

## FUNKSYSTEME – TECHNOLOGIE UND NEUES RECHT

# Zukunftssicher funkten



## ANDREAS EDERHOF

ist Toningenieur, Musiker und Journalist. Er beschäftigt sich unter anderem mit der Produktion von Orchester- und Chorwerken und unterrichtet an tontechnischen Lehrinstituten. Darüber hinaus ist Andreas Ederhof als Keyboarder und Pianist in unterschiedlichen Bands tätig.

## Der Workshop

Ab 2016 treten gravierende Neuregelungen auf dem Funkfrequenzmarkt in Kraft, mit denen sich Musiker und Tontechniker auseinandersetzen sollten, um unliebsame Überraschungen zu vermeiden. In diesem Workshop erläutern wir Hintergründe und Auswirkungen der Neuordnung in der Funkfrequenz-Landschaft und geben Tipps, wie Sie mit den neuen Regeln umgehen sollten.



**F**unkmikrofone sind in der Beschallungstechnik weit verbreitet, und viele Bühnenmusiker nutzen heute die Bewegungsfreiheit, die sich durch den Einsatz der Drahtlostechnik ergibt. Der Funkmikrofon-Boom der letzten Jahre ist nicht zuletzt darauf zurückzuführen, dass es seit dem 1. Januar 2006 in einem bestimmten Frequenzbereich möglich war, anmelde- und gebührenfrei zu funkten. Nun wurden die gebührenfreien Frequenzbereiche 790 bis 814 MHz sowie 838 bis 862 MHz vom Gesetzgeber im März 2010 an O2, Vodafone und die Telekom versteigert. In diesen Frequenzbereichen sollen die Mobilfunkanbieter die Internetversorgung – insbesondere der ländlichen Gebiete – per Funk realisieren. Dieser Dienst, der den Namen LTE (Long Term Evolution) bekommen hat, ist in einigen Gegenden schon Anfang 2011 aufgenommen worden und wird bald auf das gesamte Bundesgebiet ausgedehnt werden.

Überall dort, wo LTE verfügbar ist, kann man mobil und mit hoher Geschwindigkeit im Internet surfen. Das Problem wird jedoch sein, dass es in diesen Gegenden zu Störungen von Funkmikrofonen und In-Ear-Systemen kommen kann, die auf den betroffenen Frequenzen (790 bis 814 und 838 bis 862 MHz) funkten. Bis Ende 2015 wird es zwar noch möglich sein, die anmelde- und gebührenfreien Systeme zu nutzen, aber eine Garantie für den störungsfreien Betrieb gibt es nicht. Ab 2016 wird der Betrieb von Funkmikrofonanlagen in den bisher zulassungsfreien Frequenzbereichen dann nur noch per Anmeldung und Einzelzuteilung möglich sein. Als Ausgleich für die wegfallenden Frequenzbereiche

hat der Gesetzgeber einige Alternativen benannt, andere werden noch folgen. Welche Auswirkungen die Neuordnung der Funkfrequenz-Landschaft auf die Drahtlos-Technik hat und welche zukunftssicheren Frequenzbereiche es gibt, soll in diesem Workshop thematisiert werden.

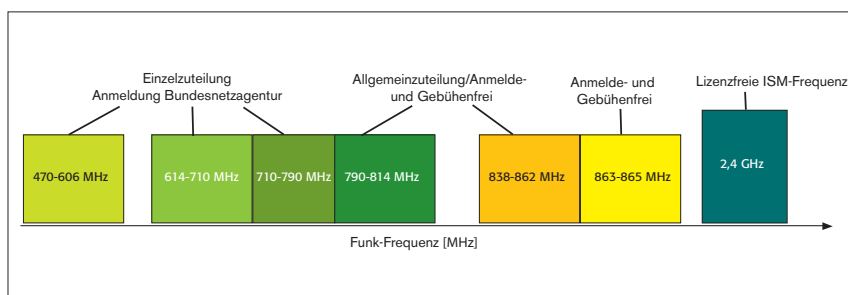
### Alternative: Das EU harmonisierte Audio-Band und andere Ausweichfrequenzen

Auch nach 2016 wird das EU harmonisierte Audio-Band von 863 bis 865 MHz für drahtlose Mikrofontechnik zur Verfügung stehen. Dieser Frequenzbereich ist schon heute europaweit für Funkmikrofone anmelde- und gebührenfrei nutzbar und wird es aller Voraussicht nach auch bleiben. In diesem schmalen Frequenzband können jedoch je nach Produkt und Hersteller nur drei bis vier Kanäle parallel betrieben werden. Ein weiterer Nachteil dieses Frequenzbandes ist, dass sich hier jede Menge Anwender tummeln, da dieser Bereich frei genutzt werden kann. Eine Garantie für störungsfreien Funkbetrieb wird es in diesem Band also nicht geben, deshalb stellt es für professionelle Anwender nicht die erste Wahl dar. Für semiprofessionelle Anwender, die ihr Funkmikrofon oder ein In-Ear-Monitoring-System gebühren- und anmeldefrei auch über 2016 hinaus nutzen wollen, ist dieser Frequenzbereich jedoch eine Alternative.

Der Frequenzbereich von 470 bis 606 MHz wird für Rundfunk- und Programmproduktionen und für „ortsgebundene Nutzer“ zur Verfügung stehen. Das sind z.B. fest installierte Drahtlosstrecken in Kirchen, Schulen, Freilichtbühnen, Stadien oder Kongress-

## Die Bundesnetzagentur

In Deutschland kümmert sich die Bundesnetzagentur ([www.bundesnetzagentur.de](http://www.bundesnetzagentur.de)) um die Koordination der Netze. Unter anderem wird auch das Funknetz von dieser Behörde verwaltet. Da die Verteilung der Funkfrequenzen ein technisch wie auch organisatorisch komplexer Vorgang ist, werden sich in nächster Zeit sicherlich noch einige Änderungen vollziehen. Aus diesem Grund sollte sich jeder Funkmikrofon-Anwender über die politischen, technischen und wirtschaftlichen Auswirkungen auf dem Funkfrequenz-Markt auf dem Laufenden halten – z.B. auf den Internetseiten der Bundesnetzagentur. Auch der APWPT (Association of Professional Wireless Production Technology) veröffentlicht Neuigkeiten zur Lage am Funkfrequenz-Markt, z.B. auch zur Entschädigungsdiskussion. Im Rahmen der Funksystem-Umrüstung plant der APWPT eine Liste zu veröffentlichen, welche die LTE-Standorte (aktive und geplante Sender) nach Region verfügbar macht. Auch die Hersteller bieten Informationen rund um das Thema „Digitale Dividende“ auf ihren Internetseiten an. Um konkrete Auskünfte für die Frequenzzuteilung zu bekommen, können Sie die Außenstelle der Bundesnetzagentur kontaktieren, die für Ihre Region zuständig ist. Damit Sie sich im Internet über den Themenbereich Funkfrequenz-Vergabe aus erster Hand informieren und das entsprechende Antragsformular bequem downloaden können, hat die Bundesnetzagentur einen Link eingerichtet, der Sie direkt zur gewünschten Seite führt: [www.bundesnetzagentur.de/DrahtloseMikrofone](http://www.bundesnetzagentur.de/DrahtloseMikrofone)



häusern. Die Anlagen müssen per Antrag bei der Bundesnetzagentur angemeldet und genehmigt werden. Auch der Frequenzbereich von 614 bis 710 MHz wird dieser Benutzergruppe zur Verfügung stehen, und die Frequenzen aus diesem Bereich werden per Einzelzuteilung von der Bundesnetzagentur vergeben. Das wichtigste Segment für professionelle Musiker ist der Frequenzbereich von 710 bis 790 MHz: Dieser Bereich wird als Ausweichspektrum für die wegfallenden zulassungsfreien Frequenzbereiche definiert und ist für „Professionelle Drahtlose Produktionen“ vorgesehen. Darunter fallen professionelle Musikgruppen und Verleiher, tourende Programmproduktionen oder sonstige Dienstleistungen der professionellen Veranstaltungstechnik. Auch der öffentlich-rechtliche Rundfunk bekommt in diesem Bereich Funkfrequenzen zugewiesen. Der Betrieb einer Funkstrecke in diesem Frequenzspektrum muss bei der Bundesnetzagentur beantragt werden und ist kostenpflichtig. Bei der so genannten Einzelzuteilung wird der Betrieb der Funkstrecke dann für eine bestimmte Frequenz und einen klar definierten Ort genehmigt. Dabei fallen 130 Euro Antragsgebühr und 10 Euro Jahresgebühr für jeden Sender an.

