h/Tag, bis zu 30 Tagen) beeinflussen signifikant die Blutbildung und induzieren genotoxische Effekte	Busljeta	2004	103
	2	RF-EMF beeinflusst die Reparatur von DNA Schäden, ausgelöst durch das Zytostatikum Doxorubicin	Zhijian	2010	104
520.000		1800 MHz GSM führt bei Kaninchen zu oxidativen Veränderungen an der DNA und steigert die Lipidperoxidation	Guler	2010	105
50.000.000		1800 MHz RF-EMF verändert die Proliferationsrate menschlicher Lymphozyten in vitro und führt dosis- und zeitabhängig zu genotoxischen Veränderungen	Zotti-Martelli	2005	107
		Erhöhtes Tumor-Risiko			
		MetaAnalyse: Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen Mobiltelefon-Nutzung und einem erhöhten Risiko für Tumoren	Myung	2009	6
		MetaAnalyse: Kommerziell erhältliche Handys können Schäden an zellulärer DNA, an Spermien und an Nervenzellen, sowie bösartige Erkrankungen hervorrufen. Dieser Effekt beruht vermutlich auf der Bildung von Sauerstoffradikalen. Der biologische Effekt von UMTS-Strahlung ist größer als der von GSM.	Desai	2009	7
		MetaAnalyse: Erhöhtes Risiko für Gliome (Hirntumore) und Akusticus-Neurinome (Tumore des Hörnervs) nach Handynutzung ≥ 10 Jahren. Schlussfolgerung: Die gegenwärtigen Grenzwerte sind bei Langzeitnutzung nicht sicher.	Hardell	2009	8
10.400.000		900 GSM führt zu Nierenschäden bei Ratten über einen oxydativen Mechanismus.	Oktem	2005	9
	Handy	Erhöhtes Risiko von Ohrspeicheldrüsen-Tumoren bei intensiver Benutzung	Sadetzki	2008	39
	1,8; 0,9; 1,18	800,1.900 MHz: Schädigende Wirkung auf Gesichtsnerven von Ratten, die zu Tumore führen können	Yan	2009	66
	0,037; 0,039	GSM, UMTS: Stammzellen reagieren sehr sensitiv auf Mikrowellen und können wichtig sein zur Bewertung des Krebs-Risikos	Belyaev	2009	69
	Handy	Erhöhtes Krebsrisiko (Glioma) bei Handybenutzung über 10 Jahren	Schüz	2006	81
	Handy	Statistisch grenzwertiges Krebsrisiko (Glioma) auf der Seite des Kopfes, wo über 10 Jahre telefoniert wurde.	Lahkola	2007	82
	Handy	Risiko für Akustikusneurinome bei mehr als 10 Jahren Handybenutzung auf derselben Kopfseite	Schoemaker	2005	83
	Handy	Statistisch signifikant erhöhtes Risiko für alle untersuchten Hirntumoren, besonders für das Akusticus Neurinom, bei Handy Nutzung über längere Zeiträume	Hardell	2006	84

