



Bluetooth

Datum:

1. Mai 2025

Bluetooth ermöglicht die Datenübertragung zwischen elektronischen Geräten über eine Funkverbindung. Typische Anwendungen sind:

- Verbindung von Headsets, Kopfhörern oder Hörgeräten mit Mobiltelefonen oder Schnurlostelefonen
- Schnurlose Telefone für Internet-Telefonie (Voice over IP)
- Kabellose Verbindungen bei Audio- und Videoanlagen
- Kabellose Verbindungen zwischen Computern, Druckern, Mäusen, Digitalkameras etc.
- Patienten-Monitoring in Spitälern
- Verbindung von Smartwatches oder Fitness-Tracker mit Mobiltelefonen



Bluetooth-Geräte werden den drei verschiedenen Klassen 1, 2 und 3 zugeteilt. Die Strahlung von Bluetooth-Geräten der Klassen 2 und 3 ist schwach und lokal begrenzt. Die meisten körpernah betriebenen Bluetooth-Anwendungen gehören diesen Klassen an. Die Reichweite beträgt bis zu 40 Meter bei Klasse 2 und bis zu 10 Meter bei Klasse 3. Bluetooth-Sender der stärksten Klasse 1 können zu Strahlungsbelastungen ähnlich wie bei Mobiltelefonen führen, sofern sie in unmittelbarer Nähe zum Körper betrieben werden. Die Reichweite beträgt bei Klasse 1 bis zu 100 Meter.

Die Strahlungsbelastung durch Bluetooth-Geräte aller Klassen ist kleiner als die Grenzwerte. Bezüglich gesundheitlicher Auswirkungen bei langfristiger Belastung durch hochfrequente elektromagnetische Felder bestehen Unsicherheiten. Kurzfristige Auswirkungen von hochfrequenter Strahlung von Bluetooth-Geräten sind aber keine zu erwarten.

Bluetooth-Headsets zur Minimierung der Strahlung von Mobiltelefonen

Bluetooth-Head-sets der Klassen 2 und 3 strahlen viel schwächer als ein Mobiltelefon und reduzieren die Strahlenbelastung des Kopfes erheblich.



1 Technische Daten

1.1 Sendeleistung

Für verschiedene Bluetooth-Anwendungen gibt es drei verschiedene Klassen mit unterschiedlichen Reichweiten (Tabelle 1).

Die effektive Sendeleistung ist meistens kleiner als die maximale, da nur so stark gesendet wird, dass das empfangende Gerät das Signal gerade noch empfangen kann. Das empfangende Gerät kann die Sendeleistung messen und den Sender anweisen, falls möglich, die Sendeleistung zu steigern oder zu reduzieren. Mit dieser Leistungsregulation können die Batterielaufzeit erhöht und Störungen anderer Bluetooth-Netze vermindert werden.

Klasse	Spitzensendeleistung (mW)	Maximale Sendeleistung (mW)	Minimale Sendeleistung (mW)	Reichweite (m)
1	100	76	1	100
2	2,5	1,9	0,25	40
3	1	0,8	-	10

Tabelle 1 Klassen von Bluetooth-Sendern

1.2 Niederfrequente Felder:

Da ein Bluetooth-Gerät nur während dem Senden und Empfangen Strom braucht, wird die Batterie immer wieder ein- und ausgeschaltet. Daraus resultieren niederfrequente Magnetfelder.

2 Expositionen

2.1 SAR-Wert

Als grundlegendes Mass für die Belastung durch hochfrequente Strahlung wird die im Körper absorbierte Strahlungsenergie pro Zeitintervall und Körpergewicht verwendet und als spezifische Absorptionsrate (sog. SAR-Wert) in Watt pro Kilogramm W/kg angegeben. Bei Bluetooth-Geräten, welche in der Nähe des Körpers betrieben werden, wird der SAR-Wert gemessen. Bei Geräten, die weiter vom Körper entfernt betrieben werden, ist auch das elektrische Feld aussagekräftig. In einer im Auftrag des BAG durchgeführten Studie [1, 2] wurden die SAR-Werte und die elektrischen Felder folgender Anwendungen gemessen:

- zwei verschiedene Bluetooth USB-Stecker-Antennen der Klassen 1 und 2 bei maximaler Datenrate und maximaler Sendeleistung
- zwei verschiedene Freisprechvorrichtungen der Klasse 3 (nur SAR-Wert)

Die SAR-Werte wurden in einem Körper-Phantom an verschiedenen Stellen gemessen. Die gemessenen SAR-Werte liegen alle unter dem Grenzwert von 2 W/kg (Tabelle 2) [3].