Neben den oben aufgeführten Frequenzen gibt es Überlegungen, ein kleines Band im Bereich 820 bis 832 MHz für drahtlose Mikrofonanlagen zur Verfügung zu stellen. Dieses Frequenzband, auch

**Die Funkfrequenzblöcke, in denen Drahtlos-Systeme bis zum 31.12.2015 betrieben werden können (Stand Februar 2011).**

# Was muss eine Band beachten?

Beispiel: Eine Band benötigt ein Drahtlos-Setup mit acht Funkstrecken. Vier sind bereits vorhanden, die im Bereich 863 bis 865 MHz betrieben werden. Es müssen weitere vier angeschafft werden. Im vorhandenen Band 863 bis 865 MHz ist der Betrieb von mehr als vier Kanälen nicht möglich, deshalb sollte das neue Equipment in einem anderen Spektrum funken.  
 Variante 1: Einzelzuteilungen von der Bundesnetzagentur einholen und ein passendes System kaufen.  
 Variante 2: Kauf eines 2,4-GHz-Systems. Durch evtl. auftretende Interferenzen mit WLAN-Netzen ist dies für professionelle Anwender nicht die erste Wahl.

Duplex-Lücke genannt, liegt eigentlich in dem Bereich, der von den Mobilfunkanbietern O2, Vodafone und Telekom für die drahtlose Internetversorgung ersteigert wurde. Da aber dieses Frequenzband aufgrund der von den Mobilfunkbetreibern angewendeten Duplex-Technik wahrscheinlich frei bleibt, könnten dort drahtlose Mikrofonübertragungen stattfinden. Es handelt sich um eine so genannte Mittenlücke zwischen den Frequenzen, die für den Upload der Daten zur LTE-Basisstation und dem Download von der LTE-Basisstation zum LTE-Endgerät vorgesehen sind. Wenn diese Mittenlücke für den Betrieb von drahtlosen Mikrofonen freigegeben werden würde, könnte sich die Lage auf dem Frequenzmarkt weiter entspannen. Die Funkmikrofon-Hersteller haben angekündigt, dass sie die Verfügbarkeit ausführlich testen werden, sobald das erste LTE-Netz in Betrieb ist.

### Es gibt auch noch weitere Alternativen

Es gibt ein weiteres Frequenzband, das von Funkmikrofonen zulassungsfrei genutzt werden kann: Der Frequenzbereich von 1785 bis 1800 MHz ist fast komplett europaweit harmonisiert und kann speziell in Deutschland im Rahmen einer Allgemein-zuteilung genutzt werden. Neben dem Band 863 bis 865 MHz gibt es also ein weiteres „freies“ Frequenzband für Funkmikros, das nach 2016 Bestand haben wird. Sennheiser hat jetzt als einer der ersten Hersteller entsprechende Produkte für dieses Frequenzband angekündigt.

Auch der Frequenzbereich um 2,4 GHz rückt durch die Veränderung der Rahmenbedingungen auf dem Funkfrequenz-Markt in den Fokus der Funkmikrofon-Anbieter: Das 2,4-GHz-Band ist eine lizenzfreie ISM-Frequenz (Industrial, Scientific and Medical Band), die weltweit für die Datenübertragung z.B. von WLAN-Netzwerken und Bluetooth-Verbindungen genutzt wird. Doch in diesem Frequenzband tauchen ähnliche Probleme auf, wie in dem 863-865-MHz-Band: Die Anzahl der parallel nutzbaren Funkkanäle ist limitiert, und Störungen sind nicht ausgeschlossen. Als einer der ersten Hersteller hat Line 6 mit dem XD-V70 ein Funkmikrofon auf den Markt gebracht, das in diesem Bereich arbeitet. Es bleibt abzuwarten, wie stark sich WLAN- und Funkmikrofonbetrieb gegenseitig stören. Line 6 garantiert immerhin einen Parallelbetrieb von 12 Frequenzen, so dass eine Band mit mehreren Mikrofon- und In-Ear-Strecken damit schon gut bedient wäre.

Line 6 beschreitet mit dem XD-V70 System auch in Sachen Übertragungstechnik einen anderen Weg: Das Audiosignal wird nicht in analoger Form auf die Trägerwelle aufmoduliert, sondern als digitale Information. Das ist zwar kein ganz neuer Schuh, aber bisher setzen nur wenige Hersteller diese Technik um. Der Vorteil der digitalen Funktechnik ist, dass im Signalweg kein Kompendersystem eingeschleift werden muss und die gesamte Signaldynamik übertragen werden kann. Bei einem Test, den der Autor dieses Beitrags mit dem XD-V70 durchgeführt hat, zeigte sich: Das Line-6-Funkmikrofonsysteme blieb

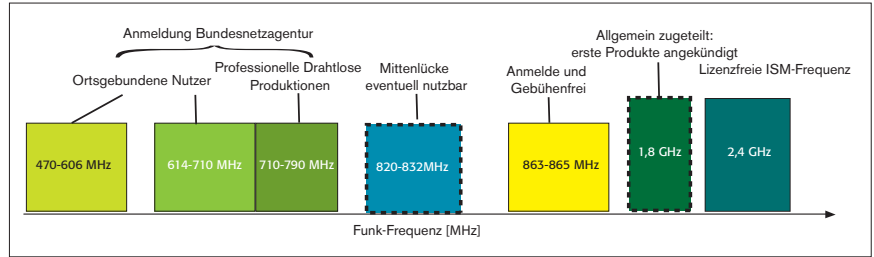
Zugelassene Frequenzbereiche	AKG	Audio-Technica	Beyerdynamic	dB Technologies
<b>470 - 606 MHz</b>	Band 7: 500 - 530 MHz(WMS 450 + 4500)	I-Band: 482 - 507 MHz	506 - 530 MHz	
	Band 8: 570 - 600 MHz (WMS 450 + 4500)	C-Band: 541 - 566 MHz		
		L-Band: 575 - 608 MHz (Nur In-Ear)		
<b>614 - 710 MHz<sup>1</sup></b>	Band 1: 650 - 680 MHz (WMS 450 + 4500)	D-Band: 655 - 680 MHz	668 - 692 MHz	LW2-Band: 639 - 661 MHz
	Band 2: 680 - 710 MHz (WMS 450 + 4500)	M-Band: 614 - 647 (Nur In-Ear)		
<b>710 - 790 MHz<sup>2</sup></b>	Band B1: 748 - 751 MHz (PW45)	G-Band: 721 - 746 MHz	774 - 798 MHz	K-Band: 774 - 781 MHz
	Band B2: 774 - 778 MHz (PW45)	H1-Band: 754 - 787 MHz (Nur In-Ear)		
	Band 3: 720 - 750 MHz (WMS 450 + 4500)			
	Band 4: 760 - 789 MHz (WMS 4500)			
	Band 1 DMS 700: 548 - 697 MHz			
	Band 2 DMS 700: 710 - 864 MHz			
<b>790 - 814 MHz<sup>3</sup></b>		E-Band: 795 - 820 MHz	790 - 814 MHz	U-N Band: 801 - 819 MHz
<b>863 - 865 MHz<sup>6</sup></b>	Band D: 863 - 865 MHz (PW45)0	F-Band: 840 - 865 MHz	841 - 865 MHz	U-UK Band: 854 - 864 MHz
				ISM-Band: 863 - 865 MHz

1) Ortsgebundene Nutzer 2) Professionelle Drahtlose Produktionen 3) heute frei; ab 2016 nur noch eingeschränkt nutzbar 4) Mittenlücke eventuell einsetzbar

von WLAN-Netzwerken und Bluetooth-Verbindungen völlig unbeeindruckt und arbeitete stabil. Das WLAN-Netz wiederum war bei eingeschaltetem XD-V70 nicht mehr nutzbar, da das Notebook den Router nicht finden konnte.

