



Mobilfunkstudie im 5G Bereich
EEG-Messungen

Auftraggeber

Gabriel-Tech GmbH

Produkt: Gabriel-Chip 5G DEGDM60SI88

iPhone 15 Pro

IMEI: 35 857 131 564 276 7

IMEI2: 35 857 131 471 142 3

iPhone 15 Pro

IMEI:35 113 556 362 305 6

IMEI2: 35 113 556 379 856 9

1. Forschungsmethodik

In der vorliegenden Studie wurden elf männliche Probanden 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 appliziert. Nach einer Basismessung (10 Minuten) ohne Mobilfunkexposition wurde das Smartphone iPhone 15 (Hersteller: Apple, Cupertino, CA, USA) für 10 Minuten im 5G-Betrieb eingeschaltet. In einer zweiten Testbedingung wurde der Gabriel-Tech 5G-Chip (Hersteller: Gabriel-Tech GmbH, Kelkheim, Deutschland) auf dem iPhone 15 angebracht und das Smartphone für 10 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 EEG-Frequenzbänder Theta (3,5-7,5 Hz), Alpha (8,0-12,5 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.

2. Ergebnisse

Die Ergebnisse der EEG-Messungen sind in Abb. 1 sowie Tabellen 1-4 dargestellt. Die Ergebnisse der EEG-Quellenaktivierungen im Gehirn zeigen während der 5G-Exposition durch das iPhone 15 starke Aktivierungen im Frequenzspektrum Beta und Gamma, auch in den tieferliegenden Schichten des Gehirns (v.a. limbisches System) mit einer zeitgleichen Reduktion der EEG-Aktivität in den Frequenzbändern Theta und Alpha. Die Aktivierungen im Beta- und Gamma-Band setzen bereits nach ein- bis zweiminütiger 5G-Exposition ein. Bei Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips gehen die Aktivierungen, die durch die 5G-Exposition entstehen, nach zwei bis drei Minuten deutlich zurück. In den tieferliegenden Schichten des Gehirns (limbisches System) sind bei Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips diese Aktivierungen, die durch die 5G-Exposition auftreten, nicht mehr zu beobachten.

Die Ergebnisse der vorliegenden EEG-Messungen indizieren eine positive Wirkung der Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips, der die Beta- und Gamma-Aktivierungen im Gehirn, die während der 5G-Exposition durch das Apple iPhone 15 entstehen, signifikant reduziert.

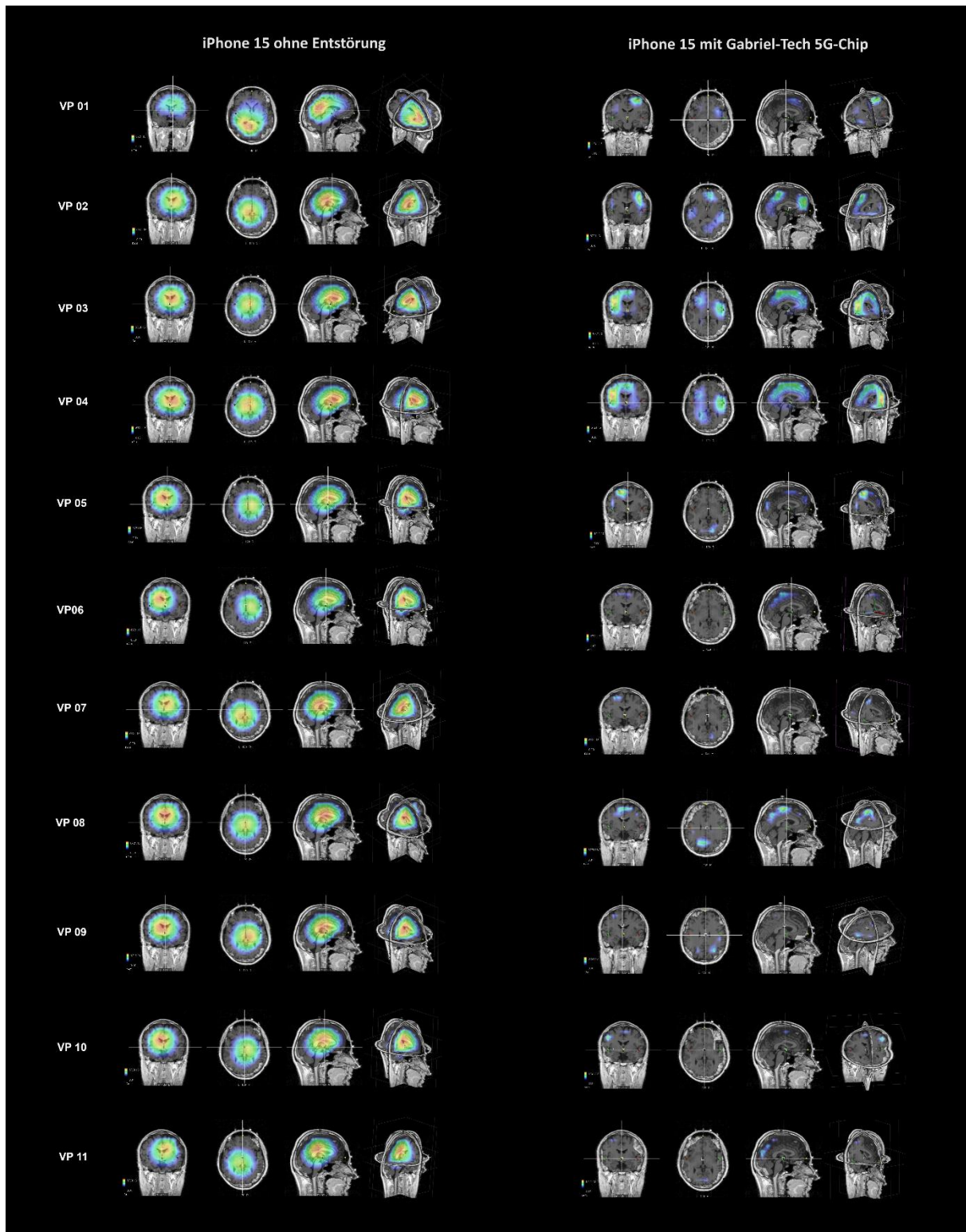


Abbildung 1. EEG-Quellenaktivierungen bei 5G-Exposition durch das iPhone 15 ohne Chip (jeweils linke Spalte) und bei Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips während der 5G-Exposition (jeweils rechte Spalte). Rot = sehr starke Aktivierung, blau = sehr geringe Aktivierung. Die Ergebnisse zeigen sehr starke Aktivierungen bei 5G-Exposition ohne Anwendung des 5G-Chips, v.a. in den tieferliegenden Gehirnregionen (limbisches System). Bei Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips erfolgt eine deutliche Reduktion der durch 5G-Exposition ausgelösten Aktivierungen im Gehirn. Die Aktivierungen im limbischen System durch 5G-Exposition treten bei Anwendung des 5G-Chips bei den Probanden nicht mehr auf.

EEG Gamma-Aktivität	Limbisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	0,58	2,73	1,81	2,07	1,86	2,84
iPhone 15 ohne Chip	38,95 ^a	29,16 ^a	32,30 ^a	55,48 ^a	41,22 ^a	45,42 ^a
iPhone 15 mit Gabriel-Tech 5G-Chip	3,64 ^b	7,28 ^b	4,09 ^b	6,13 ^b	4,97 ^b	6,25 ^b

^a statistisches Signifikanzniveau $p < .01$ im Vergleich (post-hoc Test) von Testbedingung iPhone 15 ohne Applikation gegenüber der Basismessung ohne EMF-Exposition

^b statistisches Signifikanzniveau $p < .01$ im Vergleich (post-hoc Test) von Testbedingung iPhone 15 mit Gabriel-Tech 5G-Chip gegenüber der Testbedingung iPhone 15 ohne Chip

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 15 ohne Chip und iPhone 15 bei Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips sowie für die Kontrollbedingung (Basismessung ohne EMF-Exposition). Die Ergebnisse zeigen hochsignifikante Anstiege (jeweils $p < .01$) in den Aktivierungen im Gamma-Band in allen getesteten Gehirnarealen bei Anwendung des iPhone 15 ohne Chip gegenüber der Basismessung ohne EMF-Exposition. Wird der Gabriel-Tech 5G-Chip auf dem iPhone 15 angebracht, sind die Gamma-Aktivierungen in allen getesteten Gehirnarealen gegenüber der Testbedingung iPhone 15 ohne Chip signifikant reduziert.

EEG Beta-Aktivität	Limbisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	3,91	11,55	9,27	9,60	8,07	12,32
iPhone 15 ohne Chip	41,06 ^a	46,39 ^a	33,96 ^a	54,22 ^a	43,48 ^a	45,04 ^a
iPhone 15 mit Gabriel-Tech 5G-Chip	4,37 ^b	14,20 ^b	11,64 ^c	13,18 ^b	11,29 ^b	16,85 ^b

^a statistisches Signifikanzniveau $p < .01$ im Vergleich (post-hoc Test) von Testbedingung iPhone 15 ohne Applikation gegenüber der Basismessung ohne EMF-Exposition

^b statistisches Signifikanzniveau $p < .01$ im Vergleich (post-hoc Test) von Testbedingung iPhone 15 mit Gabriel-Tech 5G-Chip gegenüber der Testbedingung iPhone 15 ohne Chip

