



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

Gabriel-Frequenzkarte

## 1. Forschungsmethodik

In den vorliegenden Messungen wurden sechs männliche neurologisch gesunde Probanden (Durchschnittsalter 46 Jahre) getestet. Die Testung mittels Elektroenzephalogramm (EEG) fand im Sitzen über einen Zeitraum von 30 Minuten pro experimenteller Bedingung statt. Nach einer Basismessung (10 Minuten) ohne Mobilfunkexposition wurde das Smartphone iPhone 12 Pro (Hersteller: Apple, Cupertino, CA, USA) für 30 Minuten im 5G-Betrieb eingeschaltet. In einer zweiten Testbedingung hielten die Probanden die Gabriel-Tech Frequenzkarte (Hersteller: Gabriel-Tech GmbH, Kelkheim, Deutschland) in der rechten Hand und das Smartphone wurde für 30 Minuten im 5G-Betrieb getestet. Die Testbedingungen wurden über alle Probanden im Doppelblinddesign in randomisierter Reihenfolge durchgeführt, um Reihenfolgeeffekte zu vermeiden. Die elektrische Gehirnaktivität wurde mittels eines mobilen ultra-high-density EEG (ANT neuro) von 256 Elektroden, die nach dem internationalen 10/5-System an der Kopfoberfläche angebracht waren, mit einer Ausleserate von 512 Hz aufgezeichnet. Die elektrookulographischen (vertikale und horizontale Augenbewegungen) und elektromyographischen (muskuläre Potentiale) Daten wurden als Kontrollvariablen von jeweils zwei Elektroden mit einer Ausleserate von 512 Hz 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 0 bis 9 (0 = nicht ausgeprägt; 9 = 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.

