

Zusammenfassung und Bewertung ausgewählter Studien

Im Zeitraum Mitte Januar bis Ende April 2020 wurden 91 neue Publikationen identifiziert, von denen zwölf von BERENIS vertieft diskutiert wurden. Sechs davon wurden gemäss den Auswahlkriterien als besonders relevant und somit zur Bewertung ausgewählt und werden im Folgenden zusammengefasst.

1) Experimentelle Tier- und Zellstudien

Modulierte hochfrequente EMF und der Einfluss auf das Genom (Schuermann et al. 2020)

In der *in vitro* Studie von Schuermann *et al.* (2020) wird der Einfluss von modulierten HF-EMF-Signalen, die in kabellosen Kommunikationssystemen zum Einsatz kommen, auf Schädigung und Reparatur der DNS systematisch untersucht. Verwendet wurden in erster Linie primäre humane Lungenfibroblasten und eine Trophoblasten-Zelllinie, die in Intervallen (5/10 Min an/aus) mit verschiedenen Modulationen einer 1.95 GHz Trägerfrequenz (GSM/2G, UMTS/3G, WiFi, RFID/«Funketikett») bei 0.5, 2 und 4.9 W/kg SAR exponiert wurden. Die Schädigung der DNS wurde mittels Kometenanalyse nach 1, 4 und 24 Stunden Exposition analysiert, wobei bei keiner dieser Bedingungen ein signifikanter Anstieg beobachtet wurde. Dabei wurden Schlüsselexperimente unabhängig in zwei Forschungsgruppen durchgeführt, um mögliche Nebeneinflüsse zu vermeiden. Im Rahmen dieser Untersuchungen konnten ältere positive Befunde der REFLEX-Studie¹ und einer anderen Studie² (DNS-Schäden durch ein GSM-Signal), die der Auslöser und Ausgangspunkt für diese Studie waren, nicht bestätigt werden beziehungsweise nicht schlüssig wiederholt werden. Um die Nachweisschwelle der Kometenanalyse zu reduzieren, wurden auch experimentelle Ansätze angewandt, die oxidative und andere Arten von nicht-reparierten DNS-Schäden sichtbar machen.

Da Schäden an der Erbsubstanz auch durch einen Einfluss der HF-EMF-Exposition auf die DNS-Reparatur- und Vervielfältigungsmechanismen entstehen könnten, wurden diese auch punktuell untersucht, ohne aber signifikante und reproduzierbare Unterschiede festzustellen. Einzig wenn die Fibroblasten-Zellen für eine Stunde gleichzeitig einem UMTS-Signal (SAR 4.9 W/kg) und einer bekannten DNS-schädigenden und dadurch krebserregenden Substanz (Ethylmethansulfonat - EMS) ausgesetzt waren, wurden in der Kombination beider Faktoren signifikant höhere DNS-Schäden festgestellt. Dieser Effekt war aber nicht feststellbar, wenn die HF-EMF-Exposition vorgängig und länger als die EMS-Behandlung war. Dies deutet darauf hin, dass sich die Zellen relativ schnell an die Gegebenheiten anpassen können und Schutzmassnahmen aktiv werden (adaptive Reaktion). Da keine Hinweise auf Effekte oberhalb der Nachweisschwellen der experimentellen Ansätze für eine Vielzahl getesteter Expositionsbedingungen gefunden wurden, schlussfolgern die Autoren aus ihren Daten, dass es unwahrscheinlich ist, dass es durch die HF-EMF-Signale zu einer direkten oder indirekten Schädigung der Erbsubstanz kommt. Allerdings könnten zusätzliche und nicht identifizierte Stressfaktoren unter gewissen experimentellen Bedingungen dazu führen, dass Anzeichen für Einflüsse auf das Genom entstehen oder verstärkt werden.

