



Mobilfunkstudie

iPhone 12 Pro Max 5G

Apple iPhone 12 Pro Max5G / IMEI-Serien Nr.: 356692115119921

Apple iPhone 12 Pro Max 5G / IMEI-Serien Nr.: 356697115562194

Gabriel-Technologie

Gabriel-Chip GDM60SI88

1. Forschungsmethodik

In den vorliegenden Messungen wurden sechs männliche neurologisch gesunde Probanden (Durchschnittsalter 43 Jahre) getestet. Die Testung mittels Elektroenzephalogramm (EEG) fand im Sitzen über einen Zeitraum von 30 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 Max (Hersteller: Apple, Cupertino, CA, USA) für 30 Minuten im 5G-Betrieb eingeschaltet. In einer zweiten Testbedingung wurde der Gabriel-Tech 5G-Chip (Hersteller: Gabriel-Tech GmbH, Kelkheim, Deutschland) auf dem iPhone 12 Pro Max angebracht und das Smartphone 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 high-density EEG (ANT neuro) von 128 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), Müdigkeit, Vitalität, Energie, Wohlbefinden, Stressempfinden und Gereiztheit 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, Missempfindungen (Bereiche: Kopfoberfläche, Gesicht, Oberkörper, Arme), Müdigkeit, Vitalität, Energie, Wohlbefinden, Stressempfinden und Gereiztheit. Das statistische Signifikanzniveau wurde bei allen Tests auf $p < 0,05$ festgelegt.

1. Ergebnisse

Die Ergebnisse der EEG-Messungen und subjektiven Befindlichkeit sind in Abb. 1 sowie Tabellen 1-7 dargestellt. Die Ergebnisse der EEG-Quellenaktivierungen im Gehirn zeigen während der 5G-Exposition durch das iPhone 12 Pro Max starke Aktivierungen im Frequenzspektrum Beta bis 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 des Gabriel-Tech 5G-Chips 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 des Gabriel-Tech 5G-Chips 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 Chip eine Zunahme der Kopfschmerzen (Mittelwert 5,1) sowie Missempfindungen an der Kopfoberfläche (Mittelwert 4,6), im Gesicht (Mittelwert 4,1), am Oberkörper (Mittelwert 3,5) und an den Armen (Mittelwert 2,9), Müdigkeit (Mittelwert 6,8), Stressempfinden (Mittelwert 7,1), Gereiztheit (Mittelwert 6,4), Abnahme der Vitalität (Mittelwert 1,5), Abnahme der Energie (Mittelwert 3,7) und des Wohlbefindens (Mittelwert 1,3). Bei Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips wurden diese Beeinträchtigungen der subjektiven Befindlichkeit signifikant reduziert und befanden sich auf vergleichbarem Niveau wie in der Basismessung (siehe Tab. 5-7).

Die Ergebnisse der inferenzstatistischen Testung der EEG-Daten zeigen hochsignifikante Effekte der Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips für das limbische System [$F(2, 15) = 15,38, p = 0,004$], sowie den frontalen [$F(2, 15) = 10,29, p = 0,008$], zentralen [$F(2, 15) = 7,84, p = 0,01$], parietalen [$F(2, 15) = 8,31, p = 0,009$], temporalen [$F(2, 15) = 12,16, p = 0,006$] und okzipitalen Cortex [$F(2, 15) = 8,12, p = 0,009$] auf.

Die Ergebnisse der Testung des subjektiven Befindens zeigen signifikante Effekte der Anwendung des 5G-Chips für die Dimensionen Kopfschmerzen [$F(2, 15) = 5,23, p = 0,02$], Missempfindungen im Bereich Kopfoberfläche [$F(2, 15) = 5,66, p = 0,02$], Gesicht [$F(2, 15) = 4,60, p = 0,03$], Oberkörper [$F(2, 15) = 3,97, p = 0,04$] und Arme [$F(2, 15) = 3,71, p = 0,04$], Müdigkeit [$F(2, 15) = 3,87, p = 0,04$], Vitalität [$F(2, 15) = 5,18, p = 0,02$], Energie [$F(2, 15) = 3,80, p = 0,04$], Wohlbefinden [$F(2, 15) = 4,27, p = 0,03$], Stressempfinden [$F(2, 15) = 3,75, p = 0,04$] und Gereiztheit [$F(2, 15) = 4,59, p = 0,03$] an. Bei Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips 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 des Gabriel-Tech 5G-Chips, der die Beta- und Gamma-Aktivierungen im Gehirn, die durch 5G-Exposition mittels des Apple iPhone 12 Pro Max entstehen, deutlich reduziert. Durch die Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips auf dem iPhone 12 Pro Max werden ebenfalls die subjektiv berichteten Beschwerden Kopfschmerzen, Missempfindungen an der Kopfoberfläche, im Gesicht, am Oberkörper und an den Armen, Müdigkeit, Stressempfinden, Gereiztheit reduziert. Bei Anwendung des Gabriel-Tech Chips auf dem iPhone 12 Pro Max bleiben die

Scores der Parameter Vitalität, Energie und Wohlbefinden auf vergleichbarem Niveau wie in der Basismessung ohne EMF-Exposition.

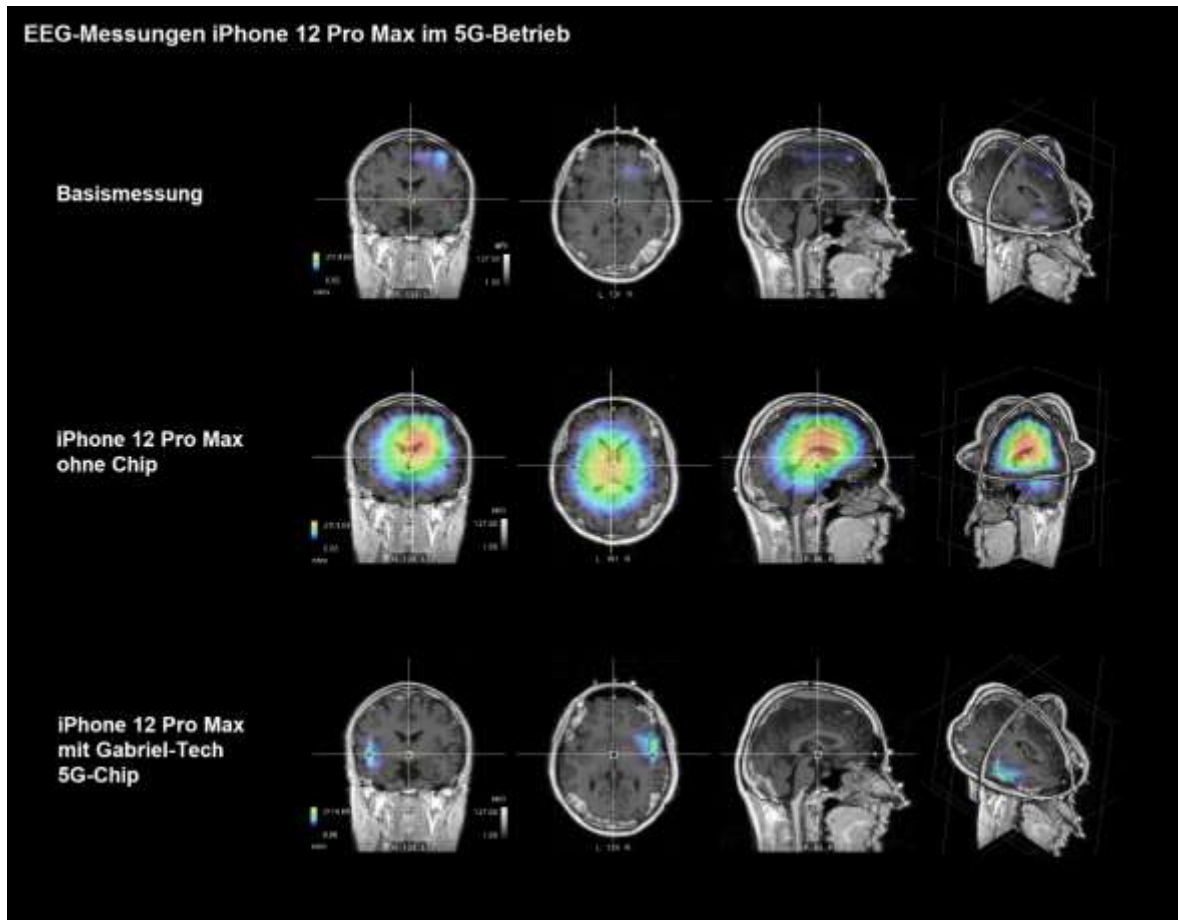


Abbildung 1. Gemittelte EEG-Quellenaktivierungen bei 5G-Exposition durch das iPhone 12 Pro Max ohne Chip (mittlere Zeile) und bei Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips während der 5G-Exposition (untere Zeile). Rot = sehr starke Aktivierung, blau = sehr geringe Aktivierung. Die Ergebnisse zeigen sehr starke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