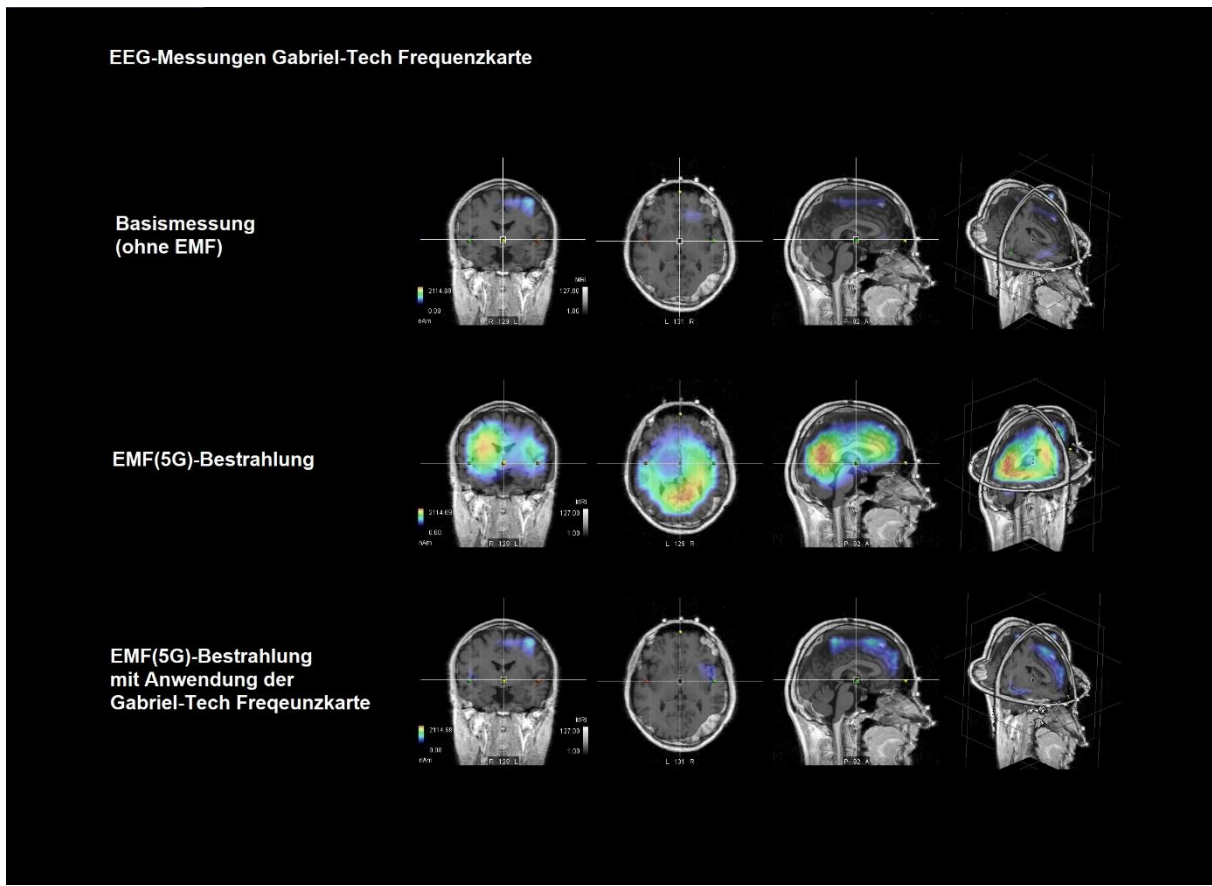
## 2. Ergebnisse

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 v.a. im Frequenzspektrum Beta und Gamma auch in den tieferliegenden Schichten des Gehirns (v.a. limbisches System). Diese Aktivierungen setzen bereits nach ein- bis zweiminütiger 5G-Exposition ein. Bei Anwendung der Gabriel-Tech Frequenzkarte gehen die 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 der Gabriel-Tech Frequenzkarte keine Aktivierungen durch die 5G-Exposition mehr zu beobachten (siehe Abb. 1 und Tab. 1-4). Die Ergebnisse der subjektiven Befindlichkeit spiegeln die neurophysiologischen Befunde. Die Probanden berichteten in der Testbedingung ohne Frequenzkarte eine Zunahme der Kopfschmerzen bis zu einem mittleren Grad (Mittelwert 4,6) sowie Missempfindungen an der Kopfoberfläche (Mittelwert 4,4), im Gesicht (Mittelwert 3,6), am Oberkörper (Mittelwert 3,3) und an den Armen (Mittelwert 2,8). Bei Anwendung der Gabriel-Tech Frequenzkarte wurden diese Beeinträchtigungen der subjektiven Befindlichkeit signifikant reduziert und befanden sich auf vergleichbarem Niveau wie in der Basismessung (siehe Tab. 5 und 6).

Die Ergebnisse der inferenzstatistischen Testung der EEG-Daten zeigen hochsignifikante Effekte der Anwendung der Gabriel-Tech Frequenzkarte für das limbische System [ $F(2, 10) = 22,58$ ,  $p = 0,008$ ], sowie für den frontalen [ $F(2, 10) = 9,47$ ,  $p = 0,01$ ], zentralen [ $F(2, 10) = 12,94$ ,  $p = 0,009$ ], parietalen [ $F(2, 10) = 10,35$ ,  $p = 0,01$ ], temporalen [ $F(2, 10) = 17,30$ ,  $p = 0,008$ ] und okzipitalen Cortex [ $F(2, 10) = 9,72$ ,  $p = 0,01$ ] auf.

Die Ergebnisse der Testung des subjektiven Befindens zeigen signifikante Effekte der Anwendung der Gabriel-Tech Frequenzkarte bei 5G-Exposition für die Dimensionen Kopfschmerzen [ $F(2, 10) = 8,08$ ,  $p = 0,02$ ] sowie Missempfindungen im Bereich der Kopfoberfläche [ $F(2, 10) = 8,39$ ,  $p = 0,02$ ], Gesicht [ $F(2, 10) = 7,43$ ,  $p = 0,03$ ], Oberkörper [ $F(2, 10) = 5,70$ ,  $p = 0,04$ ] und Arme [ $F(2, 10) = 5,92$ ,  $p = 0,04$ ] an. Bei Anwendung der Gabriel-Tech Frequenzkarte befinden sich die Parameter der subjektiven Befragung 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 der Gabriel-Tech Frequenzkarte, die die Beta- und Gamma-Aktivierungen im Gehirn, die durch 5G-Exposition mittels des Apple iPhone 12 Pro entstehen, deutlich reduziert. Durch die Anwendung der Gabriel-Tech Frequenzkarte werden ebenfalls die subjektiv berichteten Beschwerden Kopfschmerzen und Missempfindungen an der Kopfoberfläche, im Gesicht, am Oberkörper und an den Armen, die während der 5G-Exposition mittels des iPhone 12 auftreten, reduziert.



*Abbildung 1.* Gemittelte EEG-Quellenaktivierungen bei 5G-Exposition durch das iPhone 12 Pro ohne Frequenzkarte (Mitte) und bei Anwendung der Gabriel-Tech Frequenzkarte während der 5G-Exposition (unten). Rot = sehr starke Aktivierung, blau = sehr geringe Aktivierung. Die Ergebnisse zeigen sehr starke Aktivierungen bei 5G-Exposition ohne Frequenzkarte, v.a. in den tieferliegenden Gehirnregionen (limbisches System). Bei Anwendung der Gabriel-Tech Frequenzkarte werden diese durch 5G-Exposition ausgelösten Aktivierungen signifikant reduziert. Aktivierungen im limbischen System treten bei den Probanden nicht mehr auf.

