

Tonie's Würfelfunk – Wann wird was gesendet?

Dieser gekürzte Beitrag befasst sich mit dem durchaus komplexen Abstrahlverhalten hochfrequenter Wellen von der Toniebox, das den Eltern der jungen Benutzer bekannt sein sollte, um die Exposition der Kinder realistisch einschätzen und minimieren zu können. Wer sich für Details der zugehörigen Messtechnik interessiert, dem sei die Lektüre der vollständigen Fassung [1] (Langfassung) empfohlen.

Don't keep it simple: Offensichtlich liegt es im Trend der Zeit, das Leben zumindest in technischer Hinsicht möglichst aufwändig zu gestalten und alle heutzutage selbstverständlichen Möglichkeiten der Technik auszuschöpfen. Hauptsache innovativ, digital, smart und cool. Da haben es kabelgebundene Techniken schwer, mitzuhalten. Aber funkbasierte haben aufgrund des WLAN-, Internet- und Cloud-Mainstreams beste Chancen. Ein Beispiel hierfür ist die beliebte „Toniebox“ für die Wiedergabe von Musik und Hörspielen für Kinder.

Wie kann man Musik und Hörspiele den Kinderohren nahebringen, wenn der CD-Spieler zu altmodisch erscheint? Z.B. ganz einfach mit einem MP3-Player. Die gewünschten Titel am PC oder Notebook auf die Speicherkarte laden, in den MP3-Player stecken und fertig! (Siehe Abb. 2a)

Das ist natürlich weder aufregend, noch innovativ oder cool. Und es geht ja mit dem entsprechenden technischen Aufwand auch anders. Dazu braucht man dann aber nicht nur einen beliebigen PC und einen beliebigen MP3-Player, sondern eine ganz bestimmte „Cloud“ samt zugehörigem Anbieter des Audiomaterials, einen WLAN-Router, NFC-Technik (Near Field Communication) und ein ganz bestimmtes Abspiel- und Speichergerät, dessen Äußeres allein schon durch seine speziell für die Zielgruppe designte Form- und Farbgestaltung Begehrlichkeiten bei den Kleinen weckt.

Die Rede ist von der so genannten Toniebox (Abb. 1) mit den aufsteckbaren Tonies (Figuren).

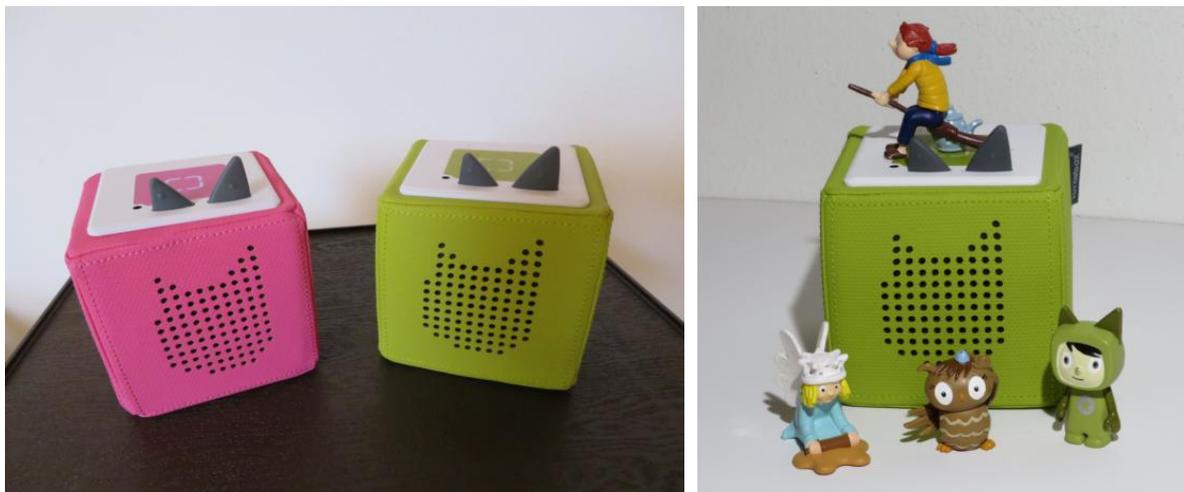


Abb. 1: Tonieboxen: Ohne Tonie-Figur (links) und mit verschiedenen Figuren (rechts)

Die würfelförmige Toniebox fungiert als Wiedergabegerät für Musik oder Hörspiele per Lautsprecher ohne einsteckbare Speicherkarte. Bedienelemente für Grundfunktionen wie z.B. Lautstärkeinstellung, Prüfung der Tonie-Cloud auf neue Inhalte oder WLAN-Einstellung sind die „Ohren“ an der Oberseite der Box. Die Auswahl des Wiedergabematerials erfolgt über die Tonies. D.h. für die Musikstücke und Hörspiele gibt es jeweils eine eigene Figur, die von der Gestalt her dem Thema des Audiomaterials angepasst ist (z.B. Kleine Hexe, Die Eule mit der Beule).

Die Fotos auf der Tonie-Webseite zeigen nur glückliche Kinder, die andächtig der Toniebox lauschen und dabei durchweg ihren Kopf dicht an der Box haben. Da erhebt sich natürlich die Frage, wie es denn um die Funk-Emissionen der Box steht:

- Welche Funktechniken werden benutzt?
- Handelt es sich um Dauersender oder wird nur gefunkt, wenn die Cloud „angezapft“ wird?

- Wie sehen die Signalcharakteristiken aus; sind die Signale periodisch gepulst oder nicht?
- Wenn ja, mit welchen Pulsfrequenzen?
- Wie hoch sind die Feldstärken in der näheren Umgebung der Box?

Mit verschiedenen Messgeräten und Untersuchungsmethoden wurden von den Autoren Antworten auf diese Fragen gesucht. Hier folgen die Ergebnisse.

Funktionsprinzip der Toniebox

Wird ein bestimmter Tonie auf die Box gestellt, so startet automatisch die Wiedergabe des zugehörigen Inhalts. Dieser ist aber nicht etwa direkt in der Figur gespeichert, sondern erst einmal nur in der Tonie-Cloud. Von dort wird er beim erstmaligen Platzieren des Tonies auf der Box per WLAN heruntergeladen und in der Box gespeichert, so dass er danach auch in Umgebungen ohne WLAN abgespielt werden kann. Wird nach dem Laden beim ersten Mal der Tonie später wieder auf die Box gestellt, so wird der Inhalt direkt aus dem Speicher in der Box wiedergegeben – dann wird kein WLAN mehr benötigt.

Um den Tonie und damit das abzuspielende Audiomaterial zu erkennen, muss eine Kommunikation zwischen Box und Figur erfolgen. Diese wird drahtlos mittels NFC (Near Field Communication) realisiert, wie man sie z.B. von der kontaktlosen Bezahlungsfunktion der EC-Karten kennt.

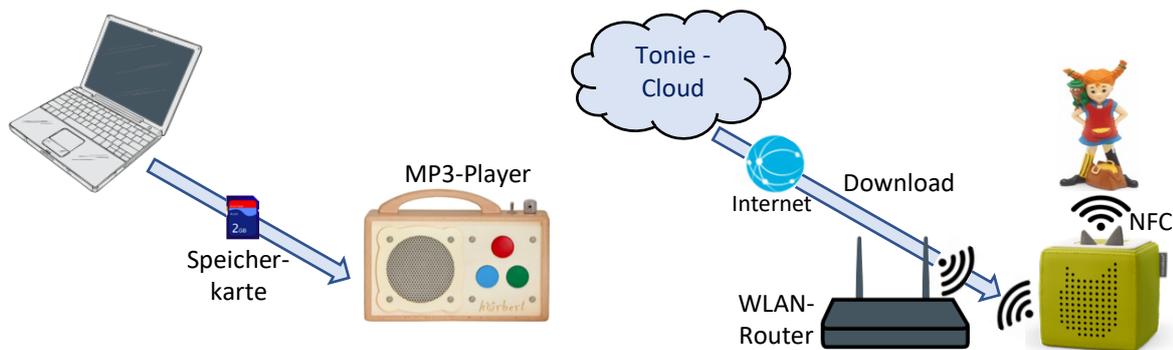


Abb. 2a: Übliches Laden eines MP3-Players mit Inhalten per Speicherkarte

Abb. 2b: Funktionsprinzip der Toniebox mit Download aus der Tonie-Cloud per Internet, WLAN-Router, Tonie und NFC

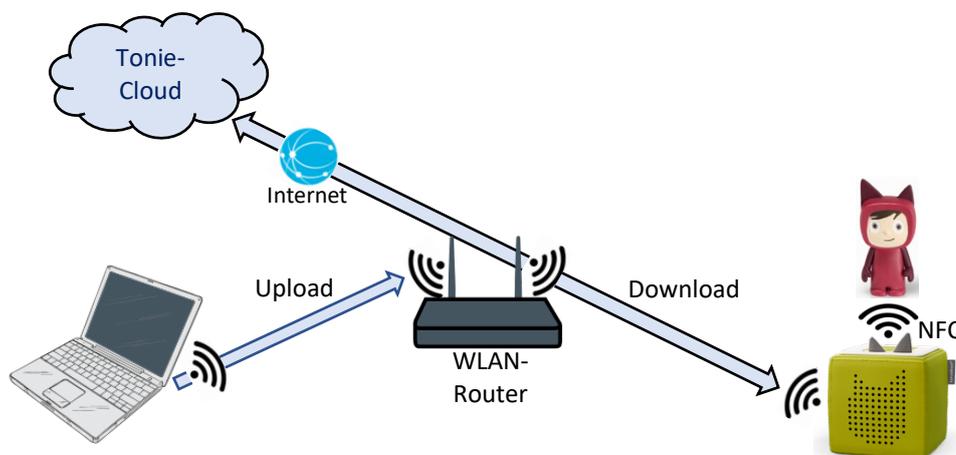


Abb. 2c: Funktionsprinzip der Toniebox mit Kreativ-Tonie, Upload in und Download aus der Tonie-Cloud per Internet, WLAN-Router und NFC

Bildelemente: Toniebox und Tonies: tonies.de [2]; MP3-Player: hoerbert.com [3]

Hat man selbst Musik oder Hörspiele im eigenen Fundus, die man über die Toniebox hören möchte, die es aber in der Tonie-Cloud nicht gibt, so hält Tonie hierfür eine verblüffend „einfache“ Lösung bereit. Man benötigt dann einen so genannten „Kreativ-Tonie“, lädt die persönlichen Audiodateien in die Tonie-Cloud hoch und hat dann über die Toniebox und den Kreativ-Tonie Zugriff darauf (Abb. 2c). In der gleichen – oder gar weniger – Zeit hätte man die Dateien auch einfach auf eine Speicherkarte ziehen können.

Funktechniken der Toniebox

Die Toniebox verwendet nicht nur eine, sondern zwei verschiedene Funktechniken auf sehr unterschiedlichen Frequenzen:

- WLAN im ISM-Band 2,4 GHz und
- NFC (Near Field Communication) auf 13,56 MHz.

WLAN-Signal

Die Toniebox benötigt eine aktive WLAN-Verbindung nur dann, wenn sie Daten aus der Tonie-Cloud herunterlädt. Dies sind die folgenden drei Fälle:

1. Bei der erstmaligen Inbetriebnahme der Toniebox.
2. Wenn ein neuer Tonie das erste Mal auf der Box betrieben wird.
3. Wenn neue Inhalte für einen Kreativ-Tonie in die Tonie-Cloud geladen wurden und der Kreativ-Tonie dann zum ersten Mal auf die Toniebox gestellt wird.

Für alle übrigen Einsatzfälle wird das WLAN nicht benötigt. Befindet sich die Toniebox dann in einer Umgebung, wo sie das WLAN „kennt“ – i.d.R. zuhause –, so bleibt sie „ruhig“ und sendet kein WLAN-Signal aus.

Befindet sie sich aber außerhalb des „heimischen“ WLAN-Bereichs oder ist das heimische WLAN abgeschaltet, so sendet sie regelmäßig WLAN-Signale im Abstand von 13,6 Sekunden in Form von so genannten „Bursts“ aus. Bei einem Burst handelt es sich um eine kurze Folge von mehreren Einzelimpulsen. Die Wiederholfrequenz der Bursts beträgt $1/13,6 \text{ s} = 0,074 \text{ Hz}$.

Die Aussendung der WLAN-Bursts erstreckt sich dann über eine Dauer von 10 Minuten nach Aktivitäten wie:

- Die Box wird eingeschaltet und es befindet sich keine Figur darauf,
- die Figur wird während der Wiedergabe von der Box genommen und keine neue Figur daraufgestellt oder
- die Musik/das Hörspiel ist zu Ende.

Nach 10 Minuten wird die Aussendung in diesen Fällen automatisch beendet. Steht aber eine Figur auf der Box und die entsprechende Datei wird abgespielt, so erfolgt keine automatische Abschaltung des WLAN-Signals – die Bursts werden während der gesamten Wiedergabedauer ausgesendet.

Besondere Vorsicht ist bei der Betätigung der „Ohren“ geboten: Werden nämlich – ggf. auch versehentlich oder im Spiel – beide Ohren zweimal für längere Zeit gedrückt, so wird das WLAN in der Box als Access Point aktiviert und sendet permanent die Bursts aus! Es erfolgt dann gar keine automatische Abschaltung.

Das Sendeverhalten der Box unter den verschiedenen Randbedingungen ist unten in Tab. 3 noch einmal übersichtlich zusammengefasst.

Die mit dem Spektrumanalysator gemessene elektrische Feldstärke als Funktion des Abstands von der Toniebox ist in Tab. 1 und graphisch in Abb. 3 dargestellt. Die Strahlungsdichte kann nur in Abständen über 40 cm aus der Feldstärke berechnet werden, da man sich erst ab diesem Abstand im Fernfeld der elektromagnetischen Welle befindet.

Abstand	E-Feldstärke	Strahlungsdichte
10 cm	3.670 mV/m	k.A.
20 cm	1.775 mV/m	k.A.
30 cm	1.400 mV/m	k.A.
40 cm	1.100 mV/m	3.200 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
50 cm	920 mV/m	2.250 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
100 cm	670 mV/m	1.200 $\mu\text{W}/\text{m}^2$

k.A.: keine Angabe, da Messung im Nahfeld (Abstand < 4 Wellenlängen)

Tab. 1:

Elektrische Feldstärke des WLAN-Signals als Funktion des Abstandes von der Toniebox (gemessen mit Spektrumanalysator und Peak-Detector, Spitzenwert)

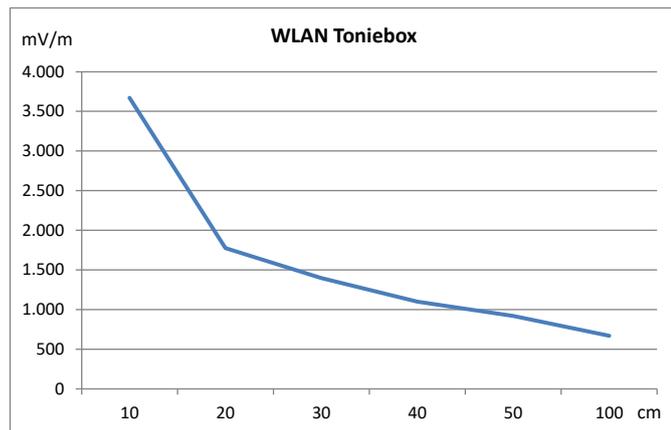


Abb. 3:

Elektrische Feldstärke des WLAN-Signals als Funktion des Abstandes von der Toniebox (gemessen mit Spektrumanalysator und Peak-Detector, Spitzenwert)

NFC-Signal

Die NFC-Verbindung auf 13,56 MHz dient der Kommunikation zwischen Toniebox und Tonie. Sie wird also immer dann benötigt, wenn sich ein Tonie auf der Box befindet und die Toniebox für die Wiedergabe genutzt wird. Das NFC-Signal wird während der gesamten Abspielzeit gesendet. Es handelt sich hierbei um Impulse im zeitlichen Abstand von 229 Millisekunden; die Pulsfrequenz beträgt dementsprechend 4,4 Hz. Die einzelnen Impulse sind jeweils 28,8 ms lang.

In den folgenden Fällen wird das NFC-Signal nach 10 Minuten automatisch abgeschaltet:

- Die Box wird eingeschaltet und es befindet sich keine Figur darauf,
- die Figur wird während der Wiedergabe von der Box genommen und keine neue Figur daraufgestellt oder
- die Musik/das Hörspiel ist zu Ende.

Nach 10 Minuten wird in diesen Fällen – identisch mit den beim WLAN-Signal in „fremder“ Umgebung beschriebenen – auch die Aussendung des NFC-Signals automatisch beendet (s. Tab. 3).

Die mit dem Spektrumanalysator gemessene elektrische und magnetische Feldstärke als Funktion des Abstandes von der Toniebox ist in Tab. 2 und graphisch in Abb. 4 dargestellt. Da die Messungen im Nahfeld erfolgen (Abstand < 4 Wellenlängen, Wellenlänge bei 13,36 MHz = 22,5 m), müssen die elektrische und die magnetische Feldstärke jede für sich gemessen werden; eine Angabe der Strahlungsdichte ist auf Basis dieser Daten nicht möglich.

Abstand	E-Feldstärke	H-Feldstärke
10 cm	1.450 mV/m	103,5 mA/m
20 cm	515 mV/m	12,5 mA/m
30 cm	235 mV/m	4,2 mA/m
40 cm	125 mV/m	1,9 mA/m
50 cm	75 mV/m	1,0 mA/m
100 cm	15 mV/m	0,2 mA/m

Tab. 2:

Elektrische und magnetische Feldstärke des NFC-Signals als Funktion des Abstandes von der Toniebox (gemessen mit Spektrumanalysator und Peak-Detector, Spitzenwert)

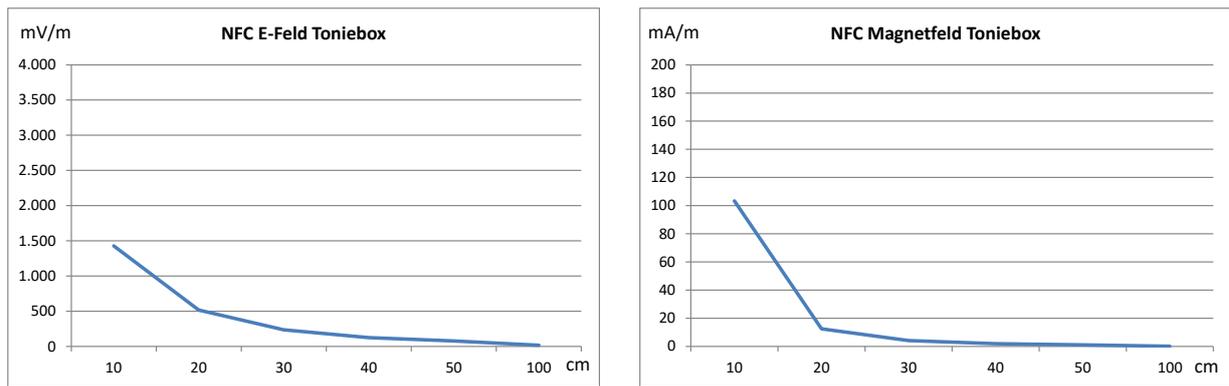


Abb. 4: Elektrische (links) und magnetische (rechts) Feldstärke des NFC-Signals als Funktion des Abstandes von der Toniebox (gemessen mit Spektrumanalysator und Peak-Detector, Spitzenwert)

Zusammenfassung des Sendeverhaltens (Tab. 3)		WLAN-Signal		NFC-Signal	
Nr.	Randbedingungen	Art	Dauer	Impulse	Dauer
1	WLAN der Box ist aktiv : „Offline deaktiviert“				
1.1	WLAN-Heimnetz ist eingeschaltet				
1.1.1	Box eingeschaltet, aber keine Figur auf der Box	–	–	X	10 min
1.1.2	Figur auf Box, Wiedergabe läuft	–	–	X	ständig
1.1.3	Figur auf Box, Wiedergabe zu Ende	–	–	X	10 min
1.1.4	Figur während Wiedergabe von Box genommen	–	–	X	10 min
1.2	WLAN-Heimnetz ist ausgeschaltet oder Betrieb außerhalb des Heimnetzes				
1.2.1	Box eingeschaltet, aber keine Figur auf der Box	Bursts	10 min	X	10 min
1.2.2	Figur auf Box, Wiedergabe läuft	Bursts	ständig, bis Ende	X	ständig, bis Ende
1.2.3	Figur auf Box, Wiedergabe zu Ende	Bursts	10 min	X	10 min
1.2.4	Figur während Wiedergabe von Box genommen	Bursts	10 min	X	10 min
2	WLAN der Box ist inaktiv : „Offline aktiviert“				
2.1	WLAN-Heimnetz ist eingeschaltet				
2.1.1	Box eingeschaltet, aber keine Figur auf der Box	–	–	X	10 min
2.1.2	Figur auf Box, Wiedergabe läuft	–	–	X	ständig
2.1.3	Figur auf Box, Wiedergabe zu Ende	–	–	X	10 min
2.1.4	Figur während Wiedergabe von Box genommen	–	–	X	10 min
2.2	WLAN-Heimnetz ist ausgeschaltet oder Betrieb außerhalb des Heimnetzes				
2.2.1	Box eingeschaltet, aber keine Figur auf der Box	–	–	X	10 min
2.2.2	Figur auf Box, Wiedergabe läuft	–	–	X	ständig
2.2.3	Figur auf Box, Wiedergabe zu Ende	–	–	X	10 min
2.2.4	Figur während Wiedergabe von Box genommen	–	–	X	10 min
3.	Box ist als WLAN Access Point konfiguriert	10 Hz-Impulse	ständig	X	ständig

Audio-Analyse der Signale mit Breitbandmessgeräten

Akustische Demonstrationen, wie sich das WLAN- und das NFC-Signal der Toniebox mit Breitbandmessgeräten und Amplituden-Demodulation anhören, haben die Autoren unter [4] bereitgestellt.

Dort gibt es ein Hörbeispiel ausschließlich für das WLAN-Signal – ohne NFC-Signal – und ein weiteres Beispiel mit beiden Signalen. Wenn man nämlich die akustische Untersuchung mit einem Breitbandmessgerät durchführt, dessen untere Grenzfrequenz über 15 MHz liegt, so wird das NFC-Signal nicht miterfasst und leicht übersehen bzw. „überhört“. Nur wenige Breitband-Geräte erfassen beide Frequenzbereiche gleichzeitig.

Toniebox offline schalten

Wenn kein WLAN-Accesspoint zur Verfügung steht – z.B. im Auto, Flugzeug oder in der Ferienwohnung –, so kann die WLAN-Funktionalität nicht genutzt werden. Für solche Fälle hat der Hersteller die Möglichkeit vorgesehen, die Toniebox über die „Ohren“ offline zu schalten, so dass kein WLAN-Signal abgestrahlt wird. Wie dies bewerkstelligt wird und was dabei beachtet werden sollte, ist unter [5] und [6] beschrieben.

Achtung: Diese Abschaltung bezieht sich nur auf das WLAN, nicht auf das NFC-Signal! Die oben beschriebene Funktionalität der NFC-Aussendung bleibt in vollem Umfang erhalten.

Kritik an und Alternativen zu der Toniebox

Zu diesem Thema gibt es bei Wikipedia eine kurze, aufschlussreiche Zusammenfassung [7], die im Folgenden zitiert ist:

„Kritisiert werden die hohen Anschaffungskosten der Box sowie der Figuren. [8] Darüber hinaus gibt es mehrere Bedenken bzgl. des Datenschutzes: [9] Um das Gerät nutzen zu können, muss man sich mit seiner E-Mail-Adresse anmelden und einen Account für die Tonie-Cloud (Internetserver des Herstellers) anlegen. Eine Nutzung der Toniebox ohne die Tonie-Cloud sei praktisch unmöglich. Zudem werde jeder Bedienungsschritt aufgezeichnet und die Toniebox muss an jedem neuen WLAN erneut registriert werden, was theoretisch eine Überwachung durch den Hersteller ermögliche. Der Verwendung der Daten für werbliche Zwecke müsse man explizit widersprechen. [10] Die Abhängigkeit von der Cloud des Herstellers habe zudem den Nachteil, dass das Gerät nutzlos werde, sollte der Hersteller mal pleitegehen, was bei konventionellen Abspielgeräten nicht der Fall ist. [9]

In einem Vergleich verschiedener Kinder-Musikboxen der Stiftung Warentest wurde die Toniebox mit 3,0 („befriedigend“) bewertet. Testsieger war das Gerät Hörbert (1,8, „gut“). [11]

Aufgrund verschiedener Restriktionen kommerzieller Musikboxen wie der Toniebox sowie der Konkurrenten Hörbert, Tigerbox, Jooki, Qleek-Box und Dog Box wurden verschiedene Bauanleitungen für freie Alternativen entwickelt und im Internet veröffentlicht. [12] [13] [14] [15]“. Diese erfordern zum Nachbau jedoch erhebliche Kenntnisse der Elektronik und basieren meist auf der RFID-Technik, die z.B. zur Warenkennzeichnung und in Warensicherungssystemen weit verbreitet ist.

Es lohnt sich ein genauer Blick in das „Kleingedruckte“ der Allgemeinen Geschäftsbedingungen zur Toniebox bezüglich IT-Sicherheit und Datenschutz. *„So behält sich z.B. das Unternehmen das Recht vor, stichprobenartig die für Kreativ-Tonies persönlich in die Tonie-Cloud hochgeladenen Daten auf einen möglichen Verstoß gegen geltendes Recht (einschließlich Urheberrecht, Persönlichkeitsrechte und Wettbewerbsrecht), die geltende Rechtsprechung und /oder die guten Sitten zu überprüfen. Außerdem wird bei der Nutzung der Toniebox und der Tonies jeder Bedienungsschritt aufgezeichnet – offiziell zum Zweck der Produktverbesserung und ‚zum Wohle des Kunden‘“. [10]*

Eine weitere kritische Betrachtung der AGB wird in [16] vorgenommen.

Nähere Informationen zum funk-, cloud- und lizenzfreien Testsieger „Hörbert“ sind unter [3] abrufbar. Das optional erhältliche und nachrüstbare Bluetooth-Modul sollte konsequenterweise aus Gründen der Strahlungsreduzierung nicht angeschafft werden.

Im Frühjahr 2021 ist als zusätzliche Alternative zur Toniebox der „Technifant“ von der Fa. Technifat auf den Markt gebracht worden (Abb. 5; [17], [18]), der sich vom grundsätzlichen Bedienungskonzept an der Toniebox orientiert, aber ohne WLAN und NFC auskommt – dies wird in der Werbung auch explizit hervorgehoben. Das Wiedergabe- und Bedienteil hat die Form eines Elefanten und verfügt neben dem Lautsprecher auch über einen Kopfhöreranschluss.

Statt der Toniefiguren gibt es hier aufsteckbare, nach verschiedenen Themengruppen vorbespielte Hütchen, die einen Datenspeicher mit 2 GB Speichervolumen enthalten. Freier Speicherplatz kann mit eigenen Dateiinhalten im MP3-Format gemäß Abb. 2a belegt werden. Hierfür wird ein entsprechendes USB-Adapterkabel zum Anschluss an PC/Notebook mitgeliefert.

Die Datenübertragung vom Hütchen zum Technifant erfolgt über robuste, gefederte Steckkontakte („Pogo-Pin-Technologie“ [19], [20]).



Der Technifant enthält auch ein Bluetooth-Modul, über das Streaming von allgemeinen MP3-Audioinhalten oder Streamingdiensten, wie z. B. Spotify oder Amazon Music, möglich ist. Die Bluetooth-Verbindung wird über eine der fünf Bedienungstasten aktiviert bzw. deaktiviert.

Abb. 5:

Technifant mit verschiedenen aufsteckbaren Hütchen, die die MP3-Dateien enthalten

Bild: technifant.de [17]

Generelle Informationen zum Umgang mit „funkendem“ Gerät für Kinder gibt die Broschüre des BUND e.V. „Mobilfunk im Kinderzimmer – Eine kritische Betrachtung“ (Abb. 6, [21]).

„In dieser kostenlosen Broschüre werden Beispiele für die Verwendung von funkbetriebenem Spielzeug und anderen zum Spielen genutzte Anwendungen durch Klein- und Vorschulkinder gegeben und die möglichen gesundheitlichen Folgen thematisiert.

Da den meisten Eltern nicht bekannt ist, wo und durch welche Geräte erhöhte Strahlung entsteht, werden Empfehlungen zum Umgang mit dem immer größer werdenden Angebot an elektronischen Spielsachen und -geräten gegeben.

Darüber hinaus werden Forderungen an Politik und Hersteller zur Vermeidung und Begrenzung unnötiger Emissionen durch Funkstrahlung für Mensch und Umwelt gestellt.“



Download der Broschüre als pdf-Datei und Bestellung kostenloser gedruckter Exemplare unter [21].

Abb. 6:

BUND-Broschüre „Mobilfunk im Kinderzimmer – Eine kritische Betrachtung“ [21]

Empfehlungen zum Betrieb der Toniebox

Wenn eine Toniebox betrieben wird, sollte insbesondere auf die folgenden Punkte geachtet werden:

- Die Toniebox sollte grundsätzlich im offline-Modus, mit deaktiviertem WLAN betrieben werden. Das WLAN sollte nur temporär aktiviert werden, wenn eine neue Tonie-Figur zum ersten Mal auf die Box gestellt wird, um den Download aus der Tonie-Cloud zu ermöglichen durchzuführen
- Überprüfen Sie regelmäßig, dass die Toniebox von den Kindern durch zweimaliges Drücken der „Ohren“ nicht versehentlich als WLAN Access Point konfiguriert wurde.
- Achten Sie darauf, dass die Kinder einen Mindestabstand von 0,5 m zur Box einhalten, um die Exposition durch das NFC-Signal (und ggf. das WLAN-Signal) zu minimieren.

Verwendete Messgeräte

Spektrumanalysator Rohde & Schwarz FSL 6

E-Feld-Messantenne Schwarzbeck USLP 9143 (250 MHz - 7 GHz)

E-Feld-Messantenne Schwarzbeck EFS 9218 (9 kHz - 300 MHz)

Magnetfeld-Messantenne Schwarzbeck FMZB 1538 (9 kHz - 30 MHz)