¹ Diem E, Schwarz C, Adlkofer F, Jahn O, Rüdiger H (2005): **Non-thermal DNA breakage by mobile-phone radiation (1800 MHz) in human fibroblasts and in transformed GFSH-R17 rat granulosa cells in vitro.** Mutat Res. 2005 Jun 6;583(2):178-83. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15869902/>

² Franzellitti S, Valbonesi P, Ciancaglini N, Biondi C, Contin A, Bersani F, Fabbri E (2010): **Transient DNA damage induced by high-frequency electromagnetic fields (GSM 1.8 GHz) in the human trophoblast HTR-8/SVneo cell line evaluated with the alkaline comet assay.** Mutat Res. 2010 Jan 5;683(1-2):35-42. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19822160/>

Langzeitexposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern bei Ratten und Wirkungen auf oxidativen Stress, DNS-Schädigung im Gehirn und Gedächtnisleistung (Sharma et al. 2020)

In dieser *in vivo* Studie wurden Effekte von HF-EMF auf oxidativen Stress, DNS-Schädigung im Gehirn, sowie Gedächtnisleistung bei Ratten untersucht. Männliche Ratten des Inzucht-Stammes Wistar wurden 90 Tage lang für 1, 2 oder 4 Stunden pro Tag exponiert (900 MHz, durchschnittliche SAR im Gehirn: 0.231 W/kg). Die Studie wurde unter kontrollierten Bedingungen (Temperatur, Klima, Licht) durchgeführt. SAR-Werte wurden von der elektrischen Feldstärke in einem Meter Distanz abgeschätzt. Neben verschiedenen Untersuchungen zu oxidativem Stress und Acetylcholinesterase (einem Enzym, das an der neuronalen Übertragung beteiligt ist) wurden auch kognitive Funktionen (Geschwindigkeit und Effizienz, die Belohnung oder das Futter zu finden) nach HF-EMF- oder Schein-Exposition untersucht. Nach HF-EMF-Exposition waren deutliche kognitive Defizite erkennbar, die mit längerer täglicher Expositionsdauer anstiegen. Die Enzyme Catalase und Superoxid-Dismutase, welche oxidativem Stress entgegensteuern, waren expositionszeitabhängig signifikant reduziert, während die Lipidperoxidation (oxidative Degradation von Lipiden, die zur Zellmembranschädigung und somit zur Zellschädigung führen kann) zeitabhängig anstieg; der höchste Wert wurde nach 4-stündiger Exposition pro Tag erreicht. Gleichzeitig waren die Redoxenzyme Glutathion-S-Transferase (GST), Glutathion-Peroxidase (GPx) und Reduktase (GR), sowie Glukose-6-Phosphatdehydrogenase (G-6PDH) reduziert.

Die Autoren führen die Verminderung der Acetylcholinesterase, sowie die verminderte Gedächtnisleistung der HF-EMF-exponierten Ratten auf vermehrten oxidativen Stress zurück. Wird die Zunahme des oxidativen Stresses bei Exposition nicht kompensiert, kann es zu neurodegenerativen Erkrankungen im Gehirn und/oder zu einer vermehrten neuronalen Aktivität kommen, die zu Konvulsionen (Epilepsie) führen kann. Eine Schwäche der Studie ist die Berechnung der SAR, welche mit grossen Unsicherheiten behaftet ist.

2) Experimentelle Humanstudien

Schlafen neben einem Router: keine schlafstörenden Auswirkungen von Wi-Fi-Exposition (Danker-Hopfe et al. 2020)

In der Öffentlichkeit wird immer wieder die Sorge geäussert, dass nächtliche Wi-Fi-Exposition durch WLAN-Router zu Schlafstörungen führt. Die Studie von Danker-Hopfe *et al.* (2020) ist eine erste experimentelle Studie an Menschen, welche die Auswirkungen von einem während der ganzen Nacht emittierenden Wi-Fi-Router auf den Schlaf untersucht hat. An der Studie nahmen 34 gesunde junge Männer im Alter von 20-30 Jahren teil, die während des Schlafs einer Wi-Fi- (2.45 GHz) oder Scheinexposition ausgesetzt wurden. Auf eine Kontrollnacht folgte jeweils eine Nacht mit Real- oder Scheinexposition, und das Ganze wurde nach einer Woche mit der anderen Bedingung wiederholt (doppelblind und randomisiert). Die Exposition bestand aus einem Wi-Fi-Signal, wobei sich Datenverkehr unterschiedlicher Intensität mit Suchfunk ohne Datenverkehr («*beacon only*») abwechselte. Die maximale lokale SAR war <25 mW/kg und der zeitliche Mittelwert über 6 Minuten lag bei 6.4 mW/kg. Dies entspricht einer eher starken Wi-Fi-Exposition, ist aber in einer häuslichen Umgebung immer noch realistisch.

Subjektive und objektive Schlafparameter wurden durch eine Ganznacht-Wi-Fi-Exposition nicht beeinflusst. Auch die Aufwachreaktionen (*Arousals*) unterschieden sich nicht zwischen den beiden Expositionsbedingungen. Lediglich in der 2. Nachthälfte war der Anteil vom Non-REM-Schlafstadium 1 (leichter Schlaf) leicht erhöht. Die Analyse der spektralen Zusammensetzung des Non-REM-Schlaf-EEGs

zeigte eine leichte Reduktion der Leistung im Alphabereich nach Wi-Fi-Exposition. Diese Verminderung ist aber kein Hinweis auf gestörten Schlaf und die Effektgröße war klein. Zudem wurden keine Korrekturen für multiples Testen angewendet, so dass es sich auch um einen Zufallsbefund handeln könnte. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass das Schlafen neben einem WLAN-Router keine schlafstörenden Auswirkungen zur Folge hatte. Einschränkend für die Interpretation ist, dass nur junge gesunde Männer untersucht wurden, die nicht über eine WLAN-Exposition besorgt waren, und dass die Beobachtung auf eine einzige Nachtexposition beschränkt war.

3) Epidemiologische Studien

Hirntumoren und Distanz zu Hochspannungsleitungen am Wohnort (Carles et al. 2020).

Im Rahmen der französischen CERENAT-Fall-Kontroll-Studie wurde untersucht, ob Personen mit Wohnort in der Nähe einer Hochspannungsleitung öfters an einem Hirntumor erkranken. Es wurden 273 Glioma- und 217 Meningiomapatienten, welche zwischen 2004 und 2006 in Frankreich diagnostiziert wurden, eingeschlossen (Teilnahmerate: 73%). Insgesamt 980 Kontrollpersonen (Teilnahmerate: 45%) wurden zufällig aus Wahlregistern ausgewählt. Für die Bestimmung der Exposition wurde die geokodierte Distanz zur nächsten Hochspannungsleitung (<45 kV bis 400 kV) verwendet, wobei keine Unterscheidung zwischen Freileitungen und Kabeln gemacht wurde. Es wurde sowohl die Dauer der Exposition (kumulative Wohnsitzzeit) in einem 50-Meter-Korridor um Hochspannungsleitungen berechnet sowie ein Expositions-korridor festgelegt, in dem die Exposition höher als 0.3 μT sein könnte (für 63 kV: 60 m; für 90 kV: 80 m; für 150 kV: 100 m; für 225 kV: 150 m; für 400 kV: 200 m). Bei der Datenanalyse wurden verschiedene mögliche Risikofaktoren berücksichtigt (Geschlecht, Alter, Bildung, Tabak- und Alkoholkonsum, Pestizidexposition, häusliche Magnetfeldexposition und Mobiltelefongebrauch). Acht Prozent der Studienteilnehmenden lebten zumindest einmal in einem 0.3- μT -Expositions-korridor, und fünf Prozent innerhalb von 50 m von einer Hochspannungsleitung. Die verschiedenen Analysen deuten mehrheitlich auf einen Zusammenhang zwischen niederfrequenter Magnetfeldexposition und dem Auftreten von Hirntumoren hin, wobei die Anzahl exponierter Fälle klein ist und die Risikoschätzer eine grosse Unsicherheit (Konfidenzintervall, KI)³ aufweisen. Zum Beispiel war das Risiko für einen Hirntumor für Personen, welche mehr als 15 Jahre in der Nähe von einer Hochspannungsleitung wohnten, basierend auf 7 Patienten 4.33-fach erhöht (Konfidenzintervall: 1.11–16.9).

Grundsätzlich ist Distanz zur Hochspannungsleitung ein geeignetes Expositions-mass, wie in der kürzlich publizierten Analyse von Amoon *et al.* (2020)⁴ gezeigt wurde. Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass auch andere Faktoren im Zusammenhang mit Hochspannungsleitungen erfasst würden wie zum Beispiel das elektrische Feld oder elektrisch geladene Ionen aufgrund von Koronaentladungen bei Höchstspannungsleitungen.⁵ In dieser Studie ist jedoch ein Schwachpunkt, dass bei 30% der

