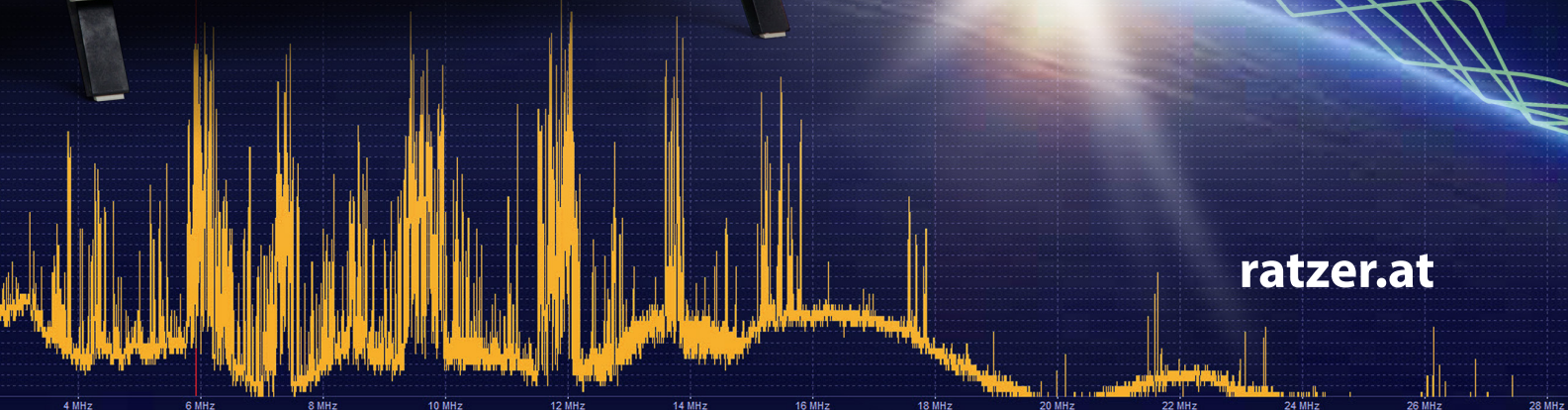


Caracao Nova, Brazil

BSKSA Riad,
s/off 21:00 UTC

Kleiner Streifzug durch den Kurzwellen-Empfang

Nils Schiffhauer, DK80K



ratzer.at

Kleiner Streifzug durch den Kurzwellen-Empfang

Autor: Nils Schiffhauer, DK8OK

Manchmal fragt man sich angesichts schlechten Empfangs: Was hat sich der Sender dabei nur gedacht? Dieser Beitrag geht einigen Phänomenen des Kurzwellempfangs nach – weil oft in Kenntnis ihrer Ursachen schon ein Weg zur Verbesserung liegt.

Rundfunk wird gesendet, damit er gehört wird. Was so simpel klingt, hat mindestens zwei Ebenen: eine inhaltliche und eine technische. Der inhaltliche Aspekt ist oft Geschmacksfrage – kulturell und politisch sowieso. Er jedoch gibt dem Projekt „Rundfunk“ erst den sinnstiftenden Drive. Was im globalen Kapitalismus heißt: das Geld. Das kann eine regelrecht zinstragende Investition sein, wie die Projekte von CIA und U.S.-Außenministerium zeigen, wenn deren Radio Liberty nicht unbeträchtlich dazu beiträgt, den Kalten Krieg zu gewinnen.¹ Dass diese und andere Lakaien damit ihre Funktion erfüllt haben, wollte ihnen zuerst nicht recht einleuchten. Marx bezeichnet das als „notwendig falsches Bewusstsein“. Beinahe hätten sich die Radioveranstalter zu Tode gesiegt – wie fast alle Sender der westlichen Welt, die 1989 zuerst in eine Sinn- und dann in eine Finanzkrise stürzten; mit ungewissem Ausgang.

Der BBC World Service etwa verliert kontinuierlich an Hörern, acht Millionen alleine im Jahre 2009. Und bei fünf von sechs durch den amerikanischen Steuerzahler finanzierten Sendern sinkt ebenfalls die Hörerschaft. Zwischen 2000 und 2010 sank die Anzahl der VoA-Frequenzen um ein Viertel; 2006 überholte China Radio International in diesem Punkt die Amerikaner und hat nun fast ein Drittel Vorsprung.² Gerade „Informationssuchende“, wie sie die Deutsche Welle als neue Zielgruppe ausgemacht haben will,³ orientieren sich im Internet. Was da geht, hatte der BBC World Service schon im April 2010 zeitgleich mit dem Start des iPad von Apple gezeigt⁴ – diese multimediale Mischung halte ich inhaltlich wie handwerklich für absolut vorbildlich und zukunftsweisend.

Doch weiterhin spielt die Kurzwelle eine Rolle. Kurzwellenradios sind preiswert, der Empfang mit batteriebetriebenen Empfängern verlangt keine Infrastruktur wie das Internet und lässt sich auch nicht blockieren – bestenfalls gezielt und absichtlich stören, wobei es doch immer wieder Lücken für einen verständlichen Empfang

Wichtige Hinweise

Dieses ist die erweiterte Multimedia-Version des im Jahrbuch „Sender & Frequenzen 2011“ erschienenen Artikels.

Das PDF lässt sich nicht nur ausdrucken und dann bequem lesen. Denn darüber hinaus stehen am Computer Audio- und Video-Beispiele zur Verfügung.

Sie sind markiert durch den Hinweispfeil:

→ *Audio-Beispiel:*

→ *Video-Beispiel:*

Zum Abspielen einfach einmal auf das Lautsprechersymbol (Audio) oder den Screenshot (Video) klicken. Die Lautstärke wird z.B. wie üblich am Computer eingestellt.

Erscheinen einem manche Bilder und Diagramme zu klein, so lassen sie sich am PC im PDF vergrößern.

1 Der Radiohistoriker James Wood bezeichnet die Ausgaben für diese zunächst von der CIA finanzierten Propagandasender als „eine der besten *Investitionen* der U.S.-Regierung“. In: History of International Broadcasting. Volume 2, IEE History of Technologies Series 23, London, 2000, S. 121

2 Folgt: Waves in the Web. Economist, August 14th-20th, S. 43f.

3 http://www.radioeins.de/programm/sendungen/medienmagazin/radio_news/beitraege/2010/deutsche_welle_strategie.html

4 <http://www.bbc.co.uk/news/technology-10738882>

gibt. Internationaler Kurzwellen-Rundfunk setzt hierbei auf die Ionosphäre als Medium. Dabei handelt es sich um eine Schicht oberhalb der Wetterzone der Erde. Hauptsächlich durch verschiedene Strahlungsarten der Sonne ist sie für bestimmte Funkwellen leitend und kann somit durch – oft mehrfache Reflexion – große Entfernungen überwinden helfen.

Sender mit Leistungen zwischen 100 und 500 Kilowatt sowie bis zu 100fach verstärkende Richtantennen sorgen heute zusammen mit einer computergesteuerten Frequenz- und Zeitplanung dafür, dass der durchschnittliche Hörer im Zielgebiet ohne technische Kenntnisse und weiteren Aufwand einen guten Empfang erzielt. Die Rundfunkstationen orientieren sich hinsichtlich der Sendezeiten und Sprachen an den Gewohnheiten im Zielland. Zugleich suchen sie passende Frequenzen aus, die eine hinreichende Versorgung sicherstellen. Die Kurzwelle ist vor allem zwischen 1980 und 1990 („Dekade der Hörbarkeit“ nennt James Wood diese Jahre⁵) zu einem auch in seiner technischen Verbreitung sehr zuverlässigen Medium geworden.

Ziel ist ein lautes, klares Signal

Die sinkenden Deutsch-Angebote auf Kurzwelle zeigen, dass ganz sicher nicht mehr die Einwohner der so genannten „Ersten Welt“ zur Hauptzielgruppe gehören. Für diesen Teil der Welt ist die Kurzwelle neben dem Internet einfach nur ein weiteres Medium. Schon gar nicht steht der kenntnisreiche und mit hochklassigen Empfängern sowie guten Antennen ausgestattete DXer in der Sendekeule der Stationen.

Eher hat man sich den Geschäftsmann in Kambodscha, den Facharbeiter in Shanghai oder Oppositionelle in Myanmar hierunter vorzustellen. Nicht zu vergessen: Ein Großteil des internationalen Kurzwellenrundfunks wird heute von profitorientierten Unternehmen veranstaltet, die sich den christlichen Kreuzzug auf ihre Fahnen geschrieben haben.

Ziel eines Kurzwellensenders ist somit, für seine Zielregion ein Programm zu einer Zeit anzubieten, in der die Hörer Muße zum Zuhören haben, dessen Sprache sie verstehen und das aus ihrem kleinen Kofferradio mit Teleskopantenne selten schlechter, oftmals aber viel besser klingt als ihre regionale Mittelwellenstation.

Unter welchen Bedingungen ist das – betrachten wir einmal nur die Technik – der Fall? Wenn wir zunächst Störungen durch andere Sender beiseitelassen, so muss das Signal in erster Linie *stark* genug sein, um klar und verständlich aus dem Lautsprecher zu klingen.

⁵ History of International Broadcasting. Volume 1, IEE History of Technologies Series 19, London, 2008 [1990], S. 129ff., besonders Tabelle S. 132

Eine der wichtigsten Größen hierfür ist der Abstand vom Rauschen. Hierzu gibt es viele Untersuchungen, deren wichtigste Ergebnisse *Abbildung 1* zusammenfasst:⁶

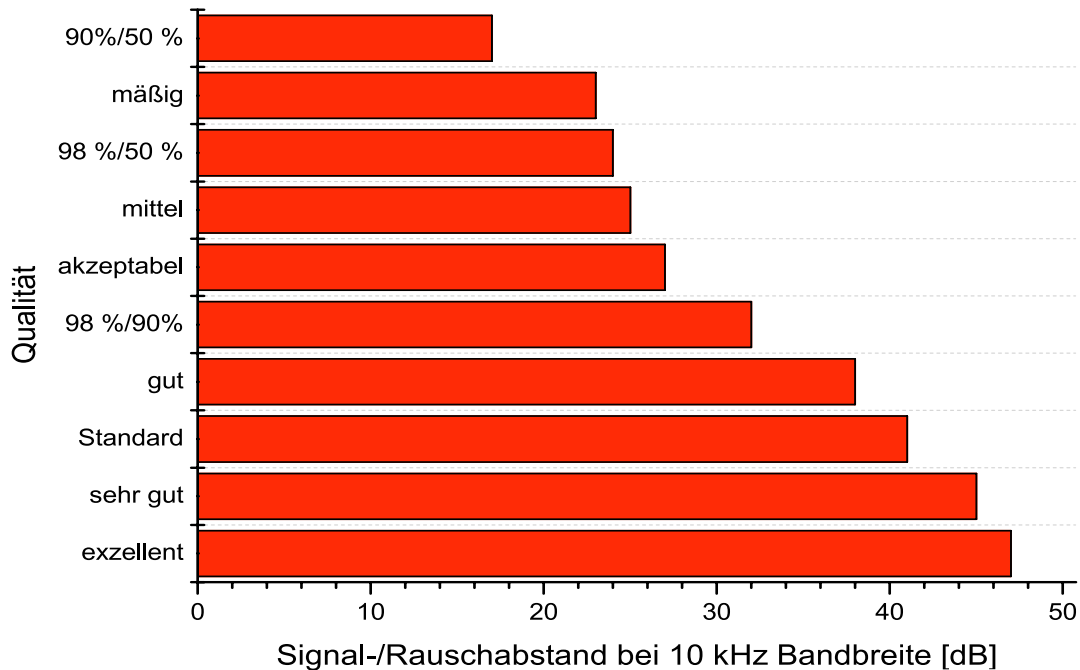


Abbildung 1: Beurteilung der Verständlichkeit in Abhängigkeit vom Rauschen. 90%/50% bedeutet: 50% der Hörer verstehen noch 90% der Sätze.

Ziel internationaler Rundfunksender ist es, in mindestens 90% der Zeit einen Signal-/Rauschabstand von 34 dB beim Kofferradio-Hörer zu sichern. Dann verstehen mehr als 90 % der Hörer mehr als 98 % der Sätze. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Sender im Zielgebiet ein elektromagnetisches Feld erzeugen, aus dem schon die Teleskopantenne eines Kofferradios so viel Energie herauszieht, dass dieser Signal-/Rauschabstand erreicht wird. Das ist ab einer Feldstärke von 40 dB μ V/m der Fall.

Abbildung 2 zeigt das am Beispiel von China Radio International in Deutsch auf 15.245 kHz um 07:00 Uhr UTC im August bei einer Sonnenfleckenrelativzahl von 24.⁷

⁶ Nach: Lane, George: Signal-to-Noise Predictions Using VoACAP. Rockwell Collins, Cedar Rapids, 2001, S. 5-5. Diese Werte sind konservativ und wurden zwischen 1959 und 1986 erhoben. Einerseits sind heutige Empfänger empfindlicher als damals, andererseits haben die elektrischen Störungen (sie äußern sich als Rauschen) zugenommen.