^c statistisches Signifikanzniveau $p < .05$ im Vergleich (post-hoc Test) von Testbedingung iPhone 15 mit Gabriel-Tech 5G-Chip gegenüber der Testbedingung iPhone 15 ohne Chip

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 15 ohne Chip und iPhone 15 bei Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips sowie für die Kontrollbedingung (Basismessung ohne EMF-Exposition). Die Ergebnisse zeigen signifikante Anstiege in den Aktivierungen im Beta-Band in allen getesteten Gehirnarealen bei Anwendung des iPhone 15 ohne Chip gegenüber der Basismessung ohne EMF-Exposition. Wird der Gabriel-Tech 5G-Chip auf dem iPhone 15 angebracht, sind die Beta-Aktivierungen in allen getesteten Gehirnarealen gegenüber der Testbedingung iPhone 15 ohne Chip signifikant reduziert, vergleichbar den Werten in der Basismessung.

EEG Alpha-Aktivität	Limbisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	12,35	10,10	9,57	7,89	11,85	16,62
iPhone 15 ohne Chip	3,26 ^a	0,82 ^a	0,24 ^a	1,15 ^a	1,71 ^a	2,35 ^b
iPhone 15 mit Gabriel-Tech 5G-Chip	13,62 ^d	12,59 ^d	11,25 ^d	8,79 ^d	14,48 ^c	19,27 ^c

^a statistisches Signifikanzniveau $p < .05$ im Vergleich (post-hoc Test) von Testbedingung iPhone 15 ohne Applikation gegenüber der Basismessung ohne EMF-Exposition

^b statistisches Signifikanzniveau $p < .01$ im Vergleich (post-hoc Test) von Testbedingung iPhone 15 ohne Applikation gegenüber der Basismessung ohne EMF-Exposition

^c statistisches Signifikanzniveau $p < .01$ im Vergleich (post-hoc Test) von Testbedingung iPhone 15 mit Gabriel-Tech 5G-Chip gegenüber der Testbedingung iPhone 15 ohne Chip

^d statistisches Signifikanzniveau $p < .05$ im Vergleich (post-hoc Test) von Testbedingung iPhone 15 mit Gabriel-Tech 5G-Chip gegenüber der Testbedingung iPhone 15 ohne Chip

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 15 ohne Chip und iPhone 15 bei Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips sowie für die Kontrollbedingung (Basismessung ohne EMF-Exposition). Die Ergebnisse zeigen eine signifikante Reduktion der Aktivität im Alpha-Band in allen getesteten Gehirnarealen bei Anwendung des iPhone 15 ohne Chip. Wird der Gabriel-Tech 5G-Chip auf dem iPhone 15 angebracht, sind die Alpha-Aktivierungen in allen getesteten Gehirnarealen gegenüber der Testbedingung iPhone 15 ohne Chip signifikant reduziert und befinden sich auf vergleichbarem Niveau mit der Basismessung.

EEG Theta-Aktivität	Limisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	7,84	8,03	7,51	5,38	7,85	6,11
iPhone 15 ohne Chip	0,66 ^a	0,41 ^a	1,27	0,50 ^a	1,39	0,92 ^a
iPhone 15 mit Gabriel-Tech 5G-Chip	8,02 ^b	7,16 ^b	5,39 ^b	6,94 ^b	6,81 ^b	7,63 ^b

^a statistisches Signifikanzniveau $p < .05$ im Vergleich (post-hoc Test) von Testbedingung iPhone 15 ohne Applikation gegenüber der Basismessung ohne EMF-Exposition

^b statistisches Signifikanzniveau $p < .05$ im Vergleich (post-hoc Test) von Testbedingung iPhone 15 mit Gabriel-Tech 5G-Chip gegenüber der Testbedingung iPhone 15 ohne Chip

Tabelle 4. Mittlere Leistungsdichten in $\mu\text{V}^2/\text{Hz}$ der EEG-Aktivierungen im Theta-Band (3,5-7,5 Hz) durch 5G-Exposition für die Testbedingungen iPhone 15 ohne Chip und iPhone 15 bei Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips sowie für die Kontrollbedingung (Basismessung ohne EMF-Exposition). Die Ergebnisse zeigen eine signifikante Reduktion der Aktivität im Theta-Band in allen getesteten Gehirnarealen bei Anwendung des iPhone 15 ohne Chip. Wird der Gabriel-Tech 5G-Chip auf dem iPhone 15 angebracht, sind die Theta-Aktivierungen in allen getesteten Gehirnarealen gegenüber der Testbedingung iPhone 15 ohne Chip signifikant reduziert und befinden sich auf vergleichbarem Niveau mit der Basismessung.