³ Ein Konfidenzintervall (Vertrauensintervall, Vertrauensbereich) ist ein geschätztes Intervall, welches den wahren Wert eines unbekanntes Parameters mit vorgegebener Wahrscheinlichkeit überdeckt. Häufig wird das 95%- Konfidenzintervall verwendet, wobei mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% die gesuchte Ausprägung des betrachteten Parameters der Grundgesamtheit enthalten ist (siehe www.emf-portal.org/de)

⁴ Amoon AT, Crespi CM, Nguyen A, Zhao X, Vergara X, Arah OA, Kheifets L (2020): **The role of dwelling type when estimating the effect of magnetic fields on childhood leukemia in the California Power Line Study (CAPS)**. Cancer Causes Control. 2020 Jun;31(6):559-567. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32277327/>

⁵ In der letzten Newsletterperiode wurde erstmals eine Studie publiziert, die explizit die gesundheitlichen Auswirkungen von elektrisch geladenen Ionen in der Nähe von Höchstspannungsleitungen auf Atemwegstumoren und Hautkrebs untersucht hat (Toledano *et al.* (2020),

Teilnehmenden die Koordinaten des Wohnorts unbekannt waren und dafür der Standort der Gemeindeverwaltung eingesetzt wurde. Das hätte aber keinen Einfluss auf die Resultate gehabt (Resultate werden nicht gezeigt). Die fehlende Unterscheidung zwischen Freileitungen und Kabel ist ein weiterer Unsicherheitsfaktor. Die Teilnehmerate bei den Kontrollen ist mit 45% relativ gering, was ein potentielles Risiko für Bias ist. Die kleine Anzahl exponierter Personen macht die Studie anfällig für Zufallsbefunde. Es ist davon auszugehen, dass ein erhöhtes Risiko um den Faktor vier in Zusammenhang mit allen Hochspannungsleitungen schon in früheren Studien entdeckt worden wäre. So konnte eine viel grössere Studie aus England⁶ basierend auf 6'781 Hirntumorpatienten und 20'343 Kontrollpersonen kein erhöhtes Hirntumorrisiko nachweisen für Personen, welche innerhalb von 50 m von einer Höchstspannungsleitung (≥ 275 kV) wohnten (OR⁷=1.22, 95% KI⁸: 0.88-1.69) oder höher als 1 μ T exponiert waren (OR=1.02, 95% KI 0.47-2.22) bzw. zwischen 0.40 und 0.99 μ T (0.92, 95% KI: 0.54-1.55).

Handynutzung und selbstberichtete Schlafqualität in der COSMOS Studie (Tettamanti et al. 2020)

Im [Newsletter Nr. 20](#) wurden erste Ergebnisse der COSMOS-Kohortenstudie zu Mobiltelefonnutzung und dem Auftreten von Kopfschmerzen, Tinnitus und Hörverlust vorgestellt (Auvinen *et al.* 2019)⁹. In einer zweiten Publikation wurden nun mögliche Zusammenhänge zwischen Mobiltelefonnutzung und selbstberichteter Schlafqualität untersucht (Tettamanti *et al.* 2020). Wiederum wurden Daten von über 24'000 Teilnehmenden aus Schweden und Finnland in die Analyse eingeschlossen. Dabei wurden Daten zur Mobiltelefonnutzung bereits zu Beginn der Studie mittels Fragebogen erfasst. Zusätzlich wurden bei Studienbeginn während drei Monaten objektive Daten zur Gesprächsdauer auf dem GSM-(2G) und UMTS-(3G) Netz von den Mobilfunkanbietern gesammelt. Am Anfang der Studie und vier Jahre später füllten die Studienteilnehmer einen Schlaffragebogen aus zu Schlafstörungen, adäquater Schlafdauer, Tagesschläfrigkeit, Einschlafzeit und Schlaflosigkeit. Die Teilnehmergruppe mit den längsten Gesprächszeiten (>258 Minuten/Woche) hatte ein höheres Risiko für Schlaflosigkeit als Wenig-Telefonierende (OR=1.24, 95% Konfidenzintervall: 1.03-1.51). Wurde in den Analysen berücksichtigt, dass bei Nutzung des UMTS-Netzes weniger Strahlung emittiert wird als beim GSM-Netz, war der Zusammenhang weniger ausgeprägt. Für die anderen Aspekte der Schlafqualität wurden keine signifikanten Assoziationen mit der Mobiltelefonnutzung beobachtet.