⁷ Erstellt mit der Software VoACAP: kostenlos und diskriminierungsfrei unter www.voacap.com

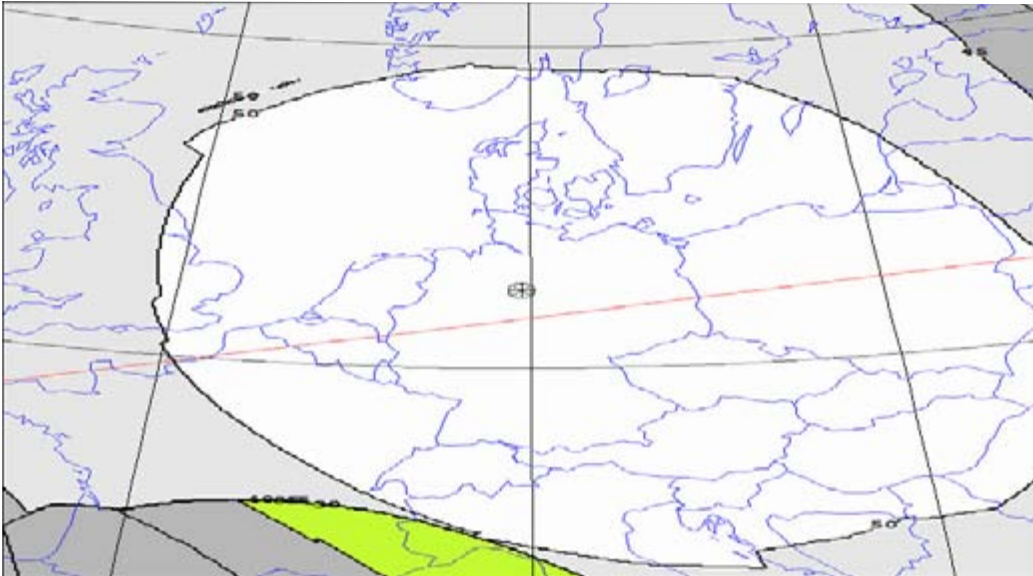
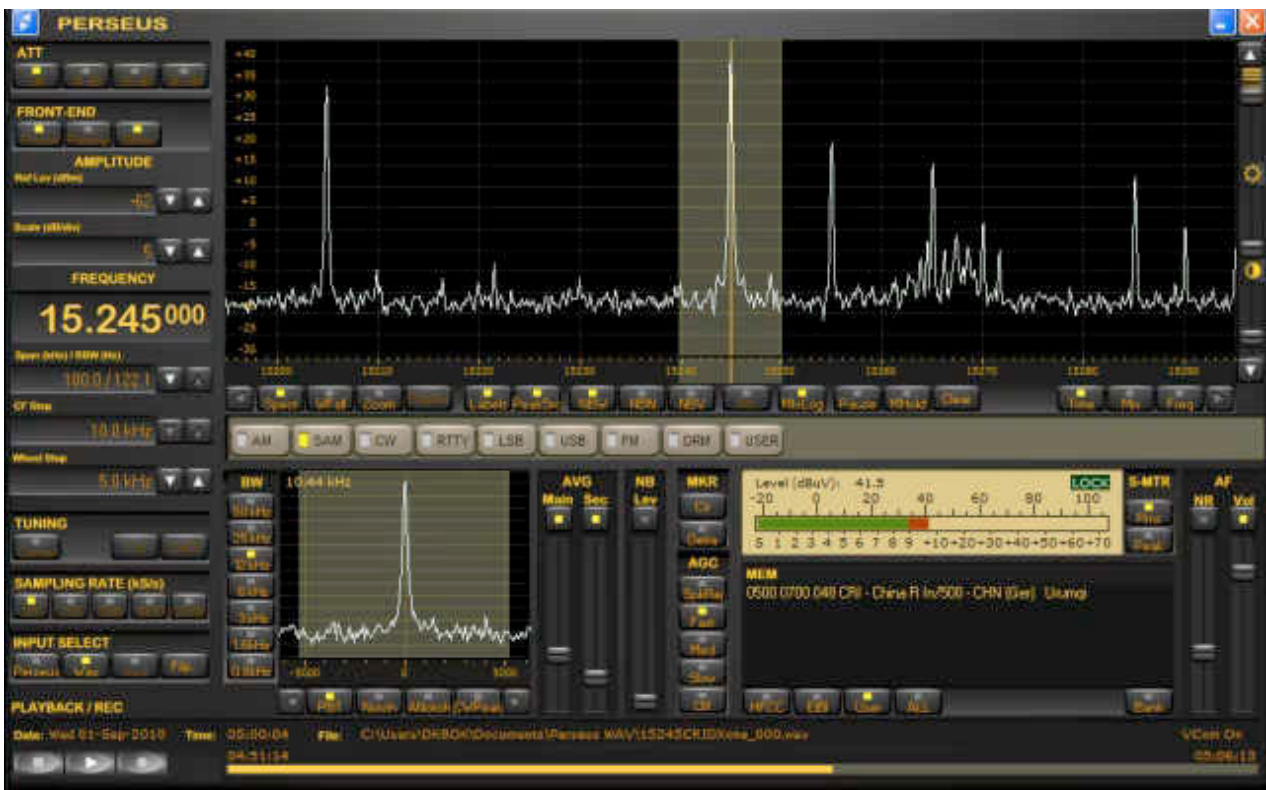


Abbildung 2: CRI erreicht mit dem Sender Urumchi auf 15.245 kHz mit 500 kW Sendeleistung an einer AHR 8/4/1-Richtantenne im August in ganz Deutschland, Österreich und die Schweiz in 90% der Zeit eine Feldstärke von mindestens 50 dB μ V/m während seiner deutschsprachigen Morgensendung.

Wie sich das anhört (mit einigem Brumm von Seiten des Senders), zeigt das nachfolgende Video:



→ Video-Beispiel: Anklicken, um CRI 15.245 kHz in Deutsch zu hören und sich wortwörtlich ein Bild des Empfanges zu machen.

Eine gute Antenne holt mehr heraus

Noch ein Wort zur Feldstärke: Diese ist immer *unabhängig* von der Antenne. Messen lässt sie sich zuverlässig nur dann, wenn der Antennenfaktor einer Antenne bekannt ist. Ich nutze für solche Messungen die Aktivantenne DX-One professional⁸ von RF Systems, die über einen Frequenzbereich von 120 kHz bis 54 MHz einen weitgehend konstanten Antennenfaktor von +6 dB aufweist.⁹ Damit kann man genau messen, welche Sender die recht hohe Feldstärke von 40 dB μ V/m erreichen oder gar über sie hinausragen. Aus dem dicht belegten frühherbstlichen und nachmittäglichen 25-m-Band sind dieses immerhin gut 20 Stationen (*Abbildung 3*).

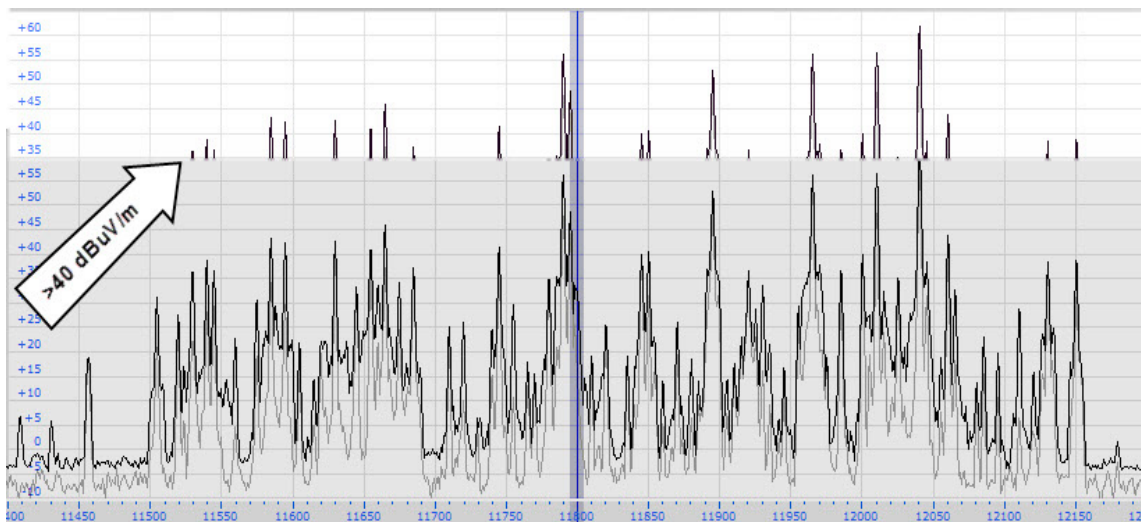


Abbildung 3: Gut 20 Stationen im 25-m-Band erreichen oder überschreiten die Schwelle von 40 dB μ V/m, wie eine längere Messung mit der DX-One zeigt. Herausgehoben sind hier alle Pegel über 34 dB μ V/m, da der Antennenfaktor der Antenne +6 dB beträgt, die zur Anzeige zu addieren sind.

Die Feldstärke ist gewissermaßen das *Angebot* des Senders. Je leistungsstärker die Antenne, desto mehr Energie holt sie sich aus diesem Angebot heraus, desto größer wird dann der Signal-/Rauschabstand. Und allein der ist für die Empfangsqualität verantwortlich – nicht etwa die pure Anzeige des S-Meters! Das verdeutlicht die *Abbildung 4* anhand der BBC Zypern auf 15.790 kHz: bei einer kleinen Antenne bietet der Sender auch nur einen niedrigen Signal-/Rauschabstand (S/N), der beim Umschalten auf eine größere Antenne kräftig steigt und das Signal regelrecht aus dem Rauschen herauszieht.

→ *Audio-Beispiel*: BBC Zypern in Arabisch 15.790 kHz, zweimal die Antennen umgeschaltet, zuerst kommt die kleinere, dann die größere Antenne, danach wieder die kleinere



⁸ Info und Bezug: http://www.ssb.de/product_info.php?info=p1218_DX-1-prof-MK-II---Kurzwellenantenne-aktiv-230V.html

⁹ Private Mitteilung ihres Entwicklers Willem Bos vom 6.7.2010

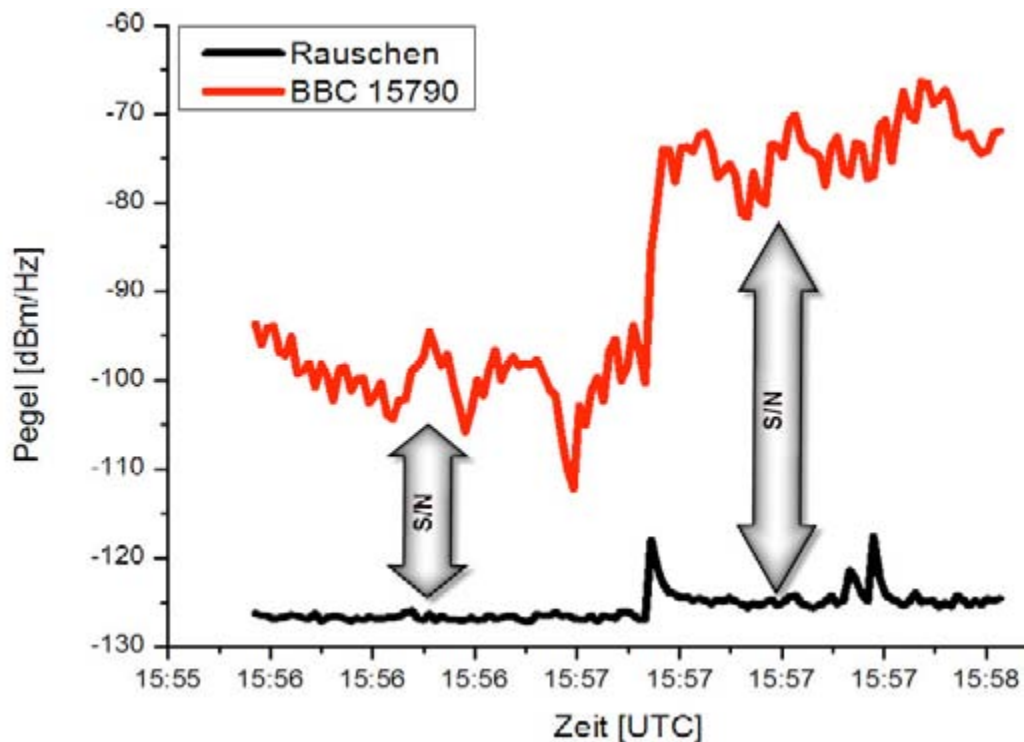


Abbildung 4: Rauschen und Signalstärke der BBC über drei Minuten – zunächst an einer kleinen, dann nach Umschaltung auf eine größere Antenne. Das Rauschen steigt nur gering, das Signal umso stärker. Die drei Zacken beim Rauschen markieren den Durchgang einer Ionosonde.

Zuverlässigkeit ist wichtig

Warum ist so großer Wert auf den *Prozentsatz* der Zeit gelegt, in dem das Signal mindestens erreicht wird? Das liegt daran, dass die Kurzwelle ein sehr dynamisches Medium ist. Die Ausbreitungsbedingungen ändern sich von Sekunde zu Sekunde, von Tag zu Tag und von Monat zu Monat. Welche Änderungen allein in einer Woche auftreten, demonstriert *Abbildung 5* anhand der Morgensendung von China Radio International.

Für DXer sind diese Änderungen reizvoll, da mal diese, mal jene Sender zu empfangen sind. Sie sind jedoch für jene ein Alptraum, die Tag für Tag zur selben Stunden mit guter Qualität ihre Hörer erreichen möchten. Schaffen sie das an 27 von 30 Tagen eines Monats, so liegt die Zuverlässigkeit bei 90% - ein sehr anspruchsvolles Ziel. Der DXer ist schon zufrieden, wenn er an drei Tagen im Monat etwa die Solomonen hört, eine Zuverlässigkeit von nur 10%. Auch wechseln die Bedingungen im Laufe der Jahreszeiten, weshalb man heute zwei Frequenzwechsel im Jahr veranstaltet: Periode A beginnt am letzten Wochenende im März und wird von der B-Saison am letzten Oktober-Wochenende abgelöst.