EEG Gamma- Aktivität	Limisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	0,72	3,28	3,04	2,57	3,23	2,91
iPhone 12 Pro Max ohne Chip	35,51**	23,95**	34,68**	42,60**	40,36**	41,63**
iPhone 12 Pro Max mit Gabriel-Tech 5G-Chip	0,68	3,35	3,86	3,95	3,94	4,26

** statistisches Signifikanzniveau $p < .01$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro Max ohne Chip gegenüber der Basismessung sowie der Testbedingung iPhone 12 Pro Max mit Gabriel-Tech 5G-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 12 Pro Max ohne Chip und iPhone 12 Pro Max bei Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips 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 Max ohne Chip. Wird der Gabriel-Tech 5G-Chip auf dem iPhone 12 Pro Max angebracht, sind die Gamma-Aktivierungen in allen getesteten Gehirnarealen signifikant reduziert, befinden sich auf vergleichbarem Level mit der Basismessung.

EEG Beta- Aktivität	Limisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	4,27	10,46	9,53	8,50	8,82	6,94
iPhone 12 Pro Max ohne Chip	33,51**	30,40**	32,25**	46,69**	42,46**	40,38**
iPhone 12 Pro Max mit Gabriel-Tech 5G-Chip	4,85	12,37	10,58	9,84	10,25	8,71

** statistisches Signifikanzniveau $p < .01$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro Max ohne Chip gegenüber der Basismessung sowie der Testbedingung iPhone 12 Pro Max mit Gabriel-Tech 5G-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 12 Pro Max ohne Chip und iPhone 12 Pro Max bei Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips 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 Max ohne Chip. Wird der Gabriel-Tech 5G-Chip auf dem iPhone 12 Pro Max angebracht, bleiben die Beta-Aktivierungen in allen getesteten Gehirnarealen auf vergleichbarem Niveau mit der Basismessung.

EEG Alpha-Aktivität	Limisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	12,08	8,36	8,93	7,90	11,71	16,82
iPhone 12 Pro Max ohne Chip	6,42*	2,38*	2,01*	1,84*	6,25*	6,33**
iPhone 12 Pro Max mit Gabriel-Tech 5G-Chip	10,79	9,03	9,65	8,64	11,02	15,64

* statistisches Signifikanzniveau $p < .05$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro Max ohne Chip gegenüber der Basismessung sowie der Testbedingung iPhone 12 Pro Max mit Gabriel-Tech 5G-Chip
 ** statistisches Signifikanzniveau $p < .01$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro Max ohne Chip gegenüber der Basismessung sowie der Testbedingung iPhone 12 Pro Max mit Gabriel-Tech 5G-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 12 Pro Max ohne Chip und iPhone 12 Pro Max bei Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips 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 Max. Wird der Gabriel-Tech 5G-Chip auf dem iPhone 12 Pro Max angebracht, werden die Alpha-Aktivierungen in allen getesteten Gehirnarealen auf vergleichbarem Niveau mit der Basismessung aufrechterhalten.

EEG Theta-Aktivität	Limbisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	5,73	6,61	6,80	6,27	6,84	7,19
iPhone 12 Pro Max ohne Chip	2,75*	1,60**	2,62*	1,25**	2,69*	2,53*
iPhone 12 Pro Max mit Gabriel-Tech 5G-Chip	5,49	6,62	6,38	6,34	5,80	7,63

* statistisches Signifikanzniveau $p < .05$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro Max ohne Chip gegenüber der Basismessung sowie der Testbedingung iPhone 12 Pro Max mit Gabriel-Tech 5G-Chip
 **statistisches Signifikanzniveau $p < .01$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro Max ohne Chip gegenüber der Basismessung sowie der Testbedingung iPhone 12 Pro Max mit Gabriel-Tech 5G-Chip

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 Max ohne Chip und iPhone 12 Pro Max bei Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips 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 Max. Wird der Gabriel-Tech 5G-Chip auf dem iPhone 12 Pro Max angebracht, werden die Theta-Aktivierungen in allen getesteten Gehirnarealen aufrechterhalten, auf vergleichbarem Niveau wie in der Basismessung.

