



Mobilfunkstudie

EEG-Messungen

iPhone 15

ROM-Electronic/Gabriel-Technologie

AmpliField mini

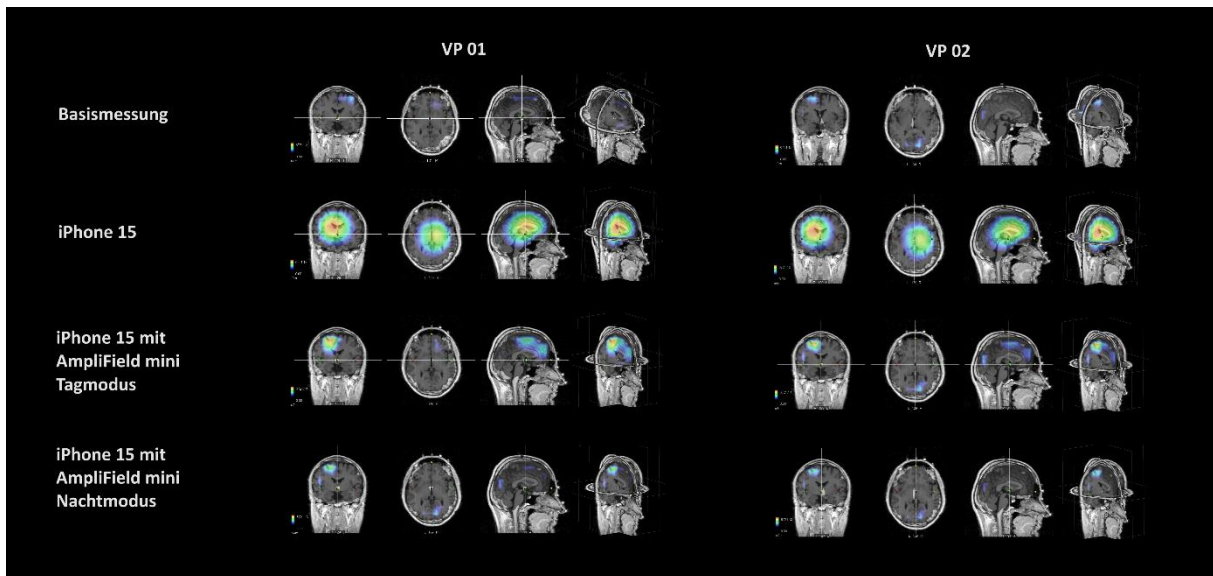
## 1. Forschungsmethodik

In den vorliegenden Messungen wurden zwei männliche Probanden getestet. Die Testung mittels Elektroenzephalogramm (EEG) fand im Sitzen über einen Zeitraum von 10 Minuten pro experimenteller Bedingung statt. Gegenstand der vorliegenden EEG-Messungen war die Wirkung des Frequenzgeräts AmpliField mini (Hersteller: ROM-Electronic GmbH, Deisenhausen, Deutschland; Gabriel-Tech GmbH, Kelkheim, Deutschland) während einer 5G-Exposition auf die Gehirnaktivität. 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 der ersten Testbedingung wurde das AmpliField mini im Tagmodus (7,83 Hz) eingeschaltet während das iPhone 15 für 10 Minuten mit einem 5G-Telefonat lief. In einer weiteren Testbedingung wurde das AmpliField mini im Nachtmodus (3,08 Hz) getestet, während über das iPhone 15 ein 5G-Telefonat stattfand. 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 EEGs (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.

## 1. 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 in den Frequenzbereichen 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 AmpliField mini sind die Aktivierungen, die durch die 5G-Exposition entstehen, sowohl im Tagmodus als auch im Nachtmodus deutlich gegenüber der Testbedingung iPhone 15 ohne Anwendung des AmpliField mini reduziert. In den tieferliegenden Schichten des Gehirns (limbisches System) sind bei Anwendung des AmpliField mini 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 AmpliField mini, das die Beta- und Gamma-Aktivierungen im Gehirn, die während der 5G-Exposition mittels des Apple iPhone 15 entstehen, deutlich reduziert.



*Abbildung 1.* EEG-Quellenaktivierungen bei 5G-Exposition durch das iPhone 15 und bei Anwendung des AmpliField mini im Tagmodus während der 5G-Exposition sowie bei Anwendung des AmpliField mini im Nachtmodus bei den beiden getesteten Probanden. Rot = sehr starke Aktivierung, blau = sehr geringe Aktivierung. Die Ergebnisse zeigen sehr starke Aktivierungen bei 5G-Exposition ohne Anwendung des AmpliField mini, v.a. in den tieferliegenden Gehirnregionen (limbisches System). Bei Anwendung des AmpliField mini erfolgt eine deutliche Reduktion der durch 5G-Exposition ausgelösten Aktivierungen im Gehirn. Die Aktivierungen im limbischen System durch 5G-Exposition beim iPhone 15 treten bei Anwendung des AmpliField mini bei den Probanden nicht mehr auf.

