



## Beachtungshinweise für den Betrieb von Drahtlosanlagen

### **Störfaktoren der Übertragung**

Um einen möglichst ausfallsicheren und ungestörten Betrieb seiner Wireless-Anlage zu gewährleisten, ist es unumgänglich auf einige Faktoren zu achten, die schneller als geahnt zu einer Störung führen können. Die wahrscheinlichsten Symptome für einen nicht idealen Betrieb sind Brumm- und Rauschgeräusche im Audio-Ausgang des Empfängers. Schlimmstenfalls allerdings äußern sich Störungen auch durch kurzzeitige Dropouts (Momentane Empfangsausfälle) oder länger anhaltendes Totalversagen. So sollte beispielsweise darauf verzichtet werden, in der Nähe des Empfängers Handys oder kabellose Intercoms zu betreiben. Ebenso haben elektronische Transformatoren, Starkstromleitungen, Lichtenanlagen oder digitales Equipment wie unter anderem Laptops oder auch nur halbherzig geschirmte CD-Player nichts neben dem Empfänger-Rack verloren, da die oftmals hohe elektromagnetische Strahlung dieser Geräte nicht gerade positiv zur Funktion des Setups beitragen. Jeder kennt beispielsweise das Störgeräusch eines Handys, das bei Aktivitäten zu nahe an einem Radioempfänger liegt. Diese Geräte sind auf jeden Fall in ausreichender Entfernung zu betreiben, anders gesagt, das Empfänger-Rack sollte weit genug entfernt davon stehen. Die Behörden, sowie die Hersteller selbst sind mittlerweile allerdings bemüht, die Receiver von Drahtlosanlagen nahezu einstrahlungsfest zu gestalten, und unterstützen diese Sicherheitsmaßnahme durch weitere HF-Filter. Da im Bereich der UHF-Übertragung schon relativ kleine Gegenstände eine Abschattung des HF-Signals zur Folge haben können, schadet es sicherlich nicht, den oder die Empfänger vielleicht ein wenig erhöht aufzustellen. Kommt eine externe Antenne zum Einsatz, genügt es natürlich, nur diese so zu platzieren dass Sichtkontakt zum Sender besteht. Auch was die Sender angeht, sind einige Vorgaben zu beachten. Um beispielsweise zu vermeiden, dass Handmikrofone oder Bodypacks untereinander interferieren, sich also gegenseitig in ungünstigen Verhältnissen beeinflussen, sollte darauf geachtet werden, dass diese einen gewissen Mindestabstand zueinander nicht unterschreiten. Hier gilt als Faustregel min. 0,5 Meter. Generell ist es äußerst empfehlenswert, im Falle eines Systemausfalls auf Havariegeräte zurückgreifen zu können. Man sollte sich also stets ausreichend Gedanken über weitere Sendestrecken für eventuelle Notfälle machen.



## **Interferenz**

Als Interferenz wird die Situation bezeichnet, in der sich zwei oder mehrere phasenungleiche Signale überlagern, und sich somit entweder gegenseitig stören, verstärken oder gar auslöschen. Interferenzen entstehen nahezu immer, beispielsweise durch Reflexionen an Wänden oder Gegenständen. Eine über die Wand reflektierte Funkwelle legt auf ihrem Weg zum Empfänger einen gewissen Umweg zurück, verglichen mit dem direkt dort eintreffenden Signal vom Sender. Dieser Umweg führt dazu, dass die Phasenlage des reflektierten Signals ungleich der des direkt eintreffenden Signals ist. Ist sie sogar völlig gegensätzlich, also um  $180^\circ$  verschoben, so löschen sich die am Empfänger eintreffenden Signale vollständig aus. Die Folge ist ein Empfangsausfall, es entstehen Dropouts. Interferenzen an einer Antenne treten meist bei Bewegungen des Senders auf, da sich die Phasenlagen der eintreffenden Signale an der Antenne hier ständig ändern. Es kommen über die verschiedensten Umwege nahezu unendlich viele HF-Signale mit ebenfalls unendlich vielen unterschiedlichen Phasenlagen an. Die Stärke des an der Empfangsantenne erhaltenen HF-Signals variiert also, da Bewegungen des Senders, oder sich ändernde Raumverhältnisse permanent Interferenzen mit unterschiedlichen Folgen hervorrufen.

## **Spiegelfrequenzen / Spiegelselektion**

Zur Rubrik der Störfaktoren bei der Übertragung gehören auch solche Phänomene, mit denen der Anwender selbst nicht direkt konfrontiert wird, und die er schon gar nicht beeinflussen oder ändern kann. Sprich, die Eigenschaften der Hardware, die prinzipbedingt minimal zur Störung des gesamten Systems beitragen können. Natürlich wird seitens der Hersteller große Sorge dafür getragen, dass der Einfluss solcher Eigenschaften auf die Betriebssicherheit nahezu vernachlässigt werden kann. Wie hoch dieser Einfluss jedoch genau ist, kann der Anwender letztlich nur durch diverse Angaben in der Betriebsanleitung in Erfahrung bringen. Der Vollständigkeit halber sind diese Faktoren dennoch hier aufgeführt. So genannte Spiegelfrequenzen treten durch das Bilden von Summen- und Differenzsignalen in der Mischstufe des Empfängers auf, und sind zumeist auf zu hohe Signalstärken im Empfängereingang zurückzuführen. Hierbei entsteht eine weitere Frequenz, die von der gerade empfangenen Eingangsfrequenz gesehen, spiegelbildlich zur Oszillatorfrequenz liegt. Durch präzise Filter vor der Mischstufe wird eine HF-Selektion vorgenommen, die unerwünschten Spiegelfrequenzen werden somit wirksam unterdrückt. Der Wert dieser Unterdrückung wird als Spiegelselektion in dB angegeben.