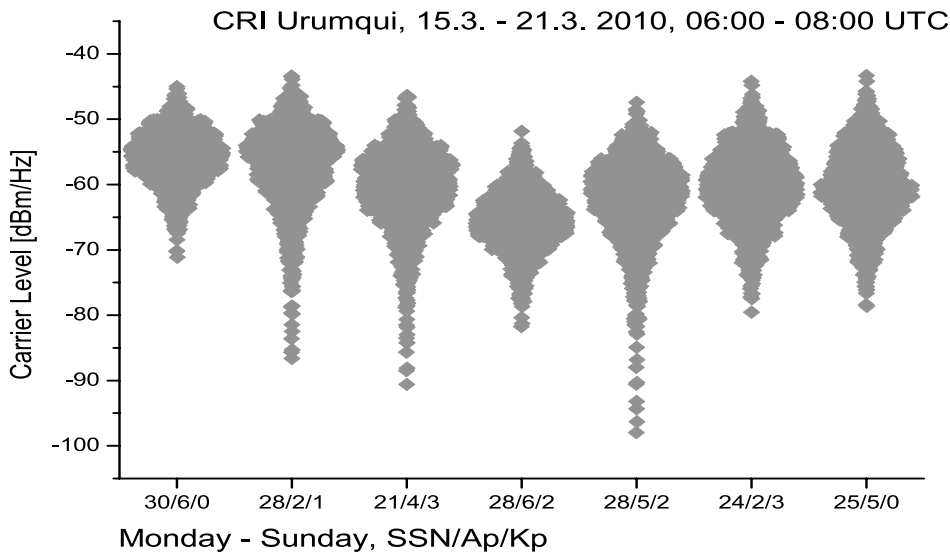


Abbildung 5: Eine Woche im März bei Tag für Tag unterschiedlichen Daten der Sonnenfleckenzahlen (SSN) sowie der geomagnetischen Aktivität (Ap/Kp) zeigt, wie stark sich im Wochenverlauf in den jeweils zwei Stunden des CRI-Programmes in Deutsch auf 15.245 kHz Pegel und Stabilität des Empfangs ändern.

Die jeweilige Tagesform der Ionosphäre kann keine Software der Welt für ein halbes Jahr im Voraus errechnen. Daher behilft man sich mit Verallgemeinerungen. Das Ziel: an 27 Tagen im Monat und innerhalb von 90 Prozent der jeweiligen Sendezeit ein mit Genuss hörbares Programm im Empfangsgebiet bereitzustellen. Software hilft hierbei. Norbert Schall hat ein solches Programm für die Deutsche Welle entwickelt und stellt sein WPLOT2000EX dankenswerterweise kostenlos und diskriminierungsfrei für Jedermann zur Verfügung.¹⁰ Unter den vielen Möglichkeiten errechnet es auch sehr schnell und realistisch die besten Frequenzen für die Versorgung einer Region über das gesamte Jahr – entsprechend der gewünschten Qualität und der angestrebten Zuverlässigkeit.

Das Ergebnis lässt sich wie ein Fußabdruck auf einer Karte darstellen, siehe *Abbildung 6*. Als Beispiel dient hier Radio Pridestrowja aus Moldawien in Sendeperiode A mit seiner deutschsprachigen Sendung ab 18:15 Uhr UTC auf 6.240 kHz. Das Ergebnis ist mit einem Blick zu erkennen: Zwischen April und Oktober liegt ganz Zentraleuropa innerhalb der Zone, die der 500-Kilowatt-Sender mit einer Feldstärke von mindestens 40 dB μ V/m versorgt. Die deutschsprachigen Regionen können sich sogar über einen Sicherheitszuschlag von 6 dB freuen. Hervorragender Empfang ist somit auch mit einem kleinen Koffersuper garantiert.

→ *Audio-Beispiel*: Radio Pridestrowja 6.240 kHz



¹⁰ www.norbertschall.de

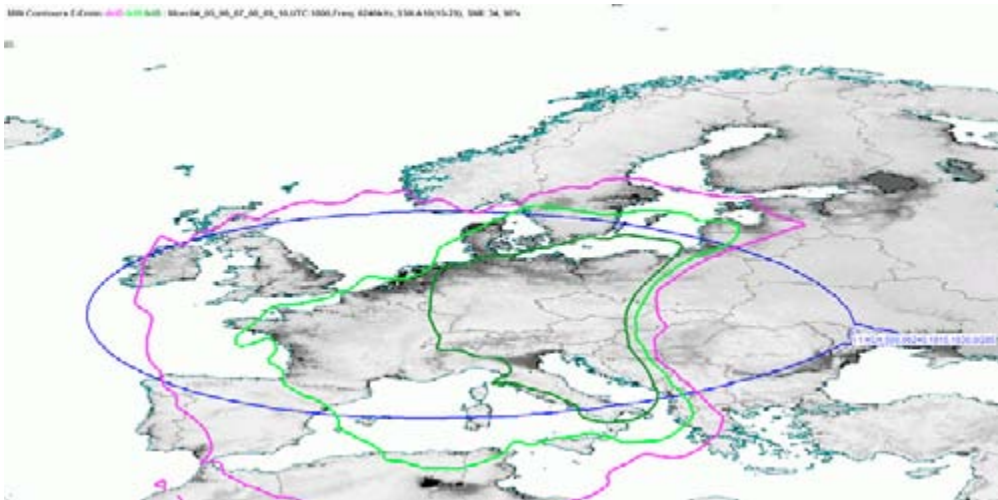


Abbildung 6: Die Keule der Richtantenne aus Kichinev strahlt nach Westen und erzeugt dort kräftige Signale, deren mittlerer „Fußabdruck“ eine Feldstärke von mindestens 40 dB μ V/m markiert. Im inneren Gebiet ist das Signal sogar noch 6 dB stärker, aber auch in der äußeren Zone mit -6 dB kann der Sender noch sehr gut gehört werden.

So glatt geht es nicht immer. Deshalb lohnt es sich, das Programm auf zwei, drei unterschiedlichen Kurzwellenbändern parallel auszustrahlen. Lahmt beispielsweise das Deutschprogramm aus Pyöngyang auf 12.015 kHz, so ist es auf der Alternativfrequenz 9.325 kHz besser zu hören und umgekehrt.

→ *Audio-Beispiel:* Pyöngyang 12.015 kHz/9.325 kHz, fünfmal umgeschaltet, wobei 12.015 kHz um 16:00 UTC schlechter kam (18.9.10)



Am besten funktioniert die Planung für Sender im Umkreis von etwa 3.000 Kilometer. Die nämlich schaffen die Funkwellen fast immer mit einem Sprung. Deshalb versuchen entferntere Sender, mit Relaisstationen näher zum Hörer zu rücken.¹¹ Wo das aus politischen Gründen nicht opportun ist oder das Geld nicht reicht, wird es etwas knifflig. Zumindest mit der zuverlässigen Versorgung von Hörern mit nur kleinen Receivern.

Nehmen wir Radio Republik Indonesia auf 9.525 kHz, das aus 11.000 Kilometer Entfernung drei bis vier Sprünge braucht, was laut der von WPLTO2000EX errechneten Tabelle der minimalen Feldstärken oberhalb einer Feldstärke von 40 dB μ V/m auch noch recht gut geht und für eine professionelle Frequenzplanung spricht (Abbildung 7). Ähnliche Wagnisse nimmt in Deutsch auch beispielsweise Radio Thailand auf sich, während etwa Radio Taiwan lieber auf europäische Relaisender setzt.

→ *Audio-Beispiele:* Radio Republik Indonesia Jakarta 9.525 kHz, Radio Thailand Udorn 9.680 kHz und Radio Taiwan via Frankreich 3.965 kHz (Stationsansagen der jeweiligen deutschsprachigen Sendung; in der genannten Reihenfolge)



¹¹ Falls sie nicht die absolute Nähe der Übertragung im Internet oder via Satellit vorziehen.

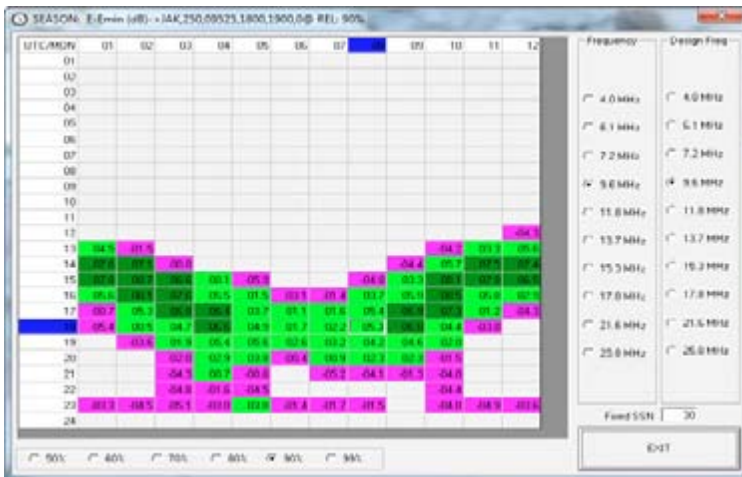


Abbildung 7: Zwischen März und Oktober bietet die Frequenz 9.525 kHz an 90 Prozent der Tage ab 18 Uhr UTC guten Deutsch-Empfang aus Jakarta. Doch das restliche Vierteljahr herrscht auf dieser Frequenz fast Funkstille.

Fading: ebenso berechen- wie unberechenbar

Bei diesen Feldstärken handelt es sich immer um *Durchschnittswerte* – des Monats ebenso wie während der Sendung selbst. In der Realität jedoch gibt es verschiedene Arten von Schwankungen des Signals („Fading“), die eine Vorhersage nicht erfassen kann. Zu verschieden sind im Einzelnen die Ursachen, die allgemein immer am jeweiligen Zustand der Ionosphäre liegen und an den Wegen, die das Signal des Senders über sie findet. Für *Abbildung 8* habe ich zwischen 05:30 und 06:30 Uhr UTC zehnmal je Sekunde die Feldstärke des Trägersignals des Senders Urumchi auf 15245 kHz während der deutschsprachigen Sendung aufzeichnen lassen. Der Mittelwert dieser 60 Minuten liegt bei 41,3 dB μ V/m, das Maximum bei fast 56 dB μ V/m, das Minimum jedoch bei unterirdischen -4 dB μ V/m.

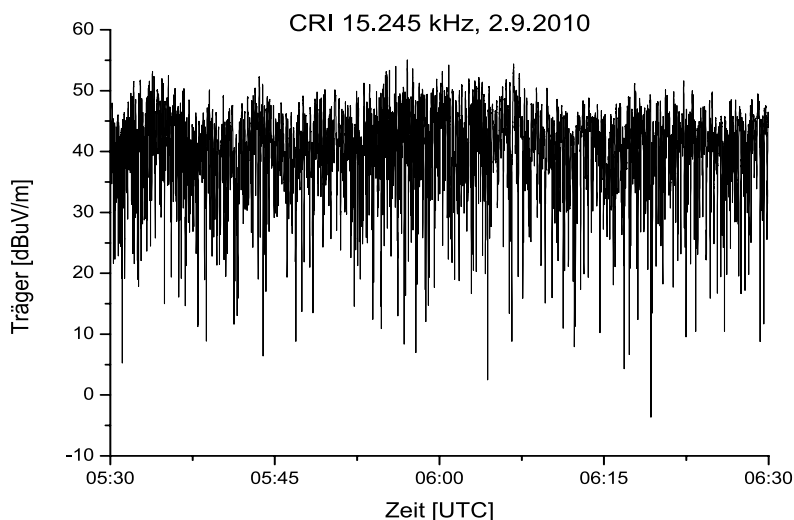


Abbildung 8: Zehn Messungen je Sekunde über eine Stunde von CRI 15.245 kHz zeichnet dieses Diagramm vom 2.9.2010 auf. Der langsame Wellenverlauf wird überlagert von vielen sehr kurzen Einbrüchen der Feldstärke.

Das führt im Einzelfall zu Verzerrungen oder gar zu einem kurzzeitigen Ausfall, ist jedoch in der Empfangspraxis nicht so schlimm, wie die *statistische* Verteilung der insgesamt 36.000 Feldstärkewerte in *Abbildung 9* zeigt: die Mehrzahl liegt um 42 dB μ V/m („Median“). Auffällig ist, dass die Kurve nicht symmetrisch ist – sie fällt nach links flacher ab als nach rechts. Die Erklärung für diese so genannte Rayleigh-Verteilung ist sehr einfach. Ein solches Signal kommt immer auf mehreren Wegen zum Empfänger. Dadurch unterscheiden sich die Ankunftszeiten der einzelnen Wege im Millisekundenbereich. Treffen glücklicherweise zwei Wellenberge in der richtigen Form („Phasenlage“) aufeinander, so addieren sie sich: das Signal wird stärker. Dieser Fall ist jedoch relativ selten. Viel wahrscheinlicher ist es, dass sie eben nicht optimal zusammentreffen: das Signal ist dann schwächer.