	Handy	Statistisch signifikant erhöhtes Risiko für mehrere Hirntumoren, besonders für das Astrozytom, bei Nutzern von Handys und Schurlos-Telefonen.	Hardell	2006	85
	Handy	RF-EMF führt zu einer Verstärkung der Induktion von Brustdrüsenkrebs durch DMBA bei der Ratte	Hruby	2008	108
		Schwächung des Immunsystems und Eingriff in zelluläre Prozesse			
700.000		GSM entfaltet seine biologische Wirkung über die Bildung von Sauerstoffradikalen, die dann über eine Aktivierung einer biologischen Kaskade zu veränderter Aktivierung von Genen und anderer zellulärer Prozesse führen.	Friedmann	2007	10
6.188.000		900, 1784 MHz: Einfluss auf das Funktionsvermögen der peripheren mononukleären Blutzellen durch Veränderung ihrer Adhäsionsfähigkeit. Möglicher Hinweis für die Schwächung des Immunsystems	Atasoy	2009	11
	∅ 0.12	935 CW führt zu vermindertem Wachstum von V79 Hamster-Fibroblasten in vitro, vermutlich durch die nachgewiesene Veränderung mikrotubulärer Strukturen in den Zellen.	Pavicic	2008	37
1.403.000		900 PW Felder verändern die Aktivierung wichtiger regulatorisch wirksamer Gene in humanen Neuroblastom-Zellen in vitro.	Buttiglione	2007	47
	2	900 CW Felder induzieren Apoptose in neuronalen Zellkulturen der Ratten.	Joubert	2008	48
	1,3	GSM führt zu einer Veränderung des Proteinmusters in menschlicher Haut.	Karinen	2008	49
10.400.000		900 PW Felder führen zu Veränderungen in der Gebärmutterschleimhaut von Ratten und zu Apoptose über die Bildung von Sauerstoffradikalen.	Oral	2006	28
	1, 2	900 MHz Felder können zu oxydativen Stress in Zellen von Hornhaut und Augenlinsen der Ratte führen.	Balci	2007	53
3.670.000		Basisstation mit 945 PW erzeugt oxidativen Stress	Yurekli	2006	79
	2	RF EMF induziert die Expression von Stress Proteinen in Augenlinsen vom Menschen	Yu	2008	90
	2 ∅	1817 GSM mit 217 Hz Pulsung verändert die Expression von Connexin, einer wichtigen Gruppe von Membranproteinen in Trophoblasten	Cervellati	2009	97
		Pathologische Veränderungen im Kopfbereich und speziell im Gehirn			
	0,00012 0,0012 0,012	900 GSM führt zu Veränderungen der Bluthirnschranke und zu Schäden an Hirnzellen bei der Ratte.	Eberhardt	2008	12
	0,12	900 GSM führt zu Veränderungen der Blut-Hirn-Schranke in Ratten (eingehende Literaturübersicht der bisherigen Publikationen zum Thema).	Nittby	2009	13
422.000		900, 1.800 CW: Erhöhte Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke bei männlichen Ratten nach 20 Minuten Bestrahlung	Sirav	2009	33
10.000.000		900 MHz Felder reduzieren signifikant die Gesamtzahl der Pyramidenzellen im Ammonshorn (Hippocampus) bei neugeborenen Ratten.	Bas	2009	27
350.000		1800 PW Felder führen zu hochsignifikanten Veränderungen spezieller Genkategorien im Cortex und Hippocampus und zeigen eine negative Beeinflussung der Zellmembran in Hirnzellen der Ratte.	Nittby	2008	35
10.000.000		900 CW Felder hemmen die Entwicklung bestimmter Regionen im Rattenhirn bei pränataler Anwendung.	Odaci	2008	36
	Handy	1800 GSM induziert Apoptose in primären Zellkulturen von	Zhao	2007	44

		Neuronen und Astrozyten in vitro. Dieser Effekt war besonders stark bei Neuronen.			
259.000 894.000		900 CW: Handy-Strahlung verursacht oxydativen Schaden im Gehirn, Behandlung mit Melatonin reduziert den Schaden	Sokolovic	2008	41
	Handy	Chronische Exposition über 18 Wochen induziert die Synthese von Proteinen, die üblicherweise Indikatoren für eine Zellschädigung sind.	Yan	2008	38
	Handy	900/1800 GSM reduziert bei Ratten das passive Vermeidungsverhalten.	Narayanan	2010	67
	0,034; 0,069; 0,27	2450 CW Felder ändern die regionale Verteilung von Hsp90 (heat shock protein, assoziiert mit zellularem Stress) im Hirn der Ratte.	Jorge-Mora	2010	65
701.000 2.297.000		900 GSM führt in Gliazellen des Rattenhirns zum Ansteigen der Indikatoren für oxydativen Stress und für Apoptose.	Dasdag	2009	70
	Handy	Langzeitbenutzung von Handys kann Schäden im inneren Ohr verursachen	Panda	2010	68
60		840 MHz: Kann zu veränderten Gehirnfunktionen bei der Ratte führen	Daniels	2009	71
10.000		Bei 2.450 CW Bestrahlung entstehen DNA Brüche in Gehimzellen von Ratten. Elektromagnetisches Rauschen reduziert diesen negativen Effekt	Lai	2005	76
	0,5	Ausgedehntes Handy-Telefonieren beeinflusst nicht nur die kortikale Aktivität, sondern auch die neurale Synchronisation der Gehirnhälften		2007	89
	0,95	890-915 GSM kann zu oxidativem Stress im Gehirn von Meerschweinchen führen	Meral	2007	93
	1 max	900 GSM verändert EEGs im Wach und Schlafzustand	Huber	2002	96
	0,74	RF-EMF vermindert regional die Hirndurchblutung beim Menschen	Aalto	2006	98
	Handy	Handy Nutzung von ca. 2 h /Tag über 4 Jahre vermindert statistisch signifikant das Hörvermögen	Oktay	2006	101
	0,25	RF-EMF induziert oxidative Prozesse im Rattenhirn. Dies kann durch Gingko Biloba unterdrückt werden	Ilhan	2004	106
		Eizellen- und Embryonen-Schädigungen			
	Handy	900 GSM induziert Veränderungen am Schädel skelett der Maus nach intrauteriner Bestrahlung.	Fragopoulou	2009	14
	Handy	Mobilfunk und Mikrowellen vermindern die Anzahl von Eizellen (Follikel) bei Ratten	Gul	2009	15
50.000 88.000		935 GSM: schwere Missbildungen, abgestorbene Föten, Todgeburten bei Ratten und Küken	Magras	2008	16
	Handy	Eine Korrelation wurde festgestellt zwischen der Dauer der Handyutzung und dem dadurch ausgelösten Anstieg der Anzahl mikronukleärer Zellen sowie der Gesamtzahl der Mikronuklei in den Wangenschleimhautzellen der Nutzer.	Yadav	2008	42
1.490.000 637.000		900, 1800 PW: Abnahme des Eierlegens bei der Tauf liege infolge Degeneration von Eikammern	Panagopoulos	2007	59
10.000 - 100.000		900 und 1800 MHz GSM führt dosisabhängig zu einer Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit bei der Tauf liege D. Melanogaster	Panagopoulos	2010	86
	Handy	Handys bewirken bei schwangeren Frauen eine signifikante Zunahme der fötalen und neonatalen Herzfrequenz und einen signifikanten Abfall der Herz-Leistung (Cardiac Output)	Rezk	2008	95
		Sperma Schädigung und männliche Unfruchtbarkeit			
1.000		Basisstation: Spermien-Kopf-Anomalien bei männlichen Mäusen	Otitoloju	2009	17
	1	1800 MHz Felder führen bei Humanspermien zur Verminderung von Beweglichkeit und Überleben sowie zur Anhäufung von Sauerstoffradikalen und zu DNA-Fragmentation.	De Iulius	2009	18

