

Nach über 80 Jahren hat der Amateurfunