



Mobilfunkstudie

EEG-Messungen

iPhone 12 Pro 5G

Apple iPhone 12 Pro 5G / IMEI-Serien Nr.: 356692115819322

Apple iPhone 12 Pro 5G / IMEI-Serien Nr.: 356697115504691

Gabriel-Technologie

Armband

1. Forschungsmethodik

In den vorliegenden Messungen wurden sechs neurologisch gesunde männliche Probanden (Durchschnittsalter: 45 Jahre) getestet. Die Testung mittels Elektroenzephalogramm (EEG) fand im Sitzen über einen Zeitraum von 10 Minuten pro experimenteller Bedingung statt. Das Smartphone wurde in jeder Testbedingung im Abstand von 1.0 cm vom rechten Ohr über eine Halterung angebracht. Nach einer Basismessung (10 Minuten) ohne Mobilfunkexposition wurde das Smartphone iPhone 12 Pro (Hersteller: Apple, Cupertino, CA, USA) für 10 Minuten im 5G-Betrieb eingeschaltet. In einer zweiten Testbedingung wurde zusätzlich das Gabriel-Tech Armband (Hersteller: Gabriel-Tech GmbH, Kelkheim, Deutschland) am Handgelenk der Probanden mit dem Metall auf der Pulsregion angebracht und 10 Minuten während der 5G-Exposition mitgetestet. Die Testbedingungen wurden über alle Probanden im Doppelblinddesign in randomisierter Reihenfolge durchgeführt, um Reihenfolgeeffekte zu vermeiden. Die elektrische Gehirnaktivität wurde mittels eines mobilen high-density EEG (ANT neuro) von 256 Elektroden, die nach dem internationalen 10/5-System an der Kopfoberfläche angebracht waren, aufgezeichnet. Die elektrookulographischen (vertikale und horizontale Augenbewegungen) und elektromyographischen (muskuläre Potentiale) Daten wurden als Kontrollvariablen von jeweils zwei Elektroden aufgezeichnet. Die EEG-Daten wurden nach Bereinigung von elektrookulographischen und elektromyographischen Artefakten einer Fast-Fourier-Transformation und im Anschluss einer frequenzspezifischen Analyse für die Frequenzbänder Theta (3,5-7,5 Hz), Alpha (7,5-12,5 Hz), Beta (13,0-30,0 Hz) und Gamma (31,0-100,0 Hz) unterzogen. Die einzelnen Frequenzbänder zeigen unterschiedliche psychophysiologische Wachheits- und Aktivierungszustände (Entspannung/Müdigkeit/Stress etc.) des Gehirns an. In einem weiteren Schritt wurde eine Lokalisierung der EEG-Aktivierungsquellen vorgenommen, mittels derer Aussagen über die Herkunft des an der Kopfoberfläche gemessenen EEG-Signals getroffen werden können. Die Probanden wurden hinsichtlich ihres subjektiven Befindens auf den Dimensionen Kopfschmerzen und Missempfindungen (Bereiche Kopfoberfläche, Gesicht, Oberkörper, Arme) in jeder Testbedingung befragt. Die Einschätzung erfolgte jeweils auf einer zehnstufigen Skala mit einem Wertebereich von 1 bis 10 (1 = nicht ausgeprägt; 10 = sehr stark ausgeprägt).

Die Daten des EEGs wurden inferenzstatistischen Verfahren (Varianzanalysen mit Messwiederholung, post-hoc Tests mit Bonferroni-Korrektur) jeweils getrennt nach Gehirnarealen (limbisches System, frontaler, zentraler, temporaler, parietaler und okzipitaler Cortex) für die Frequenzbänder Theta, Alpha, Beta und Gamma unterzogen; ebenso die Daten des subjektiven Befindens für die Dimensionen Kopfschmerzen und Missempfindungen (Bereiche: Kopfoberfläche, Gesicht, Oberkörper, Arme). Das statistische Signifikanzniveau wurde bei allen Tests auf $p < 0,05$ festgelegt.

2. Ergebnisse

Die Ergebnisse der EEG-Messungen und subjektiven Befindlichkeit sind in Abb. 1 sowie Tabellen 1-6 dargestellt. Die Ergebnisse der EEG-Quellenaktivierungen im Gehirn zeigen während der 5G-Exposition starke Aktivierungen im Frequenzspektrum Beta und Gamma v.a. in den tieferliegenden Schichten des Gehirns (u.a. limbisches System). Diese Aktivierungen setzen bereits nach ein- bis zweiminütiger 5G-Exposition ein. Bei Anwendung des Gabriel-Tech Armbands mit dem Metall auf der Pulsregion gehen diese Aktivierungen, die durch die 5G-Exposition entstehen, nach zwei bis drei Minuten signifikant zurück. In den tieferliegenden Schichten des Gehirns (limbisches System) sind bei Anwendung des Gabriel-Tech Armbands keine Aktivierungen durch die 5G-Exposition mehr zu beobachten (siehe Abb. 1). Die Ergebnisse der subjektiven Befindlichkeit spiegeln die neurophysiologischen Befunde. Die Probanden berichteten in der Testbedingung ohne Armband eine Zunahme der Kopfschmerzen bis zu einem mittleren Grad (Mittelwert 3,6) sowie Missempfindungen an der Kopfoberfläche (Mittelwert 4,0), im Gesicht (Mittelwert 3,6), am Oberkörper (Mittelwert 3,3) und an den Armen (Mittelwert 2,5). Bei Anwendung des Gabriel-Tech Armbands wurden diese Beeinträchtigungen der subjektiven Befindlichkeit signifikant reduziert und befanden sich auf vergleichbarem Niveau wie in der Basismessung ohne EMF-Exposition (siehe Tab. 5 und 6).

Die Ergebnisse der inferenzstatistischen Testung der EEG-Daten zeigen hochsignifikante Effekte der Anwendung des Gabriel-Tech Armbands für das limbische System [$F(2, 10) = 20,06$, $p = 0,008$], sowie den frontalen [$F(2, 10) = 10,38$, $p = 0,01$], zentralen [$F(2, 10) = 12,24$, $p = 0,01$], parietalen [$F(2, 10) = 19,59$, $p = 0,008$], temporalen [$F(2, 10) = 9,71$, $p = 0,01$] und okzipitalen Cortex [$F(2, 10) = 14,35$, $p = 0,009$] auf.

Die Ergebnisse der Testung des subjektiven Befindens zeigen signifikante Effekte der Anwendung des Gabriel-Tech-Armbands für die Dimensionen Kopfschmerzen [$F(2, 10) = 8,07$, $p = 0,03$] sowie Missempfindungen im Bereich der Kopfoberfläche [$F(2, 10) = 8,92$, $p = 0,02$], Gesicht [$F(2, 10) = 7,50$, $p = 0,03$], Oberkörper [$F(2, 10) = 5,14$, $p = 0,04$] und Arme [$F(2, 10) = 5,37$, $p = 0,04$] an. Bei Anwendung des Gabriel-Tech Armbands befinden sich die Parameter der subjektiven Befindlichkeit auf vergleichbarem Niveau wie in der Kontrollbedingung ohne EMF-Exposition.

Die Ergebnisse der vorliegenden EEG-Messungen und des subjektiven Befindens indizieren eine positive Wirkung der Anwendung des Gabriel-Tech Armbands, das die Beta- und Gamma-Aktivierungen im Gehirn, die durch 5G-Exposition mittels des Apple iPhone 12 Pro entstehen, deutlich reduziert. Durch die Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips werden ebenfalls die subjektiv berichteten Beschwerden Kopfschmerzen und Missempfindungen an der Kopfoberfläche, im Gesicht, am Oberkörper und an den Armen, die durch die 5G-Exposition mittels des iPhone 12 Pro auftreten, reduziert.