	Handy	900/1800 GSM induziert in Spermien der Ratte oxydativen Stress und führt zu verminderter Spermien-Motilität.	Mailankot	2009	19
	Handy	800 GSM: Verminderung der Spermien-Konzentration und des Durchmessers der Samenkanälchen bei Kaninchen	Salama	2008	40
	Handy	Verminderung von Beweglichkeit und Überleben humaner Spermien und Anstieg von Sauerstoffradikalen nach in vitro Exposition von einer Stunde.	Agarwal	2009	46
	Handy	Prozentualer Anstieg von Spermien mit abnormer Morphologie und veränderter Beweglichkeit in Abhängigkeit von der Intensität der Handynutzung.	Wdowiak	2007	61
	Handy	Höheres Auftreten von Spermien-Zell-Tod und anormales Verklumpen der Spermien-Zellen in Ratten	Yan	2007	62
	2	900 PW: Signifikanter negativer Effekt von RF-EMF auf das Befruchtungspotential von Spermien	Falzone	2010	73
	Handy	Bei Männern verändert intensive Handy Nutzung die Spermien-Motilität	Fejes	2005	100
		Schlafstörungen, Kopfschmerzen, Depressionen, Lern- und Gedächtnisstörungen...			
		Basisstation: Reizbarkeit, depressive Neigungen und verminderte Libido bis zu 100m; Kopfschmerzen, Schlafstörungen und Unwohlsein bis zu 200m von Basisstationen. Müdigkeit wurde 200 bis 300m empfunden	Santini	2003	24
40 230 1300		Basisstation: Kopfschmerzen und Konzentrations-Schwierigkeiten	Hutter	2006	20
20.000		Basisstation: Entwicklung neuropsychiatrischer Probleme, Veränderungen der Effizienz neurologisch bedingter Funktionen	Abdel-Rassoul	2007	21
	Handy	Handy-Nutzung steht im Zusammenhang mit Veränderungen in der kognitiven Funktion bei Jugendlichen	Abramson	2009	25
		Basisstation: Beschwerden betreffen zumeist das Kreislaufsystem, aber auch Schlafstörungen, Irritation, Depression, verschwommene Wahrnehmung, Konzentrationsschwierigkeiten, Übelkeit, mangelnden Appetit, Kopfschmerzen und Schwindelgefühle.	Borkiewicz	2004	26
	Handy	Intensive Handynutzung kann zu Kopfschmerzen, Müdigkeit, reduzierter Konzentration, Gedächtnisstörung, Schlaflosigkeit, Hörproblemen und Hautentzündungen im Gesicht führen.	Khan	2008	50
	0,0006 0,06	900 GSM führt bei Ratten zu signifikant geringerer Gedächtnisleistung.	Nittby	2008	58
	Handy	Kinder, deren Mütter vor der Geburt und danach Handy-Strahlung ausgesetzt waren, zeigten emotionale und hyperaktive Verhaltensstörungen zur Zeit des Schulbeginns	Divan	2008	64
20.000		Mit 2.450 CW bestrahlte Ratten zeigten deutliche Defizite beim Lernen. Elektromagnetisches Rauschen reduziert diesen negativen Effekt	Lai	2004	77
		RF-EMF induziert Verhaltensänderungen bei Jugendlichen	Thomas	2010	87
500.000 – 2.000.000		Bei 900 GSM zeigten Ratten Defizite beim Speichern und Erinnern von gelernten räumlichen Informationen	Fragopoulou	2010	88
	0,133; 0,015; 0,001	GSM 900 MHz beeinflusst das Einschlafverhalten bei Jugendlichen.	Hung	2007	92
	1	900 GSM reduzierte die Reaktionsgeschwindigkeit und erhöhte die Genauigkeit des Arbeitsgedächtnisses	Regel	2007	94
100 1.100		In der Nähe einer Basisstation: Kopfschmerzen, Schlafstörungen, Konzentrationsschwierigkeiten, Reizbarkeit	Navarro	2003	82

Sonstige athermische Wirkungen					
	WLAN	Mobilfunkstrahlen kann Erbmateriale schädigen, erhöhtes Krebsrisiko	Swisscom	2004	22
	0,1	Nachweis signifikanter Effekte an menschlichen Zellen unterhalb der Grenzwerte	Mosgöller	2009	23
		1MHz, 30µT: Eisenchelatierung (Auffangen schädlichen Eisens) in Proteinen um bis zu Faktor 3 reduziert	Céspedes	2009	29
	0,05	900 GSM induziert Veränderungen der Hirnaktivität bei PicROTOXIN-behandelten Ratten (PicROTOXIN erhöht die Sensibilität für Krampfanfälle bei diesen Tieren).	López	2009	31
	2	1.800 GSM bewirkt erhöhte Synthese von Stress-Proteinen in rasch wachsenden aber nicht in ruhenden Zellen (Lymphozyten)	Gerner	2010	72
Allgemeines Verhalten von Tieren und Pflanzen					
86.000		900 PW Mobilfunkstrahlung hemmt das Wachstum von Mung Bohnen durch Erhöhung des oxydativen Stress.	Sharma	2009	45
66.000		900 MHz: Tomaten reagieren innerhalb von Minuten chemisch auf Bestrahlung wie auf eine Verletzung	Roux	2008	51
66.000		900 MHz: die Wildtyp-Tomate produziert bei Bestrahlung schnell bestimmte Substanzen, die bei Verwundung auftreten	Beaubois	2007	52
1.000 15.000		Basisstation 900, 1800 PW: Basisstationen können die Vermehrung von weißen Störchen reduzieren: mehr als 300m, unter 200m	Balmori	2005	54
490 0,7		Basisstation 900, 1800 PW: Basisstationen können die männlichen Haussperlinge vertreiben	Everaert	2007	55
		Basisstation: vermutlich sind GSM-Sender verantwortlich für die Abnahme der Sperlinge in den letzten Jahren	Balmori	2007	57
		MetaAnalyse: Abnahme der Tierpopulation und Schädigung von Pflanzen in der Nähe von Basisstationenn	Balmori	2009	74
100.000		1000 MHz: schwere funktionelle Störungen im Einzeller Hydrobionts Infusoria Spirostomum	Sarapultseva	2009	60
		383 PW TETRA: Schädigung von Koniferen durch Rückgang der Photosynthese	Lerchl	2000	63
1.403.000		Hochfrequente EMF – besonders modulierte Felder – vermindern das Wachstum von Wasserlinsen (Lemna minor)	Tkalec	2005	102
			Anzahl		108