**Nicht alle bestehenden Funkanlagen müssen jetzt entsorgt werden**

Es ist wie immer, wenn Ressourcen knapp werden: Die Hersteller sind gezwungen, neue technische Konzepte auf den Markt zu bringen, von denen der Anwender profitieren kann. Aber auch die bestehende Technik muss jetzt nicht – wie angenommen – komplett entsorgt werden. Wenn Sie z.B. eine Sennheiser ew 100-Funkstrecke in der Variante D (Frequenzbereich 780 bis 822 MHz) besitzen, dann können Sie diese Strecke auch nach 2016 noch einsetzen, da Sie den Bereich 780 bis 790 MHz für professionelle drahtlose Produktionen nutzen können. Auch die Firma Electro-Voice bietet mit dem R300 Wireless Microphone System in der Version B (678 bis 694 MHz) ein Funkmikrofon an, das in diesem Frequenzband betrieben werden darf. Da die Frequenzen aber nicht von der Bundesnetzagentur koordiniert werden, müssen sich die Nutzer vor Ort einigen. Aus diesem Grund benötigt ein Sender mehrere Frequenzen auf der Urkunde. Besitzern bestehender Anlagen ist angeraten, den Hersteller direkt zu kontaktieren, um zu klären, wie es mit dem Gerät in der Zukunft aussehen wird. Fast alle Hersteller bieten spezielle Umbauprogramme an.



**Frequenzblöcke für Funkmikrofone nach 2016 (Stand Februar 2011).**

Auch wenn Sie derzeit Funkmikrofonsysteme nutzen, die das Band 863 bis 865 MHz abdecken, brauchen Sie sich keine Sorgen zu machen. Viele Hersteller, wie z.B. Audio-Technica oder Shure bieten ihre Funkmikrofone in diesem Frequenzbereich an. Von Audio-Technica gibt es beispielsweise das ATW 702 Vocal Mikrofon-Set, das aus dem Diversity-Empfänger ATW-R700 und einem Handsender ATW-T702 mit dynamischer Kapsel besteht. Das ATW-702 Vocal Set ermöglicht einen intermodulationsfreien Betrieb von bis zu acht Kanälen und deckt in der Version „F“ den anmeldefreien Bereich 863 bis 865 MHz ab. Da aber jeder Hersteller seine eigene Kennzeichnung der Frequenzvarianten hat, kann diesbezüglich leicht Verwirrung entstehen: Das E-Band bei Sennheiser entspricht eben nicht dem E-Band von Audio-Technica. Das wäre ja auch zu einfach. Um das Bezeichnungsdickicht etwas zu entwirren, haben wir in der untenstehenden Tabelle die Frequenz-Varianten einiger Funkmikrofon-Hersteller zusammengefasst.

tw

Electro-Voice	Sennheiser	Shure Performance Gear Wireless	Shure PGX Serie	Shure SLX Serie	Shure ULX Serie	Shure UHF-R
	A-Band: 516 - 558 MHz		H6: 524 - 542 MHz	G4E: 470 - 494 MHz	G3E: 470 - 506 MHz	G1E: 470 - 530 MHz
				G5E: 494 - 518 MHz	J2: 554 - 590 MHz	H4E: 519 - 578 MHz
	G-Band: 566 - 608 MHz		J6: 572 - 590 MHz	H5: 518 - 542 MHz	K2E: 606 - 642 MHz	J5E: 579 - 638 MHz
				J3: 572 - 596 MHz	M2: 662 - 698 MHz	K5E: 606 - 666 MHz
				K3E: 606 - 630 MHz		
A-Band: 618 - 634 MHz	B-Band: 626 - 668 MHz	M10: 674 - 686 MHz	P6: 702 - 720 MHz	L4E: 636 - 662 MHz		L3E: 638 - 698 MHz
B-Band: 678 - 694 MHz				P4: 702 - 726 MHz		
	C-Band: 734 - 776 MHz	Q11: 736 - 754 MHz	Q24: 736 - 754 MHz	Q24: 736 - 754 MHz	Q2: 748 - 784 MHz	M5E: 694 - 758 MHz
						P8: 710 - 790 MHz
						Q5: 740 - 824 MHz
						Q6: 740 - 752 MHz
						Q10: 740 - 797 MHz
						A24: 779 - 788 MHz & 797 - 806 MHz
	D-Band: 780 - 822 MHz	R10: 800 - 812 MHz	R1: 800 - 820 MHz	R5: 800 - 820 MHz	R4: 784 - 820 MHz	JBX: 806 - 810 MHz
				JB: 806 - 810 MHz		
E-Band: 850 - 865 MHz	E-Band: 823 - 865 MHz	T10: 854 - 865 MHz	T1: 846 - 865 MHz	S6: 838 - 865 MHz	S3: 829 - 865 MHz	R9: 790 - 865 MHz

5) heute frei; ab 2016 nur noch eingeschränkt nutzbar 6) frei nutzbar