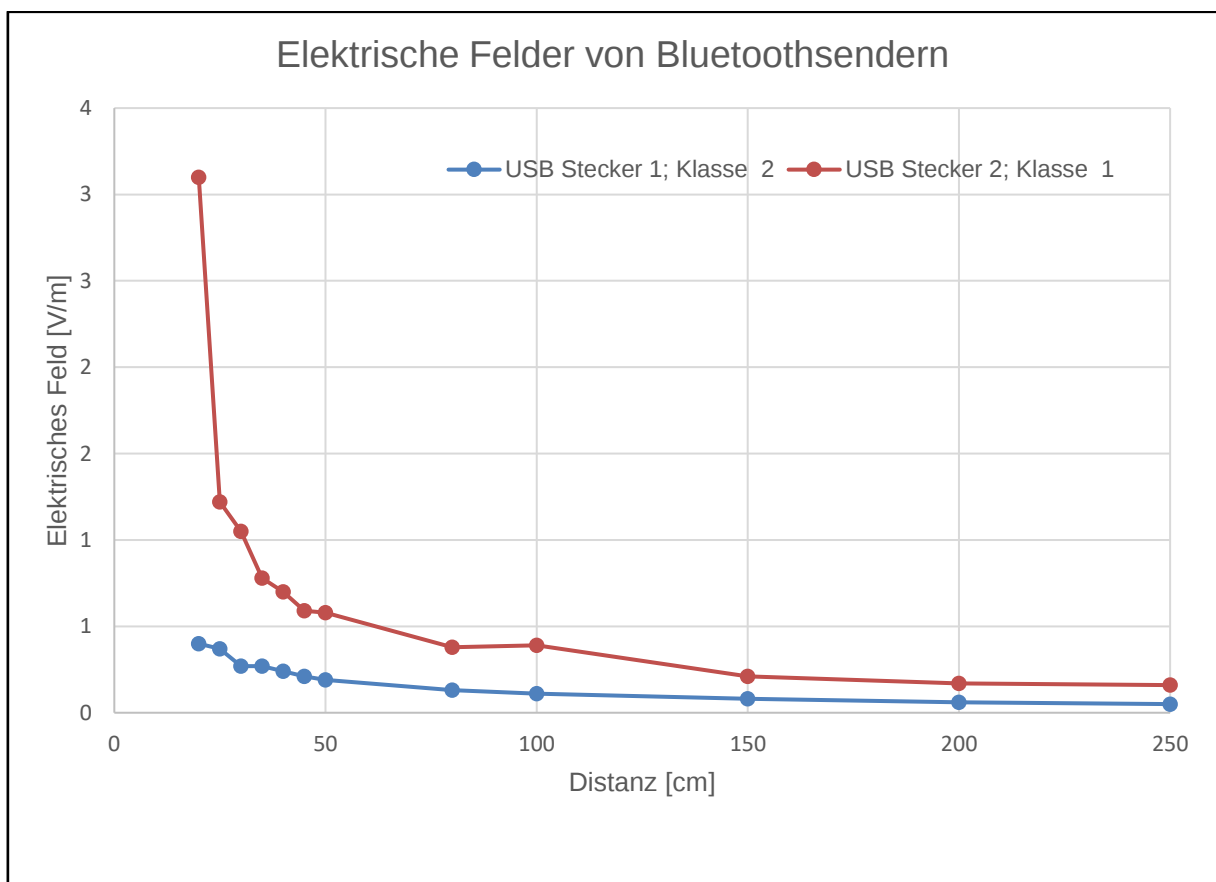


	Klasse	SAR (W/kg)
Steckbare Antenne (USB)	1	0,466
Steckbare Antenne (USB)	2	0,0092
Freisprecheinrichtungen	3	0,00117 - 0,00319

Tabelle 2: Für jeden Standard sind der maximal gemessene SAR-Wert und die verwendete Datenrate angegeben. SAR-Werte wurden in einem Körperphantom gemessen [1, 2]

2.2 Elektrisches Feld

Das elektrische Feld in der Nähe von Bluetooth USB-Stecker-Antennen im Betrieb mit maximaler Sendeleistung wird in Figur 1 gezeigt. Das Feld nimmt mit dem Abstand zum Gerät schnell ab. Die gemessenen Feldstärken der Bluetooth-Geräte liegen im Abstand von 20 cm um mindestens Faktor 20 unter dem Grenzwert von 61 V/m [3]. Das elektrische Feld nimmt mit zunehmendem Abstand sehr schnell ab. Die Messungen wurden bei maximalen Sendeleistungen durchgeführt [1, 2].



Figur 1: Maximales elektrisches Feld (E-Feld) als Funktion des Abstandes für zwei Bluetooth-USB-Stecker-Antennen verschiedener Klassen).