EEG Gamma-Aktivität	Limbisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	0,83	3,28	1,91	2,46	2,35	2,89
iPhone 12 Pro ohne Frequenzkarte	29,37**	26,50**	29,15**	30,48**	39,23**	42,80**
iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Frequenzkarte	0,58	2,70	2,82	3,95	4,94	5,06

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

*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 Frequenzkarte und iPhone 12 Pro bei Anwendung der Gabriel-Tech Frequenzkarte 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. Wird die Gabriel-Tech Frequenzkarte mit dem iPhone 12 Pro angewendet, sind die Gamma-Aktivierungen in allen getesteten Gehirnarealen signifikant reduziert.

EEG Beta-Aktivität	Limbisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	4,27	11,74	9,20	7,85	8,91	8,47
iPhone 12 Pro ohne Frequenzkarte	35,70**	33,08**	31,26**	48,42**	46,28**	41,03**
iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Frequenzkarte	5,96	14,25	12,83	10,94	10,98	12,71

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

*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 Frequenzkarte und iPhone 12 Pro bei Anwendung der Gabriel-Tech Frequenzkarte sowie für die Kontrollbedingung (Basismessung ohne EMF-Exposition). Die Ergebnisse zeigen starke Aktivierungen im Beta-Band in allen getesteten Gehirnarealen bei Anwendung des iPhone 12 Pro. Wird die Gabriel-Tech Frequenzkarte mit dem iPhone12 Pro 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	8,51	9,27	7,94	14,80	19,61
iPhone 12 Pro ohne Frequenzkarte	5,70*	2,35*	2,82**	1,99*	6,58*	6,91**
iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Frequenzkarte	12,03	7,96	11,38	6,81	12,70	15,24

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

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

*Tabelle 3.* Mittlere Leistungsdichten in  $\mu V^2/Hz$  der EEG-Aktivierungen im Alpha-Band (8-13 Hz) durch 5G-Exposition für die Testbedingungen iPhone 12 Pro ohne Frequenzkarte und iPhone 12 Pro bei Anwendung der Gabriel-Tech Frequenzkarte 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. Wird die Gabriel-Tech Frequenzkarte mit dem iPhone 12 Pro angewendet, werden die Alpha-Aktivierungen in allen getesteten Gehirnarealen auf vergleichbarem Niveau mit der Basismessung aufrechterhalten.

<b>EEG Theta-Aktivität</b>	Limisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	5,93	6,47	7,58	5,93	6,44	7,99
iPhone 12 Pro ohne Frequenzkarte	2,17*	1,43**	2,66*	0,69**	2,17*	2,06*
iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Frequenzkarte	6,38	6,24	6,30	6,77	5,85	8,36

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

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

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



	Mittlerer Score Kopfschmerzen
Basismessung	0,0
iPhone 12 Pro ohne Frequenzkarte	4,6*
iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Frequenzkarte	0,3

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

**Tabelle 5.** Mittlere Scores berichteter Kopfschmerzen durch 5G-Exposition für die Testbedingungen iPhone 12 Pro ohne Frequenzkarte und iPhone12 Pro bei Anwendung der Gabriel-Tech Frequenzkarte sowie für die Kontrollbedingung (Basismessung ohne EMF-Exposition). Die Scores wurden von den Versuchspersonen auf einer Skala von 0 (keine Kopfschmerzen) bis 9 (unerträgliche Kopfschmerzen) während jeder Versuchsbedingung berichtet. Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Anstieg subjektiv berichteter Kopfschmerzen mittleren Grades bei Anwendung des iPhone12 Pro auf. Wird die Gabriel-Tech Frequenzkarte während der EMF-Exposition angewendet, 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 Frequenzkarte	4,4*	3,6*	3,3*	2,8*
iPhone 12 Pro mit Gabriel-Tech Frequenzkarte	0,3	0,2	0,2	0,1

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

*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 iPhone12 Pro ohne Frequenzkarte und iPhone12 Pro bei Anwendung der Gabriel-Tech Frequenzkarte sowie für die Kontrollbedingung (Basismessung ohne EMF-Exposition). Die Scores wurden von den Versuchspersonen auf einer Skala von 0 (keine Veränderung des Empfindens) bis 9 (sehr starke Veränderung des Empfindens) während jeder Versuchsbedingung berichtet. Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Anstieg subjektiv berichtete Missempfindungen mittleren Grades bei Anwendung des iPhone12 Pro an. Wird die Gabriel-Tech Frequenzkarte während der EMF Exposition angewendet, bleibt der Score der subjektiv berichteten Missempfindungen vergleichbar der Kontrollbedingung ohne EMF-Exposition.