



Tipps und Tricks rund um die **Drahtlos**technik

Von Volker Holtmeyer

Drahtlosanlagen sind praktisch. Sie ersparen lästige Kabel, geben ungeahnte Bewegungsfreiheit und sind aufgrund des günstigen Preises von Budget-Modellen auch für Hobbymusiker erschwinglich.

Teil 1

Meist sind auch Anlagen im unteren Preisniveau heutzutage so gut, dass sie gleich wie gewünscht funktionieren. So ersetzt man beispielsweise das Gitarrenkabel einfach durch Taschensender und Empfänger und kann gleich loslegen. Doch wehe, wenn ein System nicht richtig funktioniert. So etwas passiert gerne, wenn mehrere Sendeanlagen gleichzeitig eingesetzt werden – und natürlich immer genau dann, wenn überhaupt keine Zeit zur „Ursachenforschung“ bleibt, beispielsweise kurz vor dem Auftritt. Dann ist guter Rat teuer, denn die Fehlersuche bei Drahtlosanlagen gestaltet sich ungleich komplizierter als

beim vergleichsweise überschaubaren Einsatz kabelgebundener Mikrofone. Damit der Anwender im Ernstfall nicht „ratlos“ bleibt, soll diese dreiteilige Serie dazu beitragen, das grundlegende Know-how näher zu bringen.

Durch die Luft

Auf den ersten Blick scheint es ja schon ein wenig geheimnisvoll, dass ein Audiosignal durch die Luft „fliegt“ und an einem anderen Ort wieder auftaucht. Doch was uns bei Funkwellen noch verwundert, scheint bei Schallwellen völlig selbstverständlich. Hier werden mechanische Schwingungen in

Schallwellen umgewandelt, die sich im Raum ausdehnen, auf unsere Ohren treffen und dort wieder in mechanische Schwingungen umgewandelt werden. Das Ergebnis nehmen wir als Ton oder Geräusch wahr. Für Funkwellen fehlen uns aber gewissermaßen die Ohren. Wir haben keine Rezeptoren für elektromagnetische Wellen. Dabei verhalten sich elektromagnetische Wellen und Schallwellen durchaus ähnlich. In beiden Fällen gelten dieselben physikalischen Gesetze der Reflexion. Auch das Verhalten bei Hindernissen ist ähnlich, wo das Signal das Hindernis durchdringt oder auch um das Hindernis

herum gebeugt wird. Und genau wie Schallwellen breiten sich elektromagnetische Wellen kugelförmig aus, was bedeutet, dass die Intensität mit zunehmender Entfernung abnimmt. Dieses Wissen hilft uns, wenn wir uns Gedanken darüber machen, wie wir Sender und Empfänger respektive vor allem deren Antennen positionieren sollten. Doch dazu mehr im zweiten Teil dieser Serie.

Widmen wir uns zunächst noch einigen Dingen, die vielleicht trivial erscheinen, aber grundlegend zu beachten sind. Jede Sendeanlage muss auf einer bestimmten Trägerfrequenz betrieben werden, wobei Sender und Empfänger auf die gleiche Frequenz eingestellt sein müssen. Ein Empfänger kann nicht gleichzeitig zwei Sendesignale empfangen. Gleichwohl kann das Signal eines Senders gleichzeitig von mehreren Empfängern empfangen werden. Das ist im Grunde das Prinzip des Rundfunks und dieses Prinzip wird auch bei Drahtlosanlagen hin und wieder eingesetzt – beispielsweise beim In-ear-Monitoring, wenn unterschiedliche Musiker den gleichen Monitormix bekommen. Grundsätzlich gilt aber für die uns interessierende Anwendung, dass wir für jedes zu übertragende Audiosignal einen Sender und einen Empfänger brauchen.

Frequenzmodulation

Das niederfrequente Audiosignal muss zunächst in ein hochfrequentes Signal umgewandelt werden, da höhere Frequenzen besser geeignet sind zur Übertragung per Funk. Im Sender wird das Audiosignal gewissermaßen mit einer hochfrequenten Trägerfrequenz vermischt. Man spricht hier von Frequenzmodulation. In Abb. 1 ist auf der linken Seite die Darstellung des Audiosignals zum besseren Verständnis um 90 Grad gedreht. Auf der rechten Seite der Abbildung ist die Trägerfrequenz nicht über der Zeit sondern über der Frequenz dargestellt. Die Trägerfrequenz an sich ist also nur ein einzelner Strich. Durch die Modulation schwingt dieser analog zum Audiosignal hin und her.