Grosse Stärken dieser Studie sind neben dem erwähnten prospektiven Ansatz die sehr grosse Anzahl von Studienteilnehmenden und die Verwendung von objektiven Daten der Mobilfunkanbieter. Dass der Zusammenhang mit Schlaflosigkeit eher mit der Nutzungsdauer als mit der Höhe der Strahlungsemissionen korrelierte, spricht laut Autoren dafür, dass andere Faktoren als HF-EMF für den

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32276731>). Es gibt die Hypothese, dass sich diese Ionen an Aerosole anlagern, was zu einer effizienteren Adsorption im Atemwegstrakt oder auf der Haut führen könnte. Diese Hypothese konnte jedoch auf der Basis von mehr als 55'000 Tumoren in Mund, Atemwegssystem und Lunge sowie 179 Keratinozyttumoren nicht bestätigt werden.

⁶ Elliott P, Shaddick G, Douglass M, de Hoogh K, Briggs DJ, Toledano MB (2013): **Adult cancers near high-voltage overhead power lines**. *Epidemiology*. 2013 Mar;24(2):184-90.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23337237/>

⁷ OR = Odds Ratio

⁸ KI = Konfidenzintervall (Vertrauensintervall), siehe oben

⁹ Auvinen A, Feychting M, Ahlbom A, Hillert L, Elliott P, Schüz J, Kromhout H, Toledano MB, Johansen C, Poulsen AH, Vermeulen R, Heinävaara S, Kojo K, Tettamanti G; COSMOS Study Group (2019): **Headache, tinnitus and hearing loss in the international Cohort Study of Mobile Phone Use and Health (COSMOS) in Sweden and Finland**. *Int J Epidemiol*. 2019 Jul 13. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31302690>

beobachteten Zusammenhang relevant sein könnten. Solche Faktoren könnten zum Beispiel Stress, starke Belastung, problematischer Mobiltelefongebrauch, spätere Bettzeiten wegen Mobiltelefongebrauch, Blaulichtemissionen von den Bildschirmen oder andere Verhaltensfaktoren sein.

4) Dosimetrische Studien

Hochfrequente elektromagnetische Felder und Honigbienen (Thielens et al. 2020)

In ihrer Studie untersuchen Thielens *et al.* (2020) mittels numerischer Simulationen die Absorption von HF-EMF in Honigbienen. Der betrachtete Frequenzbereich lag zwischen 600 MHz und 120 GHz. Fünf verschiedene Modelle von Honigbienen, zwei Arbeiterbienen, eine Drohne, eine Larve und eine Königin wurden mittels Mikro-CT-Bildern erzeugt. Dabei wurden die Umrisse der verschiedenen Bienen segmentiert. Die Simulationen wurden mit Messungen in der Nähe von Bienenstöcken in Belgien kombiniert, um eine möglichst realistische Abschätzung der Exposition und der absorbierten Leistung in Honigbienen zu berechnen. Die grösste Zunahme der absorbierten Leistung in den verschiedenen Bienenmodellen ist zwischen 600 MHz und 6 GHz. Bei höheren Frequenzen sinkt die absorbierte Leistung wieder leicht ab. Der Unterschied in der absorbierten Leistung kann bei den Modellen abhängig von den Absorptionsquerschnitten zwischen 600 MHz und 6 GHz einen Faktor zwischen 16 und 121 betragen. Der Wert der absorbierten Leistung bewegt sich für 1 V/m elektrischer Feldstärke zwischen nW-Bereich bei 600 MHz bis zu Bruchteilen von μW bei 6 GHz. In der Nähe der Bienenstöcke wurden Feldstärken zwischen 0.016 und 0.2 V/m gemessen. Basierend auf einer gleichmässigen Verteilung der Feldstärke über den gesamten Frequenzbereich wurde der Frage nachgegangen, inwiefern sich die absorbierte Leistung in den Bienen verändert, wenn sich die genutzten Frequenzen für den Mobilfunk von unterhalb 3 GHz zu Frequenzen über 3 GHz verschieben. Für eine Verschiebung von 10% der spektralen Anteile von unter 3 GHz zu Frequenzen über 3 GHz würde eine Zunahme der absorbierten Leistung um einen Faktor 3-5 resultieren. Ein solcher Wechsel zu höheren Frequenzen wird in naher Zukunft erwartet.