Referenzen

Die Referenzen zur DF_Studienliste finden sich in der separaten Dokumentation:
DF_Studienliste_Referenzen auf der Seite <http://www.mobilfunkstudien.org>

Erläuterungen

Grenzwerte

Der festgelegte Richtwert für Handystrahlung im Nahbereich liegt bei 2,0 W/kg (SAR) lokal am Kopf und 0,08 W/kg(SAR) am gesamten Körper. Ein Richtwert ist nur eine Empfehlung.

Für ortsgebundene Sender (Basisstation) gilt der vorgeschriebene Grenzwert für GSM900 41 V/m (elektrische Feldstärke) bzw. 4.500.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (elektrische Leistungsdichte).

Die Umrechnung von elektrischer Feldstärke E [V/m] in Leistungsdichte S [W/m^2] erfolgt nach $S = E^2 / Z$ (mit der Naturkonstante $Z = 377 \text{ Ohm}$) [W/m^2]

Grenzwerte in Deutschland

Befeldungsregion:		Ganzkörper (Basisstation)			Rumpf / Kopf (Handy)
Dimension	SAR	el. Feldstärke	elektrische Leistungsdichte		SAR
Einheit	W/kg	V/m	$\mu\text{W}/\text{m}^2$ 900 / 1800 / UMTS	mW/cm ²	W/kg
Berufliche Exposition GSM 900/1800/UMTS	0,40	92 / 130 / 137	22.500.000 / 45.000.000 / 50.000.000	2,3 / 4,5 / 5	10,0
Allgemeinbevölkerung	0,08	41 / 58 / 61	4.500.000 / 9.000.000 / 10.000.000	0,5 / 0,9 / 1	2,00

Wirkungen von Mobilfunkstrahlen werden athermisch genannt, wenn sie nicht durch Erwärmung infolge der Strahleneinwirkung auftreten. Das bedeutet in der Praxis, dass sie unterhalb der derzeit gültigen Grenzwerte auftreten, denn diese sind ja auf Grund thermischer Wirkungen definiert. Athermische Wirkungen greifen in biologische Abläufe ein.

Handys sind auch Sender. Sie haben höhere Leistungsspitzen, dafür aber nur während des Telefonierens und bei Kontaktaufnahme zur Basisstation im Standby-Modus. Basisstationen haben kleinere Leistungsspitzen, strahlen dafür aber rund um die Uhr.

Studien „in vitro“ - „im Reagenzglas“, also außerhalb des Körpers - und in Tierversuchen liefern eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass die negativen Wirkungen auch für Menschen gelten.
„In vivo“ Studien untersuchen Prozesse im lebenden Organismus.

Abkürzungen: GSM = Global System for Mobile Communications
UMTS=Universal Mobile Telecommunications System
Ø = Durchschnitt
PW = pulsed wave = gepulste Welle => Beispiele: GSM, TETRA, WLAN, Bluetooth, GSM-R, DECT
CW = continous wave = un gepulste Welle

Impressum

Diagnose-Funk | Redaktion Wissenschaft | Giblenstrasse 3 | CH 8049 Zürich
Diagnose-Funk | Redaktion Wissenschaft | Postfach 15 04 48 | D-70076 Stuttgart
redaktion.wissenschaft@diagnose-funk.org | www.diagnose-funk.org