	Mittlerer Score Kopfschmerzen
Basismessung	0,1
iPhone 12 Pro Max ohne Chip	5,1 ^{a,b}
iPhone 12 Pro Max mit Gabriel-Tech 5G-Chip	0,4

^a statistisches Signifikanzniveau $p < .05$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro Max ohne Chip gegenüber der Basismessung

^b statistisches Signifikanzniveau $p < .05$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro Max ohne Chip gegenüber der Testbedingung iPhone 12 Pro Max mit Gabriel-Tech 5G-Chip

Tabelle 5. Mittlere Scores berichteter Kopfschmerzen durch 5G-Exposition für die Testbedingungen iPhone 12 Pro Max ohne Chip und iPhone 12 Pro Max bei Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips 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 iPhone 12 Pro Max ohne Chip auf. Wird der Gabriel-Tech 5G-Chip auf dem iPhone 12 Pro Max angebracht, 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 Max ohne Chip	4,6 ^{a,b}	4,1 ^{a,b}	3,5 ^{a,b}	2,9 ^{a,b}
iPhone 12 Pro Max mit Gabriel-Tech 5G-Chip	0,3	0,3	0,2	0,1

^a statistisches Signifikanzniveau $p < .05$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro Max ohne Chip gegenüber der Basismessung

^b statistisches Signifikanzniveau $p < .05$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro Max ohne Chip gegenüber der Testbedingung iPhone 12 Pro Max mit Gabriel-Tech 5G-Chip

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 Max ohne Chip und iPhone 12 Pro Max bei Anwendung des Gabriel-Tech 5G-Chips 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 iPhone 12 Pro Max ohne Chip an. Wird der Gabriel-Tech 5G-Chip auf dem iPhone 12 Pro Max angebracht, bleibt der Score der subjektiv berichteten Missempfindungen vergleichbar der Kontrollbedingung ohne EMF-Exposition.

	Müdigkeit	Vitalität	Energie	Wohl- befinden	Stress	Gereiztheit
Basismessung	0,9	8,3	8,7	8,6	0,2	0,0
iPhone 12 Pro Max ohne Chip	6,8 ^{a,b}	1,5 ^{a,b}	3,7 ^{a,b}	1,3 ^{a,b}	7,1 ^{a,b}	6,4 ^{a,b}
iPhone 12 Pro Max mit Gabriel-Tech 5G-Chip	0,7	8,6	9,0	8,9	0,3	0,2

^a statistisches Signifikanzniveau $p < .05$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro Max ohne Chip gegenüber der Basismessung

^b statistisches Signifikanzniveau $p < .05$ im Vergleich von Testbedingung iPhone 12 Pro Max ohne Chip gegenüber der Testbedingung iPhone 12 Pro Max mit Gabriel-Tech Chip

Tabelle 7. Mittlere Scores berichteter Befindlichkeit (Müdigkeit, Vitalität, Energie, Wohlbefinden, Stress, Gereiztheit) durch Mobilfunkexposition für die Testbedingungen iPhone 12 Pro Max ohne Chip und iPhone 12 Pro Max bei Anwendung des Gabriel-Tech Chips 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 eine signifikante Zunahme der Müdigkeit, des Stressempfindens und der Gereiztheit mit einer Reduktion der Vitalität, der Energie und des Wohlbefindens bei Anwendung des iPhone 12 Pro Max ohne Chip gegenüber den Testbedingungen iPhone 12 Pro Max mit Gabriel-Tech Chip und der Basismessung an. Wird der Gabriel-Tech Chip auf dem iPhone 12 Pro Max angebracht, bleiben die Scores Müdigkeit, Vitalität, Energie, Wohlbefinden, Stressempfinden und Gereiztheit auf vergleichbarem Niveau mit der Kontrollbedingung ohne EMF-Exposition.