Literatur und Internetadressen

- [1] Virnich, Martin; Moldan, Dietrich: Tonie's Würfelfunk – Wann wird was gesendet? (Langfassung); Vollständige Fassung, inklusive detaillierter Darstellung der Messtechnik; <https://baubiologie-magazin.de/tonies-wuerfelfunk-langfassung.pdf>
- [2] Boxine GmbH: tonies®; <https://tonies.com/de-de/>
- [3] Winzki GmbH & Co. KG: Hörbert; <https://www.hoerbert.com>
- [4] <https://baubiologie-virnich.de/category/audio-analyse-von-funksignalen/>
→ Scrollen bis „Zusätzliche Funksignale“ → Toniebox
- [5] tonies® Support: Die Toniebox im Offline-Modus; <https://support.tonies.com/hc/de/articles/115004355809>
- [6] tonies® Support: Funktioniert die Toniebox auch ohne WLAN?; <https://support.tonies.com/hc/de/articles/115003773205-Funktioniert-die-Toniebox-auch-ohne-WLAN>
- [7] Wikipedia: Toniebox; https://de.wikipedia.org/wiki/Toniebox#cite_note-kuketz2019-18
- [8] Christian Schwalb: Boxine Toniebox im Test; in: Chip Online, 10. Januar 2020, abgerufen am 20. Juli 2021; https://www.chip.de/test/Boxine-Toniebox-im-Test_178157955.html
- [9] Mike Kuketz: Toniebox: Kinderfreundliches Bedienkonzept – und der Datenschutz?; Kuketz IT-Security; [kuketz-blog.de](https://www.kuketz-blog.de/toniebox-kinderfreundliches-bedienkonzept-und-der-datenschutz/), 7. Januar 2019, abgerufen am 20. Juli 2021;
- [10] Elisabeth von Sydow: Toniebox: Sicherheit und Datenschutz – alle Infos; in: Chip Online > Praxistipps > Hardware; 28. Januar 2019, abgerufen am 20. Juli 2021; https://praxistipps.chip.de/toniebox-sicherheit-und-datenschutz-alle-infos_107532
- [11] Kay Kassbohm: Musikbox für Kinder im Test: Sieger der Stiftung Warentest; in: Chip 365 Das Verbraucher-Portal für jeden Tag > Freizeit & Familie > Musikbox für Kinder; 24. August 2020, abgerufen am 20. Juli 2021; https://www.chip.de/artikel/Musikbox-fuer-Kinder-im-Test-Sieger-der-Stiftung-Warentest_177778491.html

- [12] Wochenend-Projekt: Kontaktlose Musikbox für Kinder; in: [iphone-ticker.de](https://www.iphone-ticker.de); 23. Februar 2018, abgerufen am 20. Juli 2021;
<https://www.iphone-ticker.de/wochenend-projekt-kontaktlose-musikbox-fuer-kinder-123063/>
- [13] Olaf Splitt: Selfmade Phoniebox / Jukebox 4 Kids; in: [privates Blog splittscheid.de](https://www.privatesBlog.de); 28. Oktober 2018, abgerufen am 9. August 2020;
Aktuelle Version: Die ultimative Phoniebox Anleitung gratis für Dich, damit baust auch Du eine beeindruckende Phoniebox – Stand 2021; in: [privates Blog splittscheid.de](https://www.privatesBlog.de); 2021; abgerufen am 20. Juli 2021;
<https://splittscheid.de/phoniebox-bauanleitung-toniebox-alternative>
- [14] WheezyBox 2.0 (alternative Toniebox); in: [privates Blog daddydoes.de](https://www.daddydoes.de); 18. April 2019, abgerufen am 20. Juli 2021;
<https://daddydoes.de/wheezybox-2-0-alternative-toniebox/>
- [15] Helga Hansen: TONUINO: DIY-Musikbox mit RFID-Karten und Arduino; in: [heise online > Make > News > 09/2028](https://www.heise.de); 05. September 2018; abgerufen am 20. Juli 2021;
<https://www.heise.de/make/meldung/Tonuino-DIY-Musikbox-mit-RFID-Karten-und-Arduino-4155010.html>
- [16] Nicolas: Hörspiel-Box Tonies: Geniales Produkt, schwammige AGB; in: [iphone-ticker.de](https://www.iphone-ticker.de); 12. Dezember 2016; abgerufen am 20. Juli 2021;
<https://www.iphone-ticker.de/hoerspiel-box-tonies-geniales-produkt-schwammige-agb-105689/>
- [17] Technifant by Technisat; <https://www.technifant.de/>
- [18] Wolf-Dieter Roth: Aus die Maus: Technisat Kinderradio „Technifant“ nun ohne Radio; in: [Radiozene – Das Insidermagazin für Radiomacher](https://www.radioszene.de); 15. Februar 2021; abgerufen am 20. Juli 2021;
<https://www.radioszene.de/152217/technisat-kinderradio-technifant.html>
- [19] Wikipedia: Federkontaktstift; <https://de.wikipedia.org/wiki/Federkontaktstift>
- [20] C.C.P. Contact Probes Co., LTD.: Pogo Pins Erklärt;
<https://www.ccpcontactprobes.com/de/introduction-pogo-pin>
- [21] BUND – Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.: Mobilfunk im Kinderzimmer – Eine kritische Betrachtung / Mit Hinweisen zum verantwortungsvollen Umgang;
<https://www.bund.net/service/publikationen/detail/publication/mobilfunk-im-kinderzimmer-eine-kritische-betrachtung/>

Dr.-Ing. Martin H. Virnich, Mönchengladbach, Baubiologe IBN, Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e.V.

Dr.-Ing. Dietrich Moldan, Iphofen, Baubiologe IBN, Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e.V.