Die Autoren weisen selber auf verschiedene Limitierungen dieser ersten Studie zur Mobilfunkstrahlenabsorption bei Bienen hin. Einerseits wurden keine dielektrischen Messungen und keine thermischen Messungen der Gewebeparameter von Bienen durchgeführt, sondern basierend auf Literaturwerten und Extrapolationen bestimmt. Bei den Modellen handelt es sich um homogene Tiere, d.h. die Strukturen (z.B. Organe) wurden nicht unterschieden. Für die numerischen Simulationen wurde ein FDTD-basierte¹⁰ Simulationsplattform verwendet, mit den bekannten Einschränkungen bezüglich Genauigkeit. Es wurden bisher auch noch keine Berechnungen zu der resultierenden Temperaturzunahme durch die absorbierte Leistung angestellt. Wie bei allen Simulationsstudien stellt sich auch hier die Frage, inwiefern die Resultate durch Messungen bestätigt werden können. Bei Bienen stellt das eine fast unlösbare Aufgabe dar. Auch wenn die publizierten Werte aufgrund dieser Einschränkungen mit grosser Unsicherheit behaftet sind, ist die Hauptschlussfolgerung der Studie valide, dass eine Zunahme der Frequenz zwischen 600 MHz und 6 GHz zu einer höheren absorbierten Leistung führt. Es sollte aber auch der Frage nachgegangen werden, ab welchen Werten der eingestrahelten Leistung bei Bienen biologische Auswirkungen auftreten können. Da es sich bei den Bienen, wie die Autoren als Motivation für die Studie auch angeben, um weltweit ökologisch und wirtschaftlich wichtige Insekten handelt, ist die Studie ein wichtiger Beitrag zu weiteren Abklärungen möglicher Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf Insekten.

¹⁰ FDTD = *Finite Difference Time Domain*, ein Verfahren zur Simulation elektromagnetischer Wellenausbreitung

Literaturangaben

Carles C, Esquirol Y, Turuban M, Piel C, Migault L, Pouchieu C, Bouvier G, Fabbro-Peray P, Lebailly P, Baldi I (2020): **Residential proximity to power lines and risk of brain tumor in the general population.** Environ Res. 2020 Jun;185:109473. Epub 2020 Apr 4.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32278161>

Danker-Hopfe H, Bueno-Lopez A, Dorn H, Schmid G, Hirtl R, Eggert T (2020): **Spending the night next to a router - Results from the first human experimental study investigating the impact of Wi-Fi exposure on sleep.** Int J Hyg Environ Health. 2020 May 11;228:113550.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32408065>

Schuermann D, Ziemann C, Barekati Z, Capstick M, Oertel A, Focke F, Murbach M, Kuster N, Dasenbrock C, Schär P (2020): **Assessment of Genotoxicity in Human Cells Exposed to Modulated Electromagnetic Fields of Wireless Communication Devices.** Genes (Basel). 2020 Mar 25;11(4).
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32218170>

Sharma S, Shukla S (2020): **Effect of electromagnetic radiation on redox status, acetylcholine esterase activity and cellular damage contributing to the diminution of the brain working memory in rats.** J Chem Neuroanat. 2020 Mar 20;106:101784.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32205214>

Tettamanti G, Auvinen A, Åkerstedt T, Kojo K, Ahlbom A, Heinävaara S, Elliott P, Schüz J, Deltour I, Kromhout H, Toledano MB, Poulsen AH, Johansen C, Vermeulen R, Feychting M, Hillert L; COSMOS Study Group (2020): **Long-term effect of mobile phone use on sleep quality: Results from the cohort study of mobile phone use and health (COSMOS).** Environ Int. 2020 Apr 7:105687.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32276731>

Thielens A, Greco MK, Verloock L, Martens L, Joseph W (2020): **Radio-Frequency Electromagnetic Field Exposure of Western Honey Bees.** Sci Rep. 2020 Jan 16;10(1):461.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31949179>

Kontakt

Dr. Stefan Dongus
Sekretariat BERENIS
Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut
Department Epidemiology and Public Health
Environmental Exposures and Health Unit
Socinstr. 57, Postfach, 4002 Basel
Tel: +41 61 284 8111
E-Mail: stefan.dongus@swisstph.ch

Weitere Informationen:

[Beratende Expertengruppe nicht-ionisierende Strahlung \(BERENIS\)](#)

[Abkürzungsverzeichnis \(als pdf\)](#)