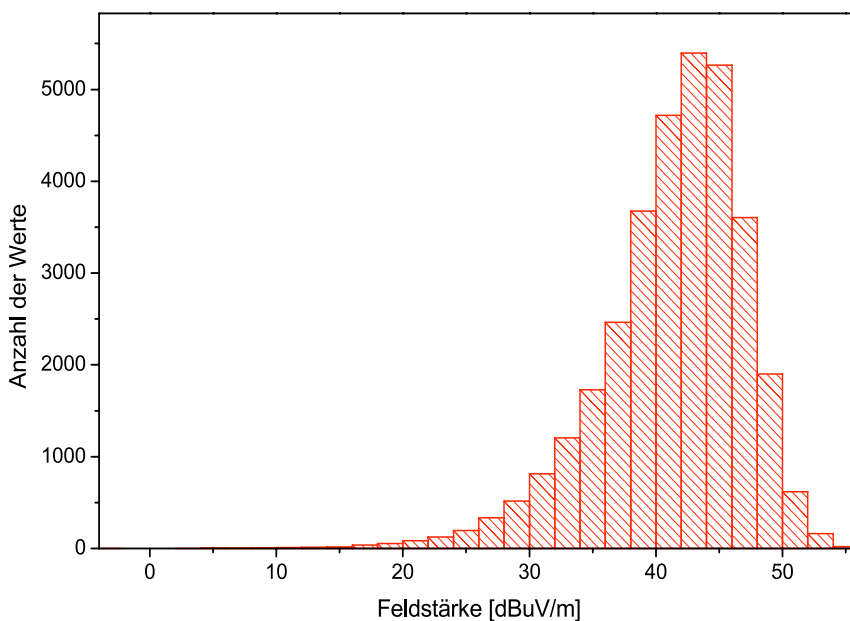


Abbildung 9: Die Pegelaufzeichnungen während einer Stunde Empfangs aus Urumchi zeigen eine asymmetrische Verteilung

Besonders unangenehm sind dabei kurzzeitige Totalausfälle des Trägersignals. Dazu kommt es, weil selbst innerhalb eines 10 kHz breiten Kanals die Ausbreitungsbedingungen unterschiedlich sind. Man spricht von „selektivem Fading“, weil dieses immer nur schmale und durch das Signal wandernde Ausschnitte erfasst. *Abbildung 10* verdeutlicht das anhand eines DRM-Senders, bei dem dieser Effekt besonders auffällig zu sehen ist.

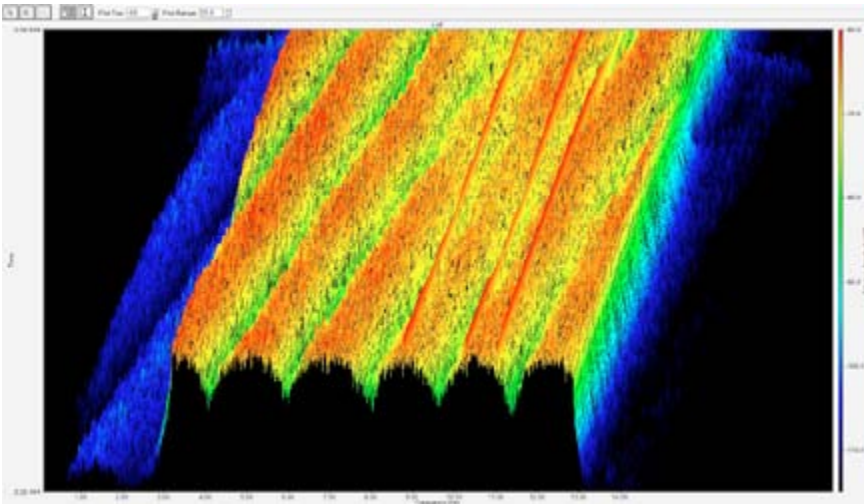


Abbildung 10: Der DRM-Sender im portugiesischen Sines zeigt in wenigen Sekunden dieser von unten nach oben laufenden Darstellung, wie Fading das 10 kHz breite Signal nicht nur komplett, sondern zusätzlich selektiv beeinflusst. Was wie ein Flachdach aussehen müsste, erscheint somit als Tonnengewölbe.

Welche Auswirkungen hat dieses selektive Fading auf die Empfangsqualität? Das wird am deutlichsten, wenn wir einen Sender nehmen, der nur einen Testton ausstrahlt. Als Beispiel habe ich NHK über den Sender in Taschkent auf 15.205 kHz gewählt, der zugleich hörbaren Netzbrumm erzeugt, der sich natürlich jedem Modulationston mitteilt – *Abbildung 11*.

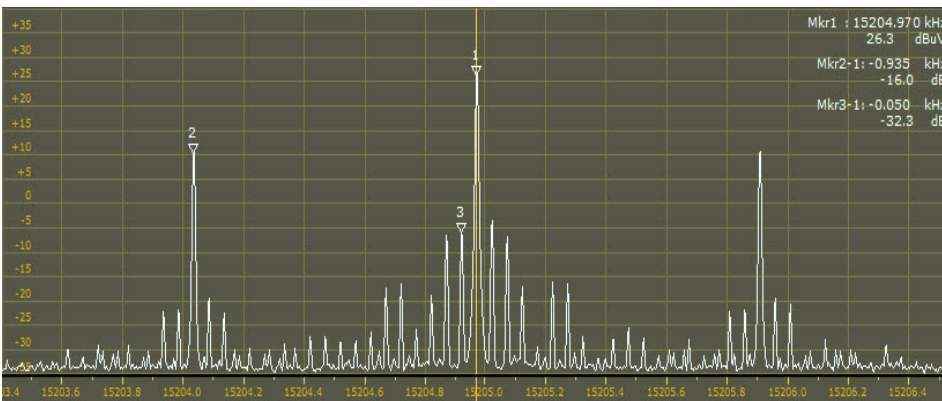


Abbildung 11: Der Sender Taschkent auf 15.205 kHz strahlt vor seiner Übertragung des Englischprogramms von NHK gegen 04:55 UTC einen Testton von 935 Hz aus. In der Mitte der Träger, links und rechts die 935-Hz-Seitenbänder. Das Spektrum zeigt zudem den starken Brumm der Netzfrequenz von 50 Hz und ihren Oberwellen – sowohl in Trägernähe, als auch um die Testtöne herum.

→ *Audio-Beispiel*: NHK via Relais Taschkent 15.205 kHz (man achte auch auf das Brummen sowie auf das „selektive Fading“, siehe weiter unten!)



Eine Darstellung des Pegelverlaufs jedes einzelnen dieser drei Signale gibt einen Eindruck davon, wie selektives Fading diese oft *unabhängig voneinander* beeinflusst (Abbildung 12).

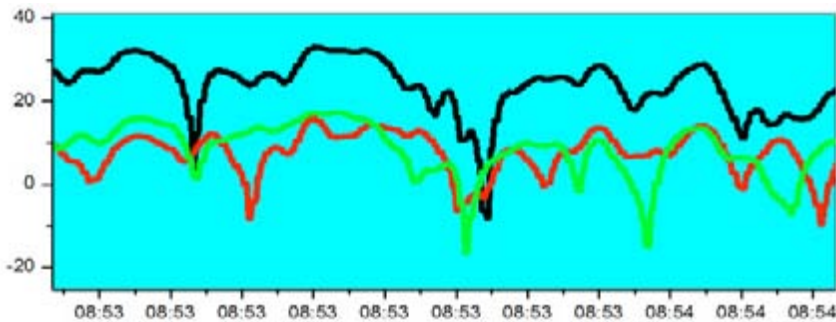


Abbildung 12: Oben das Trägersignal, darunter der unterschiedliche Pegelverlauf der Seitenbänder über lediglich 30 Sekunden.

Diese Unterschiede wirken sich bei einem einfachen Radio katastrophal auf die Empfangsqualität aus. Denn deren Demodulator reagiert mit Verzerrungen – sowohl auf einen Wegfall des Trägers, als auch auf ein Ungleichgewicht der Seitenbänder. Ein Synchrondetektor reduziert diese Verzerrungen dramatisch. Er ersetzt den von Sender kommenden Träger durch einen eigenzeugten und stabilen Träger. Des Weiteren demoduliert er in der Art eines SSB-Detektors, so dass man in das weniger gestörte Seitenband wechseln kann. Für den Vergleich habe ich 120 Sekunden des obigen Beispiels ausgewählt (Abbildung 13). Der 935-Hz-Ton wurde einmal mit dem normalen Diodendetektor und dann nochmals mit dem Synchrondetektor demoduliert, wodurch die Verzerrungen erheblich sinken.¹²

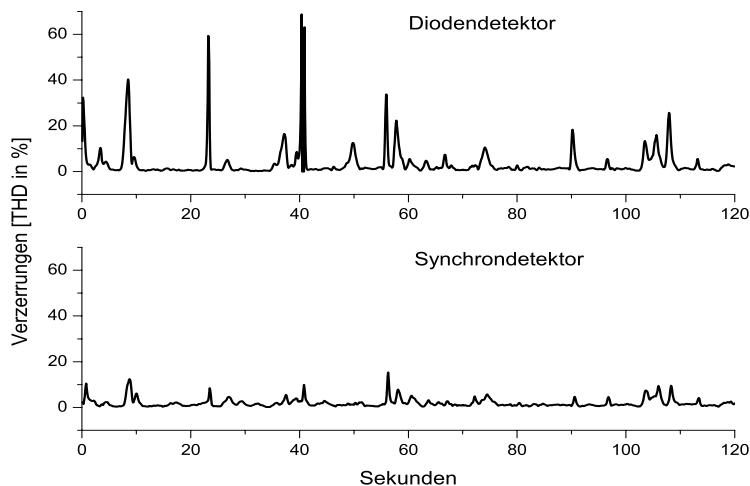


Abbildung 13: Die Demodulation mit dem Synchrondetektor (unten) reduziert Verzerrungen dramatisch. Der Empfang wird „ruhiger“.

→ *Audio-Beispiel:* VoA Botsawana 15.580 kHz, erst ohne, dann nach kurzer Pause dieselbe Sequenz mit Synchrondetektor



12 Der 935-Hz-Ton wurde hierfür mit der THD-Funktion von SpectraPlus ausgewertet (www.telebyte.com/pioneer)

Unterschiedliche Sender-Qualitäten

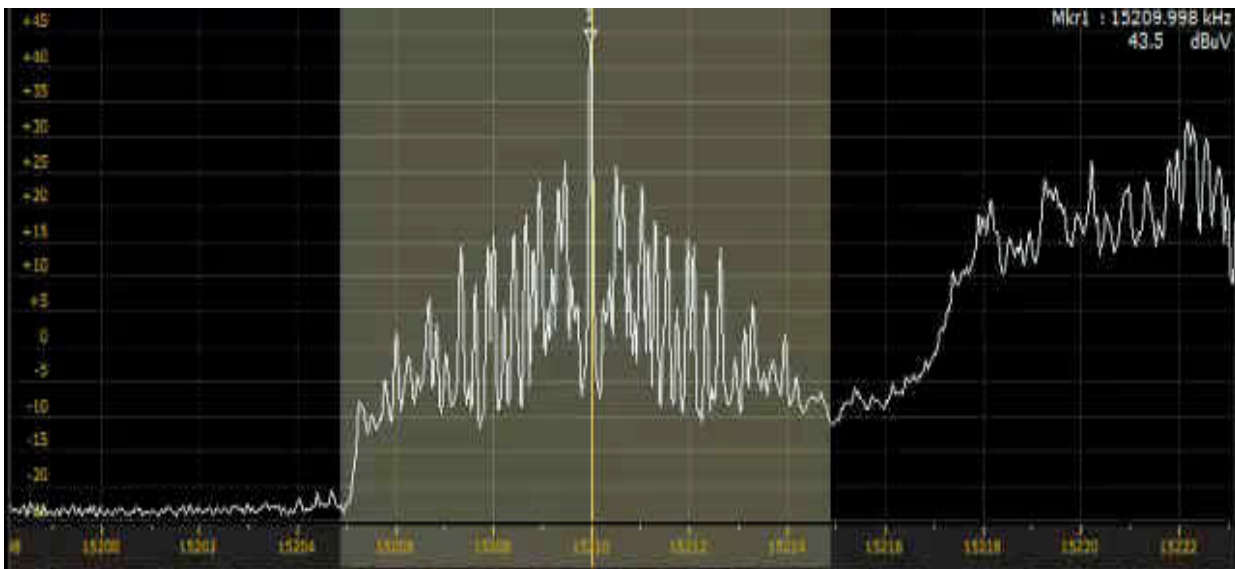
Beim Sender Taschkent (*Abbildung 11*) war schon zu ahnen, dass weder pure Signalstärke, noch mögliche Verzerrungen auf dem Übertragungsweg das gesamte Hörbild malen. Denn zum einen sind manche Sender einfach besser in Schuss als andere. Und zum anderen können Störungen von allen Seiten den Empfang beeinträchtigen.

Der Reihe nach.

Jeder internationale Kurzwellensender hat 10 kHz an Platz zur Verfügung. Viele Sender nutzen ihn sehr gut, manche aber nur zum Teil oder sogar mit schlecht gewarteter Elektronik, die schon beim ausgestrahlten Signal zu Verzerrungen, Brummen und schwachbrüstiger Modulation führt. Alles zusammen kann selbst bei ionosphärisch guter Ausbreitung ein schlechtes Hörbild ergeben, wobei uns hier nur das interessieren sollte, was wir technisch wahrnehmen; nicht die dahinterliegenden eigentlichen Ursachen, die mit Faulheit, Unkenntnis und Finanzmangel wahrscheinlich vollständig beschrieben sind.

Ein paar Beispiele aus diesem Senderzoo habe ich nachfolgend aufgespießt; gerade sie werden natürlich vor allem durch die → *Video-Beispiele* (siehe unten) deutlich. Alle Aufnahmen entstammen dem 19-m-Band, aufgenommen am 2.9.2010 gegen 11:00 UTC.

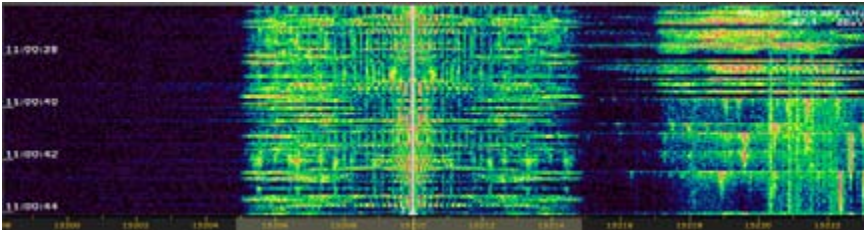
→ *Video-Beispiele*: Radio Romania International, FEBC Bocaue, Radio Pakistan und Radio Cairo nacheinander zum hören und sehen. Ausführliche Erläuterungen dazu weiter unten.



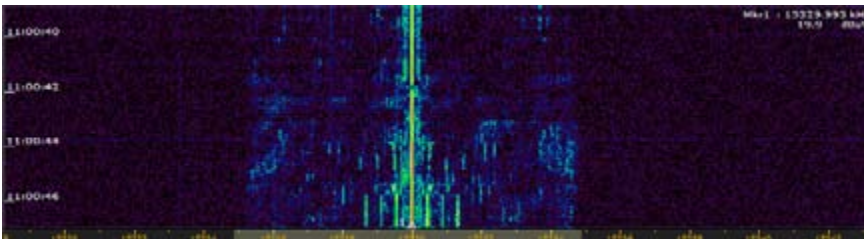
→ *Video-Beispiel*: Anklicken, um vier verschiedene Sender in ganz unterschiedlichen Modulationsbreiten und -tiefen zu sehen und zu hören.

Im folgenden die Screenshots dieser jeweiligen Sender als Sonagramm-Darstellung („Wasserfall“) mit durchgehend gleicher Sichtweite von 25 kHz, wodurch die Qualität am besten sicht- und vergleichbar wird:

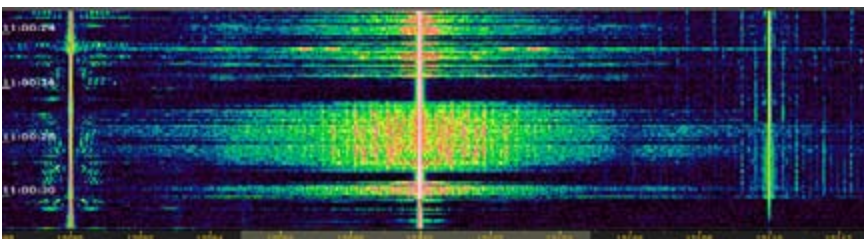
- **Radio Romania International**, Tiganesti, 15.210 kHz
Starkes Signal, kräftige und bis an die Ränder reichende Modulation; ziemlich perfekt (*Abbildung 14*)



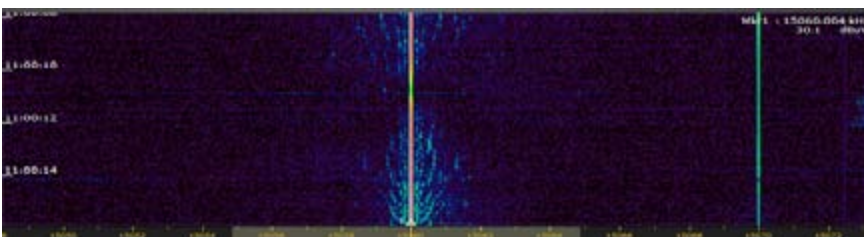
- **FEBC** Bocaue, Philippinen, 15.330 kHz
Mäßig starkes Signal, doch gute Verständlichkeit durch komprimierte Modulation. Bei höherer Aussteuerung würden die Rauscheinbrüche noch weiter reduziert, aber das will man den Modulatoren der alten Sender wohl nicht zumuten (*Abbildung 15*)



- **Radio Pakistan**, Islamabad, 15.100 kHz
Starkes Signal, doch verzerrte Audio durch asymmetrische Modulation (*Abbildung 16*)



- **Radio Cairo**, Abu Zaabal, 15.060 kHz
Recht gutes Signal, doch sehr schwache und zusätzlich verzerrte Modulation (*Abbildung 17*)



Jeder wird beim Drehen über die Kurzwellenbänder nun mit geschärften Ohren heraushören können, ob das Signal schon vom Sender her optimal produziert und ausgestrahlt wurde oder nicht. Vielfach haben auch die Zuspelungen unterschiedliche Qualitäten. Und dass selbst digitale Verfahren einen schwierigen Sound produzieren können, zeigt der DRM-Empfang – nicht nur der von All India Radio auf 9.950 kHz!

Planung reduziert Störungen

Gegen senderseitige Nachlässigkeiten kann der Hörer nichts tun. Aber es war ja noch das Thema „Störungen durch andere Sender“ versprochen. Und da kommen die Möglichkeiten besserer Receiver wieder ins Spiel.

Um dieser Störungen nach Kräften zu vermeiden, werden Standorte, Frequenzen, Sendezeiten, Sendeleistungen und Antennenrichtungen in einem standardisierten Prozess durch die Internationale Fernmeldeunion bzw. durch das HFCC¹³ für jede der beiden jährlichen Sendeperioden nach Leitlinien koordiniert, die folgendes gewähren sollen:¹⁴

- gleichberechtigten Zugang zu den Kurzwellenbändern
- vergleichbare Behandlung nationaler wie internationaler Programm-Versorgung
- effiziente Nutzung der vorhandenen Rundfunkbänder
- Minimierung von Störungen untereinander

Ziel ist hierbei jener Hörer, der in der Stadt ein eher preiswertes Kofferradio mit üblicher Teleskopantenne nutzt. Diese Störungen lassen sich wie folgt systematisieren:

- Gleichkanalstörungen
Stör- und Nutzsender benutzen *dieselbe* Frequenz, entweder
 - koordiniert, so dass die Störungen eigentlich nur jene erreicht, die sich außerhalb der Zielgruppe (geographisch, technisch) des Nutzsenders befinden oder
 - beabsichtigt, um den Empfang eines Nutzsenders im Zielgebiet absichtlich zu stören („Jamming“)
- Nachbarkanalstörungen
Stör- und Nutzsender sind (mindestens) 5 kHz voneinander entfernt, was unter anderem zu folgenden Szenarien führt:
 - Störsender nur auf einer Seite mit
 - starker,
 - schwacher oder
 - Übermodulation und
 - Störsender von beiden Seiten mit den genannten Merkmalen

Diese Unterteilung ist wichtig, da sie zugleich Hinweise darauf gibt, wie der Hörer diese Störungen reduzieren kann.

13 www.hfcc.org, dort diskriminierungsfrei auch kostenlose und aktuelle (aber keineswegs vollständige!) Sendepäne

14 www.itu.int/ITU-R/conferences/.../E/26-HFBC_RR12_NM.ppt

Skala der Störungen

Für die Stärke der Störung wird üblicherweise die Skala 5 (= keine Störungen) bis 1 (= extrem starke Störungen) genutzt, die Teil des SINPO-Codes für Beurteilungen der Empfangsqualität ist.¹⁵ Für diese Wertung gibt es eine objektive Orientierung: Wie groß ist der Abstand zwischen Nutz- und Störsignal in Dezibel (dB)?¹⁶

Da jedoch unterschiedliche Qualitäten von Nutz- wie Störsender (Fading, Frequenzunterschied, Sprache/Sprachkompetenz etc.) sich ebenfalls unterschiedlich auf die Verständlichkeit des Nutzsenders auswirken, ist die Beurteilung der Störung immer ein wenig subjektiv geprägt, wozu die ITU entwarnend deutlich schreibt: „Es muss klar gesagt sein, dass es wegen physiologischer und psychologischer Effekte unmöglich ist, sinnvolle Schutzabstände anders als durch einen subjektiven Test anzugeben.“¹⁷

Denn mit einer Messung allein der Träger (falls sie sich unterscheiden, wie meist) ist es nicht getan. Faktoren wie Modulationsgrad, Fading, Sprache/Musik und weitere spielen eine Rolle. In der alltäglichen Hörerpraxis werden die Störungen also nicht nach einer streng objektiven Skala bewertet, sondern es handelt sich um eine subjektive Bewertung, die sogar die ITU abgesehnet hat. Wodurch übrigens auch die subjektive Bewertung von Empfängern ihre Berechtigung findet.

Der folgenden systematischen Behandlung verschiedener Stör-Szenarien sind entsprechende Beispiele vorangestellt.

15 Rec. ITU-R SM.1135 [1995], siehe auch: 2009/2010 Guide to Utility Stations, Klingenfuss, 2009, S. 521f.

16 George Lane kommt aus Sicht der Voice of America auf recht hohe Abstände: Required signal-to-interference ratios for shortwave listening. Radio Science, Volume 32, Number 5, pp. 2091-2099, September-October 1997. Zusammenfassende Darstellung: Table 2, S. 2097. Anders die ITU, deren Werte um zum Teil 20 dB niedriger ausfallen: Rec. ITU-R BS.560-4, Genf, 1997, S. 14

17 Rec. ITU-R BS.560-4, 1997, Genf, S. 5

Zwei und mehr auf einmal: Gleichkanalstörungen

Bei der Beurteilung der Störungen sollte man auch während der Modulationspausen des gewünschten Senders „durchhören“ und genau auf den Störer achten. Dazu einige typische Beispiele, die der fünfstufigen Bewertung nach dem SINPO-Code folgen:

5 = keine Störungen

Der Nutzsender befindet sich definitiv alleine auf der Frequenz. Auch in seinen Modulationspausen ist kein weiterer Sender durchzuhören.
→ *Audio-Beispiel AM*: Radio Romania International, Tiganesti/Rumänien, 11.830 kHz, 26.7.2010, 12:00 UTC.

Im digitalen DRM-Verfahren wird ausschließlich der Nutzsender decodiert. Andere Sender machen sich nur durch Ausfälle der Decodierung bemerkbar.

→ *Audio-Beispiel DRM*: Disco Palace, Bonaire/Niederländische Antillen, 15.745 kHz, 8.3.2010, 16:00 UTC

Ist in den Modulationspausen dennoch ein anderes Signal zu hören, so entsteht das auf der Senderseite („Übersprechen“).



4 = leichte Störungen

Der Nutzsender dominiert klar die Frequenz. Insbesondere, wenn er gut moduliert ist, kann man den störenden Sender mehr erahnen als wirklich hören.
→ *Audio-Beispiel*: Nutzsender Radio Romania International, Tiganesti/Rumänien, 11.945 kHz 26.7.2010, 12:00 UTC. Störsender ist die BBC Kranji/Singapur, die in Bamar nach Myanmar sendet. Während des Pausenzeichens dringt die BBC noch einigermaßen durch, wird aber dank der kräftigen Modulation des Nutzsenders schnell in den Hintergrund gedrängt.



I = 3, mittlere Störungen

Bei mittleren Störungen ist der Nutzsender noch gut verständlich. Man kann aber – mit etwas Konzentration – durchaus auch den Störsender schon verstehen.

→ *Audio-Beispiel*: Carribean Beacon („Dr. Gene Scott“)¹⁸ aus Anguilla in Englisch als Nutz- und China Business Radio International aus Geermu/China als Störsender auf 6.090 kHz, 26.07.10, 21:00 UTC. Zuerst in einer Sprechpause des Nutzsenders das chinesische Zeitzeichen, dann Carribean Beacon in Englisch. China macht dann mit Erkennungsmelodie und Ansage weiter, was unter dem Nutzsender gut zu hören ist.



¹⁸ www.pastormelissascott.com/broadcast-schedule.shtml

I = 2-3, mittlere bis starke Störungen

Ein Zwischenwert? Ja. Zum einen wird ein geübter Kurzwellenhörer Gleichkanalstörungen manchmal in einem milderem Licht sehen. Zum anderen gibt es den so genannten „Cocktailparty-Effekt“.¹⁹ Der besagt, dass man sich selbst im Stimmengewirr auf ein Gespräch einrasten kann: das Gehirn rechnet die anderen Gespräche als Störungen heraus. Interessant ist auch die Möglichkeit, fast spontan zwischen verschiedenen Gesprächen umzuschalten.

→ *Audio-Beispiel*: Voice of America in Mandarin, via Novosibirsk/ Russland und China Radio International in Mandarin auf 11.990 kHz, 26.7.2010, 12:00 UTC. Das Zeitzeichen am Anfang stammt von CRI, dann tritt die Erkennungsmelodie der VoA in den Vordergrund. Im Verlauf wechselt die Präsenz beider Sender. Man kann sie schon auseinanderhalten. Aber in der Summe der Zeit sind sie beinahe gleichstark.



I = 1-2, starke bis extrem starke Störungen

Bei extrem starken Störungen ist der gewünschte Sender normalerweise kaum zu ahnen. Er tritt eigentlich nur während der Modulationspausen des Störsenders hervor.

→ *Audio-Beispiel 1*: All India Radio (AIR) in Englisch mit dem General Overseas Service in Englisch und Radio Espana Exterior (REE) auf 6.055 kHz, 26.7.10, 23:00 UTC. Am Anfang dominiert das Pausenzeichen von REE, während in einer kurzen Modulationspause die Ansage von AIR in Englisch zu hören ist, bevor REE dieses Signal wieder ziemlich komplett zudeckt.



→ *Audio-Beispiel 2*: Radio New Zealand International in Englisch auf 11.725 kHz wird am 9.6.2010 um 20:00 UTC von IBRA Radio in Arabisch (Standort: Woofferton/UK) praktisch völlig an die Wand gedrückt. Man achte hier auch auf den Übergang von Sprache zu Musik bei IBRA Radio, was den Störabstand nochmals verschlechtert.

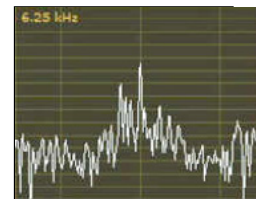


¹⁹ Eine gute Übersicht über dieses erstmals 1953 von E.C. Cherry formulierte Phänomen bietet: http://eaa-fenestra.org/products/acta-acustica/most-cited/acta_86_2000_Bronkhorst.pdf

Gleich und doch nicht ganz dasselbe

Gleichkanalstörungen sind dann besonders unangenehm, wenn sich die Frequenzen beider oder gar mehrerer Sender auf einer Frequenz um nur einige Hertz voneinander unterscheiden.²⁰ Das führt oft zu einem rapiden Fading im Takt genau dieses Frequenzunterschiedes.

→ *Video-Beispiel (rechts)*: Die VoA in Paschtu („Radio Ashna“) auf 9.335,000 kHz und Voice of Korea mit ihrem Pausenzeichen auf 9.335,992 kHz erzeugen ein „Fading“ in Höhe der Differenzfrequenz von 8 Hz (*Abbildung 18*).



Die *Abbildung 19* zeigt, wie selbst ein kleiner Frequenzunterschied in der Summe zu großen Pegelschwankungen führen kann („Schwebung“).

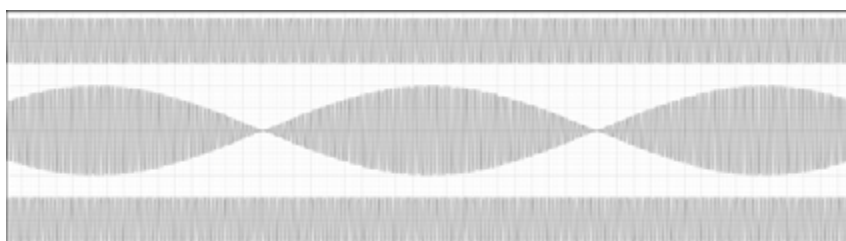


Abbildung 19: Oben und unten zwei fast identische Sinuskurven, in der Mitte ihre Summe. Diese zeigt dann den charakteristischen Verlauf einer „Schwebung“, die als rasche Pegelschwankungen wahrzunehmen sind.

Kleine Frequenzunterschiede auf einem Kanal kommen schon mal vor. Selbst die ITU schreibt im Zeitalter GPS-gesteuerter Oszillatoren eine Toleranz von lediglich groben 10 Hz vor. Vor 1990 waren sogar 600 Hz zugelassen, was auch darüber hinaus immer noch für Sender mit Leistungen unter 10 kW gilt.²¹ Messungen von über 700 Kurzwellen-Rundfunksendern ergaben, dass diese Vorgaben in rund 95 Prozent der Fälle eingehalten wurden.²² Dennoch zeigt sich am oberen Beispiel mit einem noch innerhalb der 10-Hertz-Toleranz liegenden Frequenzversatz, wie störend selbst bei Einhaltung der ITU-Vorschriften sich diese Differenz auswirken kann.

²⁰ Bei einfachen Kofferempfängern allerdings ist die Störung dann besonders groß, wenn der Nutzsender 2 bis 3 kHz vom Störsender entfernt ist: Re. ITU-R BS.560-4, S. 11, FIGURE3, Genf, 1997. Schon die schmalere Filter eines nur etwas besseren Kofferempfängers jedoch drängen diese Störungen (vor allem: den Pfeifton in Höhe der Differenz beider Sender) in den Hintergrund.

²¹ Re. ITU-R BS.560-4, S. 8, NOTE1, Genf, 1997

²² Durch den Autor im Sommer 2010 mit SDR-IP von RFSpace, wobei der Oszillator (Option OVXO) zusätzlich durch GPS synchronisiert wurde (G3RUH).

Absichtliche Störer: Jamming

Technisch gesehen ist es kein Unterschied, ob die Störung absichtlich erfolgt (Jamming) oder nicht: der Jammer ist einfach ein Sender, der sein „Programm“ auf derselben Frequenz jener Radiostation ausstrahlt, deren Empfang er stören will.

Als „Programm“ für Jamming wird mittlerweile nur noch selten ein rhythmisches Störgeräusch ausgestrahlt. Was im „Kalten Krieg“ üblich war,²³ bildet somit heute eher die Ausnahme:

→ *Audio-Beispiel 1*: Kol Israel sendet in Richtung Iran auf 13.850 kHz in Farsi und wird gegen 15:25 UTC von dort aus mit einem „Wobbler“ gestört.



Vielfach üblich hingegen ist ein breitbandiges Rauschen, das den Charakter einer absichtlichen Störung ein wenig verschleiert.

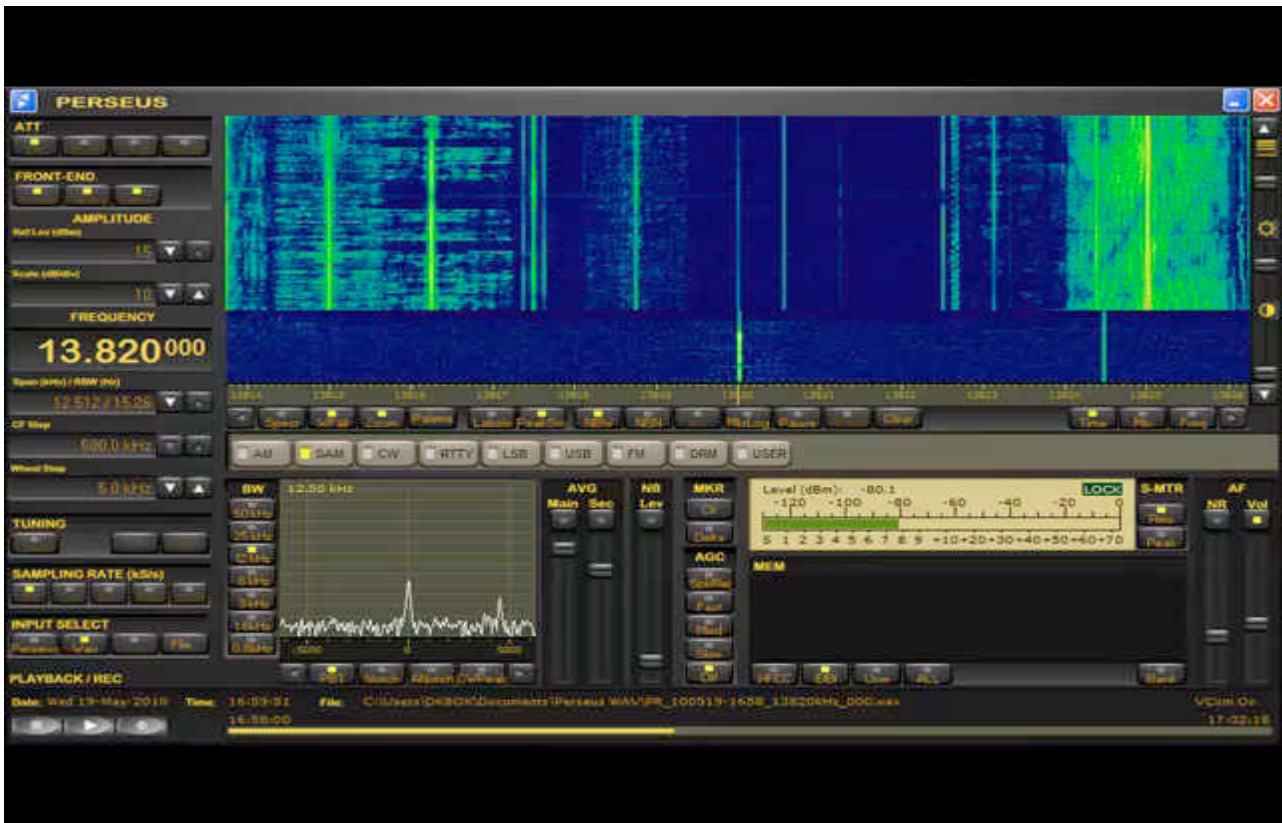
→ *Audio-Beispiel 2*: Radio Xoriyo Ogadina²⁴ etwa startet von Russland aus um 17:00 UTC auf 9.610 kHz eine Sendung in Somalisch Richtung Horn von Afrika. Direkt nach der Stationsansage wird der Rausch-Jammer eingeschaltet, der den Empfang im Zielgebiet – hier: Äthiopien – stören soll. Es liegt wie immer nahe, dass der Jammer sich im Zielgebiet selbst befindet.



Rauschen scheint das Mittel der Wahl vor allem am Horn von Afrika zu sein: Das zweite *Video-Beispiel* hierzu zeigt unten, wie davon der Sender „Voice of Ethiopian Unity“ aus Nauen/Deutschland auf 13.820 kHz gegen 17:00 UTC regelrecht zugedeckt wird.

²³ www.radiojamming.puslapiai.lt, auch mit einigen Sound-Beispielen

²⁴ www.ogaden.com



→ Video-Beispiel: Anklicken, und die Voice of Ethiopian Unity kommt zunächst klar, um bald danach von einem Rausch-Störer zugedeckt zu werden.

Üblich geworden aber ist der etwas elegantere Weg, auf den koordinierten Nutzsender einfach einen zumeist nicht koordinierten Störsender mit einem richtigen Programm draufzusetzen. Berühmt hierfür ist der chinesische „Feuerdrache“ (Fire Dragon oder Firedrake), der eine durchdringend und breitbandige chinesische Orchestermusik ohne jede Ansage spielt – oft auf Frequenzen, auf den Stationen wie die Xi Wang Zhi Sheng (Sound of Hope)²⁵ oder die Voice of Kuanghua jeweils aus Taiwan in Richtung Volksrepublik China sendet. Ein Video dazu siehe unten.

Noch unverfänglicher aber ist es, einfach einen Sender mit einem ganz normalen Programm zu stören. Das ist etwa bei Radio Free Asia der Fall, hier ein → Audio-Beispiel der Station, die auf 15.350 kHz aus Tinian/Nördliche Marianen in Tibetisch Richtung China sendet: kurz nach der Ansage in Englisch, gefolgt von der in Tibetisch startet China Radio International ebenfalls hier – mit einer Übernahme seines normalen Programms in Mandarin.

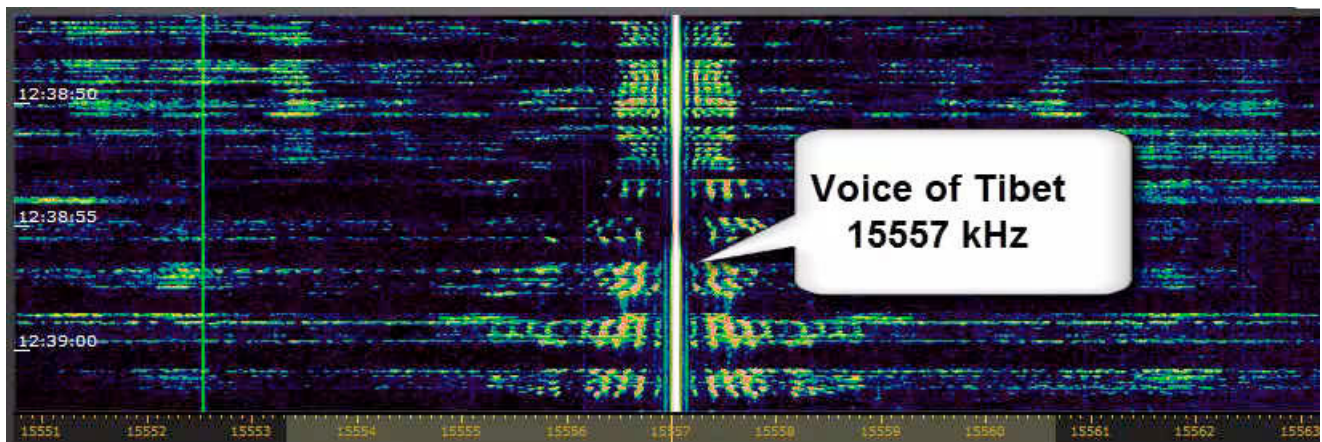
Das Kanalaraster mit 0 und 5 als Endfrequenz nicht einzuhalten, sondern beispielsweise auf 2 und 7 kHz zu enden. Chinesische Störsender sind oft nur auf 0 oder 5 kHz Endfrequenz schaltbar,



25 www.soundofhope.org

so dass sich dann ein besserer Störabstand ergibt.²⁶ Die Voice of Tibet ist hierin Meister und kündigt beispielsweise ihre Sendung auf 15.557 kHz als „around 15.560 kHz“ an.²⁷

→ Video-Beispiel 15.557 kHz, Voice of Tibet, 2.8.2010, 12:38 UTC.



→ Video-Beispiel: Anklicken, und der „Feuerdrache“ stört die Voice of Tibet. Doch die entgeht dem ein wenig, indem sie 2 kHz höher sendet. Eine gute Strategie, deren Sinn weiter unten erklärt ist.

Erst ist dieser Sender ohne Störungen zu hören. Dann schaltet auf 15.555 kHz der Störsender ein – zunächst der Steuersender, bevor die Endstufe zugeschaltet wird, die gleich sichtbare Brummseitenbänder produziert. Schon das Einschalten des Trägers produziert einen Störton von 2 kHz. Dann wird die Musik aufgeschaltet, wobei sich der Screencast im ersten Moment auf diese Musik konzentriert. Im nächsten Schritt wird der Empfang bei einem durchschnittlichen Hörer der „Voice of Tibet“ simuliert – Pfiff und Musik stören die Station. Erst wenn man sich weiter ins obere Seitenband bewegt, verbessert sich die Wiedergabe. Insbesondere die schrillen Saiteninstrumente aber dringen auch in das obere Seitenband der „Voice of Tibet“.

Ob ein Jammer wie beabsichtigt wirkt, hängt auch von ionosphärischen Zufällen ab. Bei höheren Frequenzen ist der Störeffekt oft geringer als bei tieferen. Als Jammer werden oft ältere Sender eingesetzt, die vielfach übermoduliert sind und nicht immer exakt ihre nominale Frequenz einhalten.

Jammer sind fast ausschließlich Gleichkanalstörer. Und man entgeht ihnen als Hörer kaum. Nur der Nutzsender seinerseits hat die Möglichkeit, durch geschickte Frequenzwahl ungestört durchzukommen. Grundsätzlich gibt es hierfür folgende Strategien:

- Die Frequenz häufig um nur wenige Kanäle zu wechseln: in der Hoffnung, der Durchschnittshörer mit seinem Kofferradio findet die Station, bevor das Monitoring des Störers sie ausfindig

²⁶ Dank an Wolfgang Bueschel, der in der A-DX-Liste von Christoph Ratzer darauf hinwies (Mail vom 8.6.2010, 16:12 Uhr UTC)

²⁷ www.vot.org

macht. Taiwanische Sender bedienen sich dieser Methode ebenso häufig, wie die gegen Nordkorea gerichtete Stationen.