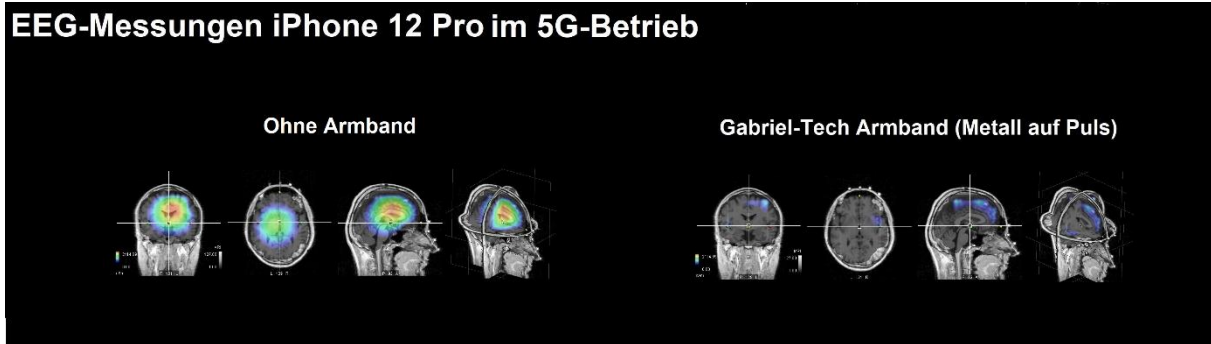


Abbildung 1. Gemittelte EEG-Quellenaktivierungen gemittelt über alle Probanden in den Frequenzbändern Beta und Gamma bei 5G-Exposition durch das iPhone 12 Pro ohne Armband (links) und bei Anwendung des Gabriel-Tech Armbands mit dem Metall auf dem Puls während der 5G-Exposition (rechts). Rot = sehr starke Aktivierung, blau = sehr geringe Aktivierung. Die Ergebnisse zeigen sehr starke Aktivierungen bei 5G-Exposition ohne Armband, v.a. in den tieferliegenden Gehirnregionen (limbisches System). Bei Anwendung des Gabriel-Tech Armbands werden diese durch 5G-Exposition ausgelösten Stressaktivierungen signifikant reduziert.

EEG Gamma-Aktivität	Limbisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	0,14	3,03	2,95	2,87	3,40	3,84
iPhone 12 Pro ohne Armband	29,26**	22,72**	32,40**	39,16**	38,64**	39,73**
iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Armband	0,58	4,83	4,02	3,93	3,65	5,11

** statistisches Signifikanzniveau $p < .01$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro ohne Armband gegenüber der Basismessung sowie der Testbedingung iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Armband

Tabelle 1. Mittlere Leistungsdichten in $\mu V^2/Hz$ der EEG-Aktivierungen im Gamma-Band (31-100 Hz) durch 5G-Exposition für die Testbedingungen iPhone 12 Pro ohne Armband und iPhone 12 Pro bei Anwendung des Gabriel-Tech Armbands sowie für die Kontrollbedingung (Basismessung ohne EMF-Exposition). Die Ergebnisse zeigen starke Aktivierungen im Gamma-Band in allen getesteten Gehirnarealen bei Anwendung des iPhone 12 Pro ohne Armband. Wird das Gabriel-Tech Armband auf dem iPhone 12 Pro angebracht, sind die Gamma-Aktivierungen in allen getesteten Gehirnarealen signifikant reduziert.

EEG Beta-Aktivität	Limbisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	2,27	13,48	10,36	9,49	8,55	7,74
iPhone 12 Pro ohne Armband	33,85**	30,72**	29,21**	45,73**	42,16**	38,38**
iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Armband	4,85	15,26	12,84	11,15	12,96	10,63

** statistisches Signifikanzniveau $p < .01$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro ohne Armband gegenüber der Basismessung sowie der Testbedingung iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Armband

Tabelle 2. Mittlere Leistungsdichten in $\mu V^2/Hz$ der EEG-Aktivierungen im Beta-Band (13-30 Hz) durch 5G-Exposition für die Testbedingungen iPhone 12 Pro ohne Armband und iPhone 12 Pro bei Anwendung des Gabriel-Tech Armbands sowie für die Kontrollbedingung (Basismessung ohne EMF-Exposition). Die Ergebnisse zeigen starke Aktivierungen im Beta-Band in allen getesteten Gehirnarealen bei Anwendung des iPhone12 Pro ohne Armband. Wird das Gabriel-Tech Armband während der EMF-Exposition angewendet, sind die Beta-Aktivierungen in allen getesteten Gehirnarealen auf vergleichbarem Niveau mit der Basismessung.

EEG Alpha-Aktivität	Limbisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	10,38	8,94	9,29	8,62	12,86	17,92
iPhone 12 Pro ohne Armband	5,53*	2,36*	2,69*	1,92*	5,58*	6,27**
iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Armband	12,48	7,15	10,62	7,84	13,42	15,35

** statistisches Signifikanzniveau $p < .01$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro ohne Armband gegenüber der Basismessung sowie der Testbedingung iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Armband

* statistisches Signifikanzniveau $p < .05$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro ohne Armband gegenüber der Basismessung sowie der Testbedingung iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Armband

Tabelle 3. Mittlere Leistungsdichten in $\mu\text{V}^2/\text{Hz}$ der EEG-Aktivierungen im Alpha-Band (8-13 Hz) durch 5G-Exposition für die Testbedingungen iPhone 12 Pro ohne Armband und iPhone 12 Pro bei Anwendung des Gabriel-Tech Armbands sowie für die Kontrollbedingung (Basismessung ohne EMF-Exposition). Die Ergebnisse zeigen eine Reduktion der Aktivität im Alpha-Band in allen getesteten Gehirnarealen bei Anwendung des iPhone 12 Pro ohne Armband. Wird das Gabriel-Tech Armband während der EMF-Exposition getragen, werden die Alpha-Aktivierungen in allen getesteten Gehirnarealen auf vergleichbarem Niveau mit der Basismessung aufrechterhalten.

EEG Theta-Aktivität	Limisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	6,62	7,48	6,42	5,59	6,31	7,63
iPhone 12 Pro ohne Armband	2,56*	1,48**	2,51*	0,80**	2,71*	2,56*
iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Armband	5,84	8,25	7,31	6,38	8,06	8,39

** statistisches Signifikanzniveau $p < .01$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro ohne Armband gegenüber der Basismessung sowie der Testbedingung iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Armband

* statistisches Signifikanzniveau $p < .05$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro ohne Armband gegenüber der Basismessung sowie der Testbedingung iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Armband

Tabelle 4. Mittlere Leistungsdichten in $\mu\text{V}^2/\text{Hz}$ der EEG-Aktivierungen im Theta-Band (4-7,5 Hz) durch 5G-Exposition für die Testbedingungen iPhone 12 Pro ohne Armband und iPhone 12 Pro bei Anwendung des Gabriel-Tech Armbands sowie für die Kontrollbedingung (Basismessung ohne EMF-Exposition). Die Ergebnisse zeigen eine Reduktion der Aktivierungen im Theta-Band in den getesteten Gehirnarealen bei Anwendung des iPhone 12 Pro ohne Armband. Wird das Gabriel-Tech Armband während der EMF-Exposition getragen, werden die Theta-Aktivierungen in allen getesteten Gehirnarealen aufrechterhalten, vergleichbar der Basismessung ohne EMF-Exposition.

	Mittlerer Score Kopfschmerzen
Basismessung	0,1
iPhone 12 Pro ohne Armband	3,9*
iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Armband	0,3

* statistisches Signifikanzniveau $p < .05$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro ohne Armband gegenüber der Basismessung sowie der Testbedingung iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Armband

Tabelle 5. Mittlere Scores berichteter Kopfschmerzen durch 5G-Exposition für die Testbedingungen iPhone 12 Pro ohne Armband und iPhone 12 Pro bei Anwendung des Gabriel-Tech Arbands sowie für die Kontrollbedingung (Basismessung ohne EMF-Exposition). Die Scores wurden von den Versuchspersonen auf einer Skala von 1 (keine Kopfschmerzen) bis 10 (unerträgliche Kopfschmerzen) während jeder Versuchsbedingung berichtet. Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Anstieg subjektiv berichteter Kopfschmerzen mittleren Grades bei Anwendung des iPhone12 Pro ohne Armband auf. Wird das Gabriel-Tech Armband während der EMF-Exposition getragen, ist der Score der subjektiv berichteten Kopfschmerzen gleichbleibend, vergleichbar der Kontrollbedingung ohne EMF-Exposition.

	Kopfoberfläche	Gesicht	Oberkörper	Arme
Basismessung	0,0	0,0	0,0	0,0
iPhone 12 Pro ohne Armband	4,0*	3,6*	3,3*	2,5*
iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Armband	0,3	0,2	0,1	0,1

* statistisches Signifikanzniveau $p < .05$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro ohne Armband gegenüber der Basismessung sowie der Testbedingung iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Armband

Tabelle 6. Mittlere Scores berichteter Missempfindungen (Wärmegefühl, Muskelverspannung-/Muskelschmerzen, Taubheitsgefühl, Kribbeln) an der Kopfoberfläche, im Gesicht, am Oberkörper und an den Armen durch 5G-Exposition für die Testbedingungen iPhone 12 Pro ohne Armband und iPhone 12 Pro bei Anwendung des Gabriel-Tech Armbands sowie für die Kontrollbedingung (Basismessung ohne EMF-Exposition). Die Scores wurden von den Versuchspersonen auf einer Skala von 1 (keine Veränderung des Empfindens) bis 10 (sehr starke Veränderung des Empfindens) während jeder Versuchsbedingung berichtet. Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Anstieg subjektiv berichtete Missempfindungen mittleren Grades bei Anwendung des iPhone 12 Pro an. Wird das Gabriel-Tech Armband während der EMF-Exposition getragen, bleibt der Score der subjektiv berichteten Missempfindungen vergleichbar der Kontrollbedingung ohne EMF-Exposition.