EEG Gamma-Aktivität	Limbisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	0,38	2,55	2,02	1,89	1,64	2,43
iPhone 15 ohne AmpliField mini	37,72	26,20	30,49	54,71	42,37	41,18
iPhone 15 mit AmpliField mini Tagmodus	2,15	6,83	4,67	6,08	5,42	6,26
iPhone 15 mit AmpliField mini Nachtmodus	0,53	3,21	4,73	3,49	2,14	5,85

*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 AmpliField mini und iPhone 15 bei Anwendung des AmpliField mini im Tagmodus und Nachtmodus sowie für die Kontrollbedingung (Basismessung ohne EMF-Exposition). Die Ergebnisse zeigen starke Aktivierungen im Gamma-Band in allen getesteten Gehirnarealen bei 5G-Exposition mittels des iPhone 15 ohne Anwendung des AmpliField mini. Wird AmpliField mini im Tagmodus oder Nachtmodus während des iPhone 15 5G-Telefonats angewendet, sind die Gamma-Aktivierungen in allen getesteten Gehirnarealen deutlich reduziert und befinden sich auf vergleichbarem Niveau wie in der Basismessung.

EEG Beta-Aktivität	Limbisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	3,68	11,17	8,73	9,25	8,82	10,54
iPhone 15 ohne AmpliField mini	45,32	48,54	37,81	52,18	45,90	42,63
iPhone 15 mit AmpliField mini Tagmodus	6,26	14,72	10,28	13,56	12,33	14,15
iPhone 15 mit AmpliField mini Nachtmodus	4,05	10,43	7,59	8,82	9,64	8,38

*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 AmpliField mini und iPhone 15 bei Anwendung des AmpliField mini im Tagmodus und Nachtmodus sowie für die Kontrollbedingung (Basismessung ohne EMF-Exposition). Die Ergebnisse zeigen starke Aktivierungen im Beta-Band in allen getesteten Gehirnarealen bei 5G-Exposition mittels des iPhone 15 ohne Anwendung des AmpliField mini. Wird AmpliField mini im Tagmodus oder Nachtmodus während des iPhone 15 5G-Telefonats angewendet, sind die Beta-Aktivierungen in allen getesteten Gehirnarealen deutlich reduziert und befinden sich auf vergleichbarem Niveau wie in der Basismessung.

EEG Alpha-Aktivität	Limbisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	12,17	7,39	8,43	7,68	11,26	15,05
iPhone 15 ohne AmpliField mini	6,30	0,72	1,78	1,25	3,02	4,86
iPhone 15 mit AmpliField mini Tagmodus	11,28	6,64	10,76	6,80	15,41	18,38
iPhone 15 mit AmpliField mini Nachtmodus	14,54	7,87	11,30	6,97	13,84	17,27

*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 15 ohne AmpliField mini und iPhone 15 bei Anwendung des AmpliField mini im Tagmodus und Nachtmodus sowie für die Kontrollbedingung (Basismessung ohne EMF-Exposition). Die Ergebnisse zeigen deutlich geringere Aktivierungen im Alpha-Band in allen getesteten Gehirnarealen bei 5G-Exposition mittels des iPhone 15 ohne Anwendung des AmpliField mini. Wird AmpliField mini im Tagmodus oder Nachtmodus während des iPhone 15 5G-Telefonats angewendet, sind die Alpha-Aktivierungen in allen getesteten Gehirnarealen gegenüber der Testbedingung iPhone 15 ohne AmpliField mini deutlich erhöht und befinden sich auf vergleichbarem Niveau wie in der Basismessung.

EEG Theta-Aktivität	Limbisches System	Frontal	Zentral	Temporal	Parietal	Okzipital
Basismessung	7,15	8,64	6,25	5,76	7,03	6,38
iPhone 15 ohne AmpliField mini	0,71	0,39	1,43	0,27	1,17	0,65
iPhone 15 mit AmpliField mini Tagmodus	8,38	7,16	5,82	6,19	6,88	7,04
iPhone 15 mit AmpliField mini Nachtmodus	9,69	9,27	6,41	7,38	8,95	8,72

*Tabelle 4.* Mittlere Leistungsdichten in  $\mu\text{V}^2/\text{Hz}$  der EEG-Aktivierungen im Theta-Band (3,5-8,0 Hz) durch 5G-Exposition für die Testbedingungen iPhone 15 ohne AmpliField mini und iPhone 15 bei Anwendung des AmpliField mini im Tagmodus und Nachtmodus sowie für die Kontrollbedingung (Basismessung ohne EMF-Exposition). Die Ergebnisse zeigen deutlich geringere Aktivierungen im Theta-Band in allen getesteten Gehirnarealen bei 5G-Exposition mittels des iPhone 15 ohne Anwendung des AmpliField mini. Wird AmpliField mini im Tagmodus oder Nachtmodus während des iPhone 15 5G-Telefonats angewendet, sind die Theta-Aktivierungen in allen getesteten Gehirnarealen gegenüber der Testbedingung iPhone 15 ohne AmpliField mini deutlich erhöht und befinden sich auf vergleichbarem Niveau wie in der Basismessung.