- Eine möglichst hohe Frequenz und diese von einem eher entfernten Standort aus wählen, so dass das Zielland von eigenem Territorium nur einen Störsender betreiben kann, der dadurch in der „Toten Zone“ des eigenen Landes liegt (Abbildung 20)



Abbildung 20: Links ein Sender der IBB (VoA), der zwischen 18 und 19 Uhr UTC auf 15730 kHz nach Äthiopien sendet. Dort jedoch betreibt die Regierung einen Störsender, dessen Rauschen das ganze Land mit einem Fußabdruck in Form eines UFOs erfasst. Die darin enthaltenen Umriss markieren einen Störabstand von 17 dB (innen) bzw. nur 7 dB (außen). Durch die große Entfernung und die hohe Frequenz nutzt die IBB die „Tote Zone“ des Jammers, dessen Störungen im Zielgebiet sich daher in Grenzen halten.

Manchmal reicht auch die Anzahl der Störsender nicht aus, um mit der Anzahl der verschiedenen Oppositions- und Propagandasender mitzuhalten. Das war etwa der Fall in Äthiopien im Mai 2010, als während des Wahlkampfes einige Auslandssender einfach mangels Masse nicht gestört werden konnten.

Wie umgehen mit Gleichkanalstörungen?

Derzeit hat der Kurzwellenhörer kaum Möglichkeiten, Gleichkanalstörungen entscheidend zu reduzieren. Das wird erst durch zukünftige Software-Entwicklungen gelingen, mit denen zwei Antennen sich so zusammenschalten lassen, dass man das Minimum in Richtung des Störer legen kann. Eine Ferrit- oder Rahmenantenne auf Mittelwelle bietet hiervon schon ebenso einen Vorgeschmack, wie eine (drehbare) Richtantenne auf Kurzwelle.

Ist der Nutzsender sehr stark und der Störsender eher schwach, so kann man beim Empfänger die Empfindlichkeit reduzieren. Dadurch simuliert man gewissermaßen eine kleinere Antenne bis zu jenem Punkt, an dem deren Leistung vielleicht der Teleskopantenne entspricht, wie sie bei der Frequenzplanung zugrundegelegt wurde.

Möchte man als DXer jedoch umgekehrt gerade jene Station hören, die der normale Hörer als „Störsender“ empfindet, so sollte man von der automatischen Verstärkungsregelung AGC auf Handregelung (MGC) gehen und diese vor allem in den Modulationspausen des stärkeren Sender so stark wie möglich hochziehen.

„Leicht daneben“ kann Hörbarkeit sichern

Das Kapitel „Gleichkanalstörungen“ wäre unvollständig, wenn wir nicht noch ein paar Blicke auf „Fast-Gleichkanalstörungen“ werfen würden. Hierbei unterscheiden sich beide Frequenzen um mehr als ein paar 10 Hertz, aber um weniger als jene 5 kHz, die den Abstand zum nächsten Kanal ausmachen.

Diese Abweichungen können reizvolle Empfangsmöglichkeiten bergen, die bei tatsächlich denselben Frequenzen schwieriger würden. Dennoch dürfte das – anders als bei der „Voice of Tibet“ oben – nicht die erklärte Absicht der Betreiber sein. Eher sind diese Abweichungen die Visitenkarte eines alten Senders, der die technischen Toleranzen des vorigen Jahrhunderts in dieses trägt.

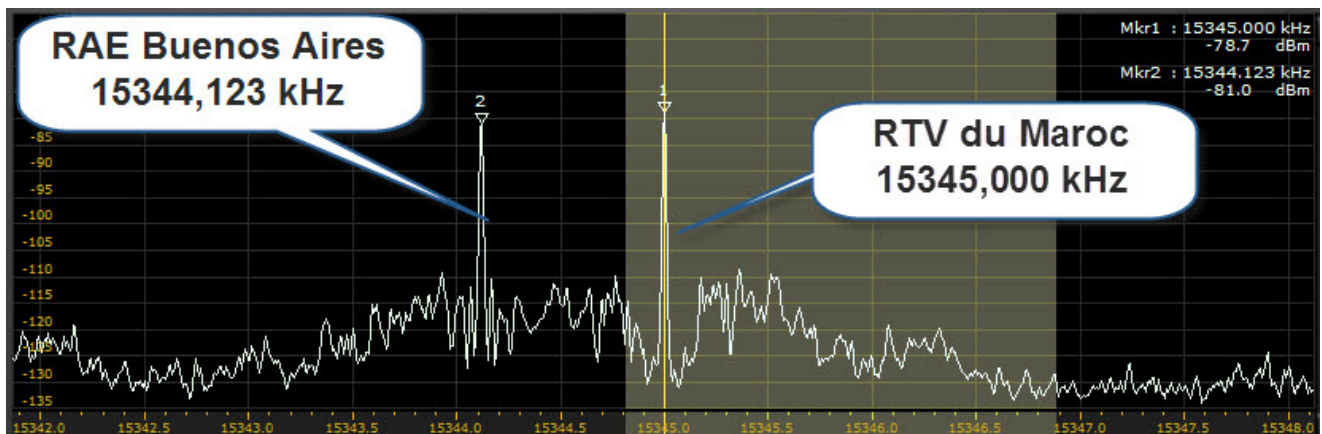
Die Trennung beider Stationen folgt immer demselben Muster:

- Wunschstation „auf Mitte“ stellen
- In das weniger gestörte Seitenband gehen

Am besten geht das mit dem Synchrondetektor. Die AGC sollte dabei abgeschaltet werden.

→ *Beispiel:* Radiodifusion Argentina al Exterior, nominal 15.345 kHz, wo aber eben auch RTV du Maroc sendet. Da Buenos Aires 877 Hz unterhalb seiner Nominalfrequenz liegt, wie der Screenshot zeigt, kann man beide Sender gut trennen. Das Hörbeispiel bietet erst beide Sender, wie sie aus dem Kofferradio eines durchschnittlichen Hörers klingen könnten, bevor – wie oben beschrieben – erst auf Marokko, dann auf Buenos Aires umgeschaltet wird. Zuerst also beide Stationen plus Differenzton von 877 Hz, dann fast störungsfrei marokkanische Musik, daraufhin fast ebenso störungsfrei Spanisch aus Argentinien.





Wir sollten für derart altersschwache Sender wie auch Voice of Indonesia auf 9525,976 kHz oder etliche Brasilianer im 31-m-Band dankbar sein: schon beim Drehen über das Band verrät ein Pfeifen Chancen auf schöne DX-Ziele. Und „krumme“ Frequenzen sind manchmal enorm haltbar – etwa bei Uganda 4976 kHz.

Gegen Gleichkanalstörungen hilft (noch) nicht viel

Abhilfe gegen diese Art von „Fast-Gleichkanal-Störungen“? Je größer ihr Abstand, umso besser funktioniert eine der folgenden Methoden:

- Mit einem Notchfilter den Träger des Störsignals „auskerben“.
- In USB oder LSB die gewünschte Station auf „zero beat“ stellen.
- Ist die Bandbreite asymmetrisch einstellbar, kann man auch den Synchrondetektor nutzen. Hierbei das Filter so platzieren, dass der Träger des Störsignals nicht mehr in die Durchlasskurve fällt. Der Träger des Nutzsignal allerdings muss sich noch in der Durchlasskurve befinden, damit der Synchrondetektor seine Referenz findet.

Achtung: Der Synchrondetektor schaltet sich immer auf das jeweils stärkste Signal innerhalb der Durchlasskurve auf – aber auch auf Signale, die ein wenig darüber hinausgehen. Es ist also darauf zu achten, dass in diesem Fall nicht auf das falsche Signal synchronisiert wird!

Ob bei alledem die AGC eingeschaltet bleibt und auf welche Abfallzeit-Konstante (langsam oder schnell) sie gestellt wird, ist durch Versuche herauszufinden. Starten sollte man zunächst mit abgeschalteter AGC. Denn diese versucht, ja dem Fading des stärksten Signal (ob Stör- oder Nutzsender!) zu folgen. Und das kann wiederum zu einem erheblichen „Pumpen“ führen.

Von links, von rechts: Nachbarkanalstörungen

Der Nachbarkanal ist plus oder minus 5 kHz von unserem Wunschsender entfernt. Mindestens. Denn die internationalen Sender sind ja meistens so koordiniert, dass ihr Abstand innerhalb eines Zielgebietes sogar 10 kHz beträgt. In welchem Maße hier Störungen auftreten, hängt vor allem an folgenden Faktoren:

- Modulations-Bandbreite des Senders, die schon mal plus/minus 10 kHz betragen kann und somit doppelt so breit ist, wie eigentlich vorgesehen.
- Generell die Modulation des Senders: schwach oder stark sowie durch eine sendeseitige Optimierung („Optimode“²⁸) gerade bei den hochfrequenten Tonlagen nochmals angehoben.
- defekte Sender
- Bandbreite des Empfängers – womit nicht nur die nominale Bandbreite bei -6 dB gemeint ist, sondern auch die Güte der Filter, ihre Flankensteilheit

Die *Abbildung 22* bietet einen Eindruck der gesamten Vielfalt unterschiedlicher Signale, aufgenommen über eine gute Stunde im 25-m-Rundfunkband (24.3.2010, um 16:30 UTC herum). Sie läuft von unten nach oben und zeigt unterschiedliche Signalstärken, Bandbreiten und Modulationsgrade. Des Weiteren ist in derartigen Diagrammen sehr schön zu sehen, wann welcher Kanal die besten DX-Chancen bietet – etwa, weil eine Nachbarstation gerade Sendepause macht oder nur vergleichsweise schmalbandige Sprache ausstrahlt.

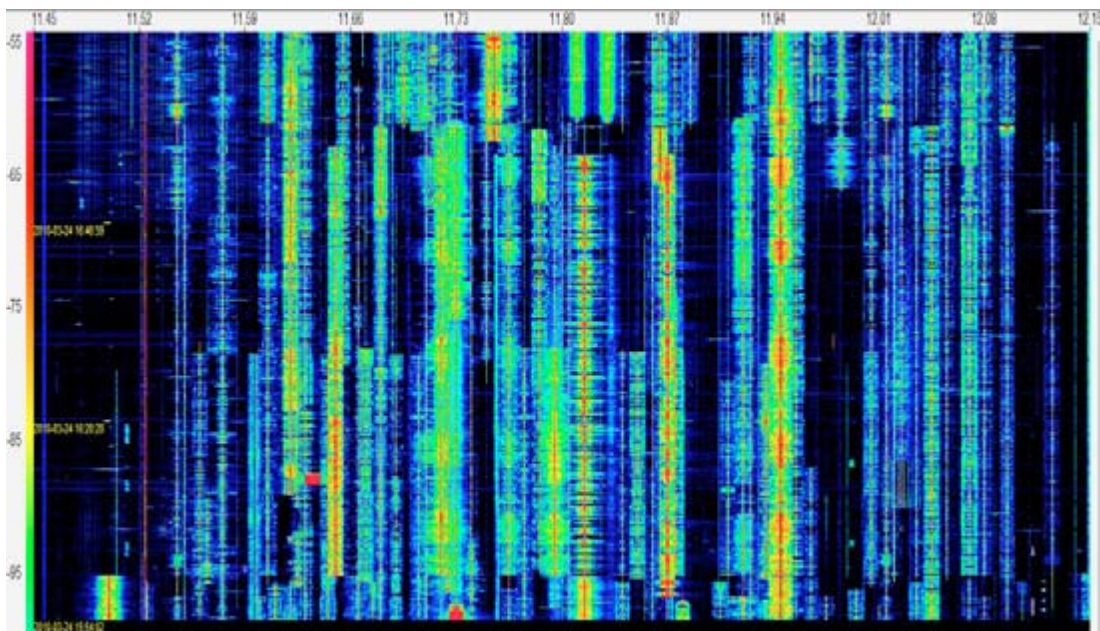


Abbildung 22: Eine Stunde im 25-m-Band bietet als „Wasserfalldiagramm“ einen Überblick über tatsächliche Empfangssignale, Modulationsgrade und natürlich Ein- wie Abschaltzeiten der Sender.

Geplant, übrigens, wird mit einem ganz ähnlichen Instrument der Visualisierung, wie *Abbildung 23* zeigt. Allerdings sind hier im ersten Anlauf nicht die Signalstärken verzeichnet, sondern nur die Kanalbelegungen.

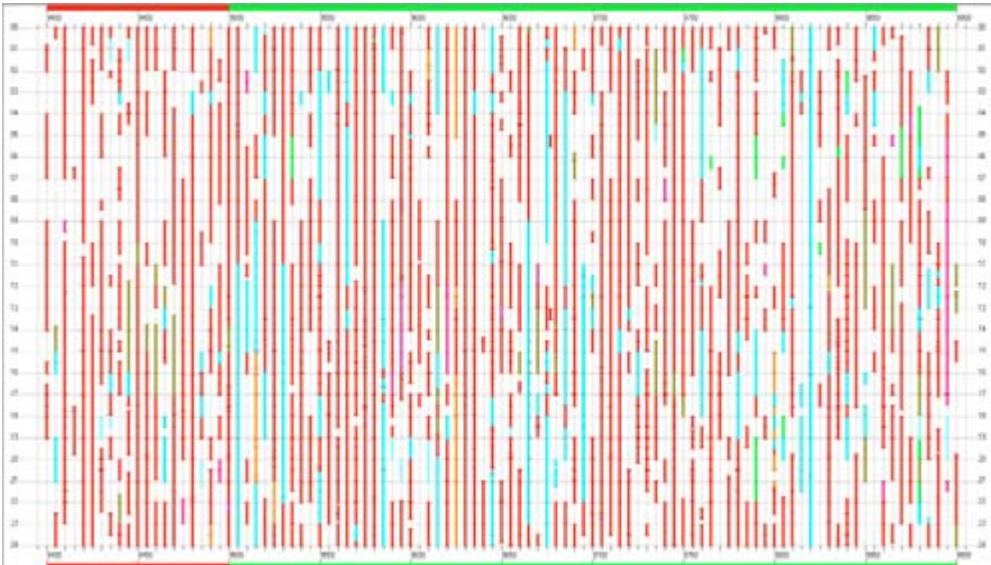


Abbildung 23: Umsetzung der Frequenzen und Sendezeiten im 31-m-Band über 24 Stunden in einer Art GANTT-Diagramm.