Normalerweise reduziert Bluetooth die Sendeleistung, wenn die Verbindung zwischen den Geräten



gut ist, um Energie zu sparen und Interferenzen mit anderen Geräten zu vermeiden. Dies führt dann zu noch kleineren E-Feldern und SAR-Werten.

3 Gesundheitliche Auswirkungen

3.1 Hochfrequente elektromagnetische Felder

Gemäss heutigem Kenntnisstand und aufgrund vorhandener Expositionsmessungen ist die durch Bluetooth-Netzwerke erzeugte hochfrequente Strahlung zu schwach, um durch Absorption über eine Erhöhung der Temperatur nachweisbare, akute gesundheitliche Wirkungen auslösen zu können.

Die internationale Krebsagentur (IARC) hat im Jahr 2011 hochfrequente elektromagnetische Felder als möglicherweise krebserregend (Gruppe 2B) eingestuft [4]. Dies allerdings nur aufgrund von Studien, die einen möglichen Zusammenhang zwischen dem Telefonieren mit Mobiltelefonen oder Schnurlostelefonen und dem Auftreten von Hirntumoren sehen. Die Datenlage wird von der IARC als begrenzt eingestuft, da diese Studien zu Hirntumoren und Mobil- und Schnurlostelefonie Mängel hinsichtlich Studiendesign und der Abschätzung der Belastungsdauer aufweisen. Einen Zusammenhang zwischen der Belastung durch Mobil- und Schnurlostelefonen und anderen Krankheiten oder Symptomen konnte nicht festgestellt werden. Zudem konnte die IARC auch keinen Zusammenhang zwischen gesundheitlichen Auswirkungen und hochfrequenter Strahlung, die von anderen Geräten wie beispielsweise Bluetooth ausgeht, feststellen. Kurzfristige gesundheitliche Wirkungen sind keine zu erwarten, da die heutigen Grenzwerte akute Schädigungen vermeiden.

3.2 Effekte auf den Hörnerv

Verschiedene Studien mit elektromagnetischer Strahlung von Bluetooth-Sendern zeigten im Tierversuch keine Effekte auf das Innenohr und hatten keinen Einfluss auf die grundsätzliche Hörfunktion. Bei Versuchen bei Menschen zeigten sich bei Bluetooth-Sendern ebenfalls keine signifikanten Veränderungen bei der Hörnervaktivität [5, 6].

4 Rechtliche Regelung

Bluetooth-Geräte unterstehen der schweizerischen Verordnung über Fernmeldeanlagen (FAV) [7]. Die FAV stellt grundlegende Anforderungen an den Schutz der Gesundheit und der Sicherheit von Personen, die Fernmeldeanlagen benutzen oder durch Fernmeldeanlagen bestrahlt werden. Diese Anforderungen sind in schweizerisch-europäischen Normen konkretisiert.

Die Konformitätskriterien für die Einhaltung der Anforderungen entsprechen den Grenzwertempfehlungen der EU [1999/519/EG: Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern \(0 Hz - 300 GHz\) - Publications Office of the EU](#). Der Hersteller ist selber dafür verantwortlich, dass sein Gerät den Konformitätskriterien der Normen entspricht. In der Schweiz kontrolliert keine Behörde, ob Bluetooth-Geräte diese Normen einhalten [23.4244 | Handys strahlen stärker, als erlaubt. Endlich auch in der Schweiz die NIS-Grenzwerte prüfen! | Geschäft | Das Schweizer Parlament](#).



5 Literatur

1. Kramer A. et al. Development of Procedures for the Assessment of Human Exposure to EMF from Wireless Devices in Home and Office Environments. 2005. IT'IS Bericht.
2. Kühn S et al. Development of Procedures for the EMF Exposure Evaluation from Wireless Devices in Home and Office Environments. Supplement 1: Close-to-Body and Base Station Wireless Data Communication Devices. 2006. IT'IS Bericht.
3. 1999/519/EG: Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz - 300 GHz) (OJ L 199 30.07.1999, p. 59, ELI: <http://data.europa.eu/eli/reco/1999/519/oj>).
4. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 102, 2012, Non-ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields.
5. Yildirim G et.al. Effects of electromagnetic fields formed by bluetooth on hearing (2013) Journal of International Advanced Otology, 9 (1), pp 61-70.
6. Mandalà M. et al., Effect of bluetooth and mobile phone electromagnetic fields on the human auditory nerve (2014) Laryngoscope, 124 (1), pp. 255-259.
7. Verordnung vom 14. Juni 2015 über Fernmeldeanlagen FAV SR 784.101.113

Kontakt

Bundesamt für Gesundheit BAG

str@bag.admin.ch