## **Nachbarkanalselektion**

Auch der beste Oszillator erzeugt leider kein phasenreines Signal, das ausschließlich aus nur einer einzigen Frequenz besteht. Es werden immer auch Nebenwellen rund um die eigentliche Trägerfrequenz herum erzeugt. Deren Intensität nimmt mit der Entfernung zum Mittenträger ab. Das komplett erzeugte Frequenzgemisch wird an Anlehnung auf seine Form im Frequenz-/Amplituden - Diagramm auch als Noise-Skirt bezeichnet. Bei benachbarten Trägerfrequenzen überlappen sich nun diese Skirts und Träger. Ist der zu Empfänger 1 gehörende Sender nun relativ weit von diesem entfernt, muss in der HF-Vorstufe mit einem hohen Verstärkungsmaß gearbeitet werden. Befindet sich jetzt aber ein zweiter Sender mit benachbarter Trägerfrequenz in der Nähe dieses Empfängers, wird in der HF-Vorstufe auch dessen ausgestrahltes Noise-Skirt verstärkt. Bei ausreichend hohem Pegel kann dieses nun die Mute-Schaltung eines Empfängers ungewollt öffnen. Seitens der Hersteller wird der beschriebene Effekt durch selektive HF-Filter zu unterdrücken versucht. Um hier auf Nummer Sicher zu gehen, sollte im UHF-Frequenzband ein Mindestabstand von 300 KHz zwischen zwei benachbarten Systemen eingehalten werden. Nur so kann definitiv ausgeschlossen werden, dass sich die Skirts gegenseitig überlappen, und so ungewollt andere Systeme beeinflussen. Dieser Aspekt muss beim Thema Frequenzmanagement Beachtung finden.

## **Frequenzmanagement in festen Spielstätten**

In festen Spielstätten wie Theater oder Veranstaltungshallen ist auf folgendes zu achten. Zum Beispiel Musicals stellen auf Grund der großen Kanalanzahl eine der umfangreichsten Anforderungen an die Drahtlostechnik. Dennoch fällt die Frequenzplanung in festen Gebäuden ein wenig einfacher aus, da hier nicht mit fremden Störfaktoren zu rechnen ist. Durch die Abschattung des Gebäudes selbst hält sich auch der äußere Einfluss auf die Wireless-Anlage in Grenzen. Und steht ein Setup erst einmal, so kann dieses auch über eine längere Zeit verwendet werden, und ist nicht vor jeder Show neu zu berechnen.



## Frequenzmanagement der UHF-Anlage (PGW) von Shure

In der unten aufgeführten Liste ist die Kompatibilität der einzelnen Frequenzbänder aufgeführt. Die Bänder R10 und T10 sind anmeldefrei und können somit ohne weitere Kosten betrieben werden. Die Kosten für eine Erweiterung mit dem Band M10 sind unten aufgeführt.

Shure selbst empfiehlt hier 2 Sets (R10/T10) mit der entsprechenden Kanalaufteilung, die einen reibungslosen Betrieb ermöglichen sollten. In dieser Kombination sind maximal 7 Kanäle parallel betreibbar unter normalen Voraussetzungen. Andere, z.B. VHF-Systeme lassen ohne Probleme parallel dazu schalten.

### Shure PGW-Doppelemfänger



### Shure PGW Frequency Maps

Group & Range	<b>M10</b> 674 - 686		<b>R10</b> 800 - 812		<b>T10</b> 854 - 865	
	CH	Freq	CH	Freq	CH	Freq
	1	674.025	1	802.525	1	855.275
	2	677.900	2	800.525	2	856.575
	3	682.775	3	807.400	3	858.650
	4	684.700	4	810.275	4	863.475
	5	685.900	5	811.550	5	864.700
	6	674.225	6	801.100	6	854.900
	7	676.500	7	802.325	7	857.950
	8	680.025	8	808.600	8	861.750
	9	684.500	9	810.550	9	863.500
	0	685.700	0	813.800	0	864.825

Freq 1-5 und 6-0 von R10 sind jeweils kompatibel mit 856.575 von T10

### Maximum Anzahl 7:

#### Set1:

Version	Kanal	Freq.
R10	0	813.800
R10	5	811.550
R10	6	801.100
R10	7	802.325
R10	8	808.600
T10	7	857.950
T10	8	861.750

#### Set2:

Version	Kanal	Freq.
R10	0	813.800
R10	5	811.550
R10	6	801.100
R10	7	802.325
T10	6	854.900
T10	7	857.950
T10	8	861.750

Wenn das nicht reicht, einfach noch bis zu 5 Kanäle M10 (674-686) dazu, dann ist man bei Maximal 12 Kanälen  
Das geht aber nur bei festen Installationen, da die M10 anmeldepflichtig sind (kostet 130.-€ plus 9.-€ Jahresgebühr pro Sender)