Erst ein „virtueller Scan“ unter Berücksichtigung der Ausbreitungsbedingungen zeigt auch die Signalstärken. Doch selbst der kann nicht die tatsächlichen Bandbreiten simulieren, wie sie sich aus dem Live-Wasserfall ergeben. Aber er bietet schon mal einen annähernden Eindruck dessen, was der Hörer an einem bestimmten Ort „im Prinzip“ vorfindet.

Die Sender rechnen bekanntlich mit einem Kofferempfänger auf Seiten des Hörers. Auf seine Teleskopantenne ist die Feldstärke ausgerichtet, auf seine Bandbreite von zwischen 5 und 10 kHz der Störabstand. Mustergültig zeigt *Abbildung 24* vier Sender im 19-m-Band mit jeweils 10 kHz Abstand voneinander. Selbst ein Filter mit einer Bandbreite von 10 kHz trennt die Stationen ziemlich perfekt voneinander.

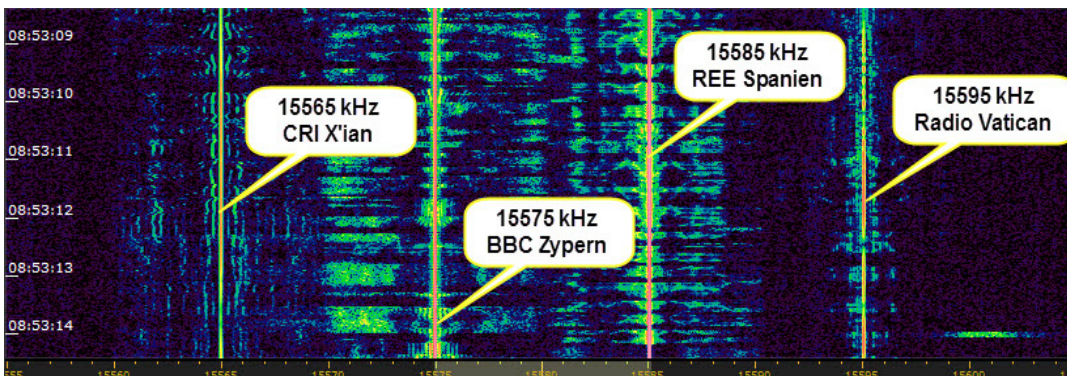


Abbildung 24: Wie die Perlen auf einer Schnur – alle 10 kHz ein starker Sender. Das hält die Störungen auf Abstand.

Dieses wünschenswerte Szenario gerät aus gleich mehreren Seiten unter Beschuss: von links oder von rechts oder gar von beiden Seiten. Hierzu einige Beispiele:

- Nachbarkanal-Störungen von *einer* Seite
Die BBC 11845 kHz belegt in AM von Zypern in Russisch Richtung Moskau praktisch 10 kHz. Das macht den Empfang der englischsprachigen Sendung von WYFR aus den Vereinigten Arabischen Emiraten auf 11850 kHz etwas anspruchsvoller, während die Deutsche Welle aus Kigali in Französisch 10 kHz unter der BBC nicht tangiert wird.
Abbildung 25 zeigt die in der Planung vorgesehene Entkopplung von Frequenzen und Senderrichtungen, *Abbildung 26* die tatsächliche Situation an einer allerdings leistungsfähigen Antenne.



Abbildung 25: Die Planung dieser drei Sender ist hinsichtlich Frequenzabständen und Senderrichtungen für die jeweiligen Zielregionen perfekt.

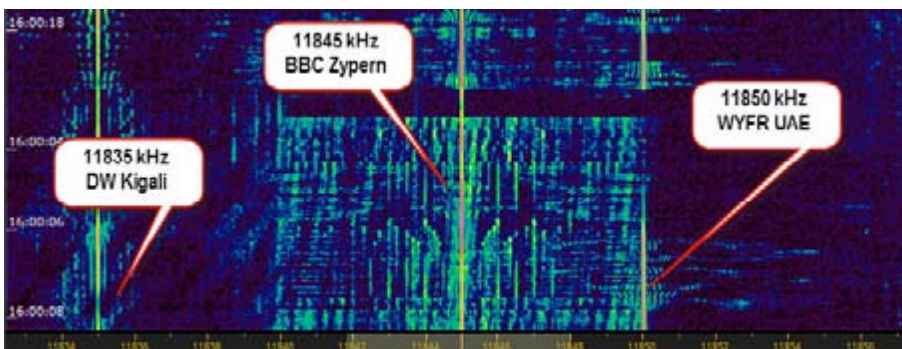


Abbildung 26: Nur der DXer steht vor der Aufgabe, WYFR aus den Vereinigten Arabischen Emiraten zu empfangen.

- Nachbarkanalstörungen von *beiden* Seiten
 Kommen Störungen von links und rechts, so weicht man auch hier auf das weniger gestörte Seitenband aus. Meist bleibt hier aber nur, auf eine Modulationspause eines der Störsignal zu warten.

Abbildung 27: Empfangen wollen wir Radio Brasil Central auf 11815 kHz mit seiner eigentlich für Brasilien gedachten Sendung in Portugiesisch. Nur 5 kHz darüber strahlt jedoch der Koran-Sender aus Saudi Arabien nach Europa. Und auch die BBC Ascension in Englisch in Richtung Westafrika 5 kHz unter dem Brasilianer könnte Probleme machen.



Abbildung 27: Eingekegelt zwischen Saudi Arabien und der BBC sieht sich das Signal aus Brasilien. Gute Planung zwar für die eigentlichen Zielgruppen der Sender. Doch für DX wird es schwierig.

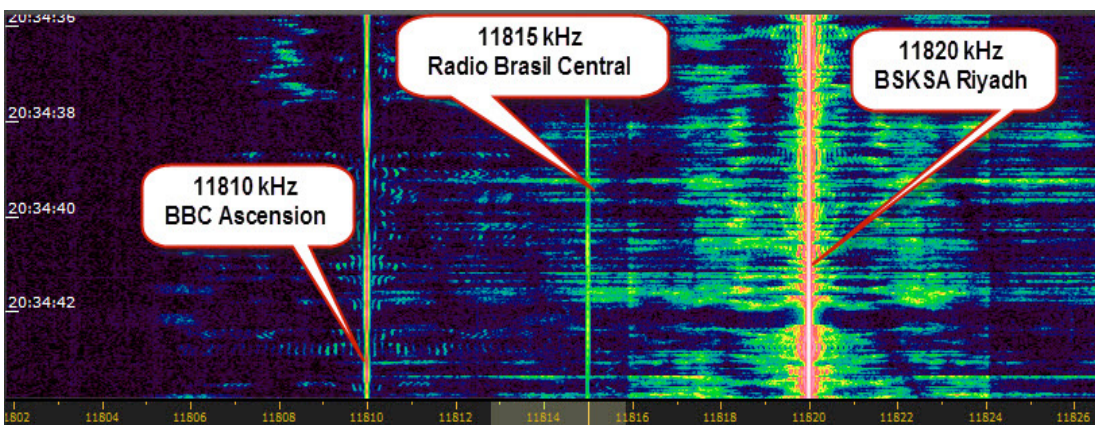


Abbildung 28: Vom zudem eher schwach modulierten Brasilianer bleibt zwischen den starken Schultern der internationalen Dienste nicht mehr viel übrig.

- **DRM**

Ein DRM-Sender belegt 10 kHz wirklich ganz und gar. Ein zudem schwaches Signal 5 kHz darunter oder darüber ist schwierig zu empfangen – manchmal sogar nicht mal auf den ersten Blick zu sehen.

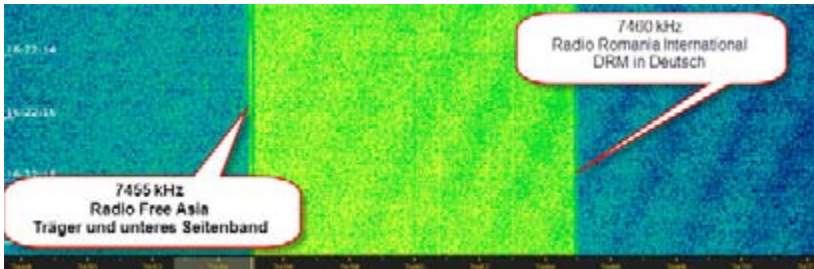


Abbildung 29: Das Kvitsoy-Relais von Radio Romania auf 7460 kHz belegt komplett 10 kHz und strahlt mit seinem Rauschen auch noch darüber hinaus. Dadurch geht das Signal von Radio Free Asia auf Tinian fast völlig unter. Von ihm sind nur einige Artefakte des unteren Seitenbandes auszumachen. Der Empfang aber gelingt mit einem guten Radio durchaus!

- **Defekter Sender**

Ein schlecht gewarteter Sender strahlt auch ohne Sprachmodulation ein breitbandiges Brummen aus, das zudem auf einem breiten Rauschsockel thront.

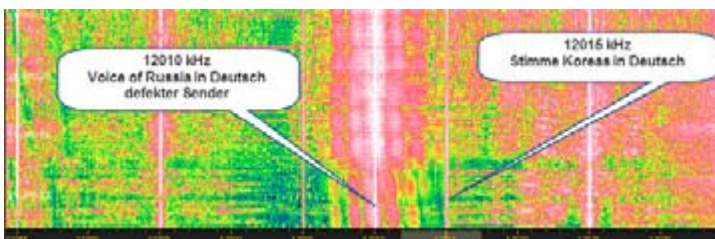


Abbildung 30: Die „Stimme Russlands“ liegt nur 5 kHz unter der „Stimme Koreas“ und deckt mit ihrem schlecht gewarteten Sender in Samara mehrere Nachbarkanäle zu.

- **Splatter**

Ein schlecht gewarteter Sender belegt in den Modulationsspitzen eine deutlich größere Bandbreite als 10 kHz.

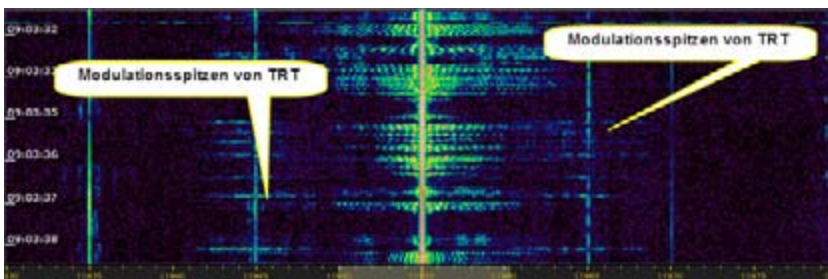


Abbildung 31: Die Modulationsspitzen des offenbar defekten Senders TRT Cakirla auf 11955 kHz beeinträchtigen den Empfang über die zuträglichen ± 5 kHz hinaus und somit auch den der ABC Shepparton auf 11945 kHz sowie den der VoA Thailand auf 11965 kHz.

Seitenbandstörungen kann man umso wirksamer begegnen, je besser der Empfänger hierfür ausgerüstet ist. Bei sehr einfachen Geräten hilft es nur, an der Frequenzabstimmung etwas zu drehen und – möglichst im 100-Hz-Einstellraster – etwas links bzw. rechts neben der nominalen Frequenz den besten Störabstand zu suchen. Bessere Receiver bieten einen Synchrondetektor mit wählbaren Seitenbändern. So hat man die Möglichkeit, einfach auf das weniger gestörte Seitenband zu schalten. Ist der Wunschsender in beiden Seitenbändern gestört, so schaltet man in das weniger gestörte. Das jedoch kann je nach Art der Störung wechseln: Musik hat eine größere Bandbreite und so auch ein breiteres Störspektrum als Sprache. Man sollte also auch die Störer immer genau beobachten. Bei starken Störungen ist oft nur ein Empfang in Sende- oder Modulationspausen des Störsenders möglich. SDRs bieten hier besonders viele Möglichkeiten, indem mit den besten von ihnen die Bandbreite sehr genau maßgeschneidert werden kann – sogar asymmetrisch. Dadurch lässt sich so viel wie nur möglich vom kostbaren Nutzsignal retten, was man auch tun sollte, da sich so die beste Verständlichkeit ergibt. Wer von einem herkömmlichen Radio kommt, muss sich hier etwas umgewöhnen, da der Sender durch die höhere Bandbreite zunächst fragiler und luftiger wirkt. Aber das macht nur die Gewöhnung an bisheriger schmale und unflexible Bandbreiten. Tatsächlich kommt es ja darauf an, einen möglichst großen Abstand vom Rauschen und von Störungen zu erzielen. Und das ist eben nur mit SDRs möglich, in deren Licht bisheriger Methoden steinzeitlich erscheinen. Dass nur SDRs zudem eine optische Kontrolle von Nutz- und Störsignalen über einen weiteren Frequenzbereich und somit eine intuitive Einstellung bieten, ist einer ihrer weiteren Vorteile.