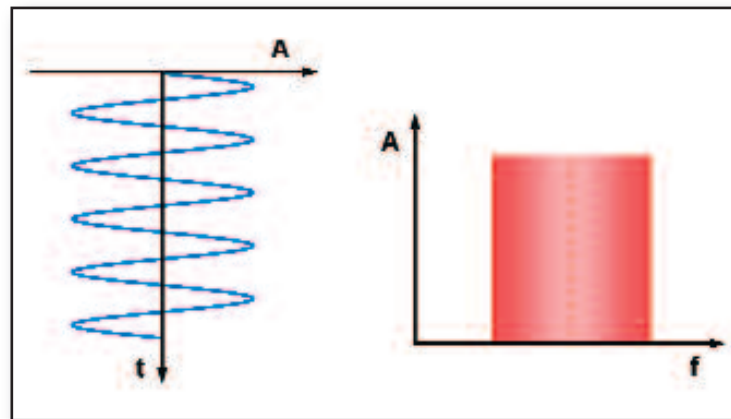


Abb. 1: Frequenzmodulation – links das Audiosignal und rechts die entsprechend modulierte Trägerfrequenz

Die eigentliche Sendefrequenz ist somit zu unterschiedlichen Zeiten immer etwas größer oder kleiner als die Trägerfrequenz. Das Sendesignal erhält damit eine gewisse Bandbreite – bei leisem Audiosignal eine kleine und bei lautem Audiosignal eine große. Dabei ist die

Feldstärke (wie „gut“ kommt das Signal beim Empfänger an, meist durch eine LED-Kette dargestellt) an sich relativ unbedeutend. Das ist auch gut so, denn sonst würde sich ein geringer werdender Abstand zwischen Sender und Empfänger (der Sänger geht mit dem Mikrofon

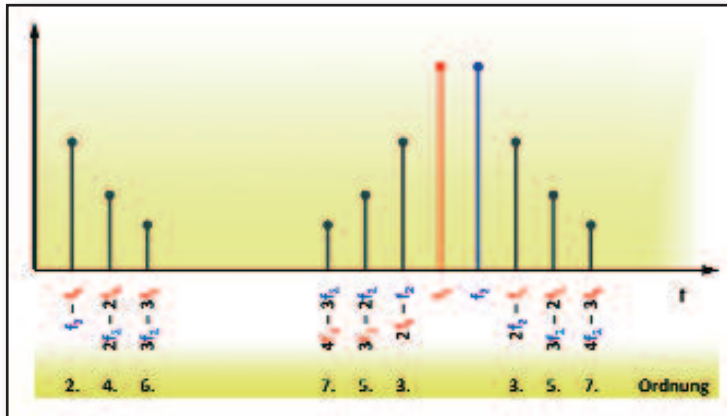


Abb. 2: Intermodulationsprodukte verschiedener Ordnung

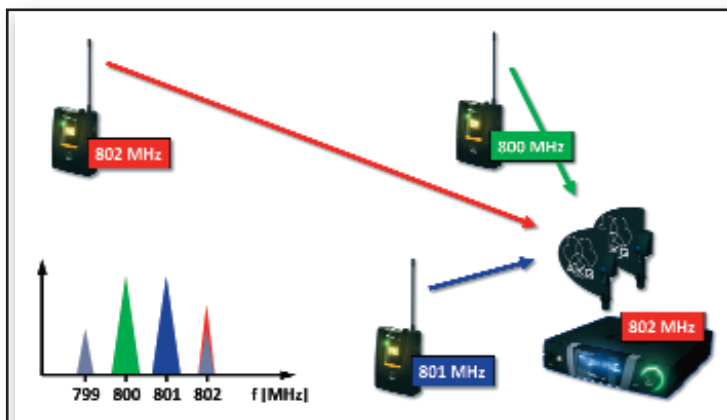


Abb. 3: Ungünstige Intermodulation zweier Sender

auf den Empfänger zu) in einem Anstieg der Lautstärke bemerkbar machen.

Blieben wir beim Empfänger. Hier wird nicht nur das Signal unseres Senders von der Antenne empfangen, sondern auch alles, was sonst noch so im Raum „auf Sendung“ ist. Also bedarf es im Empfänger eines schmalbandigen Filters, um möglichst nur unser Sendesignal herauszufiltern. Die Flanken eines solchen Filters sind naturgemäß nicht unendlich steil, es kommt zu Überlappungen mit den angrenzenden Frequenzbereichen. Wenn hier auch ein Signal gesendet wird, kann es zu Interferenzen (Übersprechungen) kommen. Daher sollte zwischen den Bändern immer ein wenig Abstand gehalten werden (in der Regel 200 kHz), um folgendes Phänomen zu vermeiden: Die Anlage spielt bei Stille einwandfrei, es kommt aber zu Störungen, wenn bestimmte Sender ein lautes Signal senden. Dann wird nämlich ein sehr breitbandiges

Spektrum übertragen, das mit benachbarten Frequenzen interferiert.

Intermodulationen

Diese Interferenzen sind aber nicht mit den berühmt-berüchtigten Intermodulationen zu verwechseln. Diese entstehen unweigerlich immer, wenn mehrere Sendeanlagen betrieben werden. Grundsätzlich verhindern lassen sich Intermodulationen nicht. Man kann nur versuchen, sie zu minimieren, sodass sie keine Störungen verursachen. Dazu sollten wir uns zunächst anschauen, was Intermodulationen überhaupt sind. Jede elektronische Schaltung hat neben einem fast idealen Arbeitsbereich auch einen nichtlinearen Bereich, in dem das Signal etwas verfälscht wird. Wenn die Empfangsantenne mehrere Sendesignale aufnimmt, dann treten durch solche Nichtlinearitäten im Empfänger neben diesen originalen Signalen auch immer noch weitere Signale auf – sogenannte Intermodulationsprodukte (Abb. 2).

Einige dieser Intermodulationsprodukte liegen unglücklicherweise relativ nahe an unseren ursprünglichen Sendesignalen und damit eventuell auf Frequenzen auf denen womöglich weitere Strecken senden sollen. Das ist der Grund, warum nicht beliebig viele Sendestrecken gleichzeitig betrieben werden können und es mit steigender Anzahl der Strecken immer schwieriger wird, einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten. Das A und O beim Betrieb mehrerer Sendeanlagen ist also eine sorgfältige Planung, um Frequenzen zu finden, deren Intermodulationsprodukte möglichst wenig stören. Bei kleineren Anlagen genügt es in der Regel, sich an die empfohlenen Presets der Hersteller zu halten.

Für größere Anlagen bieten alle Hersteller spezielle Software-Lösungen an, mit denen sich kompatible Frequenzen berechnen lassen. Aber auch wenn die optimalen Frequenzen gefunden sind, gilt es, weitere Punkte zu beachten. So erweist es sich beispielsweise als sehr ungünstig, wenn einige Sender nahe an den Empfangsantennen platziert sind und andere relativ weit weg davon. So kann die Amplitude von Intermodulationsstörungen möglicherweise größer sein als das Sendesignal eines entfernten Senders und dieses so zu sagen „wegdrücken“ (Abb. 3). Optimal wäre es also, wenn alle Sender etwa den gleichen Abstand zu den Empfangsantennen haben.

Ebenso wie es in den Eingangsstufen der Empfänger zu Intermodulationen kommt, gibt es auch Intermodulationen in den Sendern selbst, denn jede Sendeanlage fungiert auch zwangsläufig als Empfangsantenne. Deshalb sollte zwischen allen Sendern ein Mindestabstand von etwa einem halben Meter eingehalten werden. Ebenso wichtig bei der Minimierung von Intermodulationen ist die „richtige“ Antennentechnik. Diesem Thema widmet sich die kommende tools 4 music-Ausgabe. ■

Noch Fragen?
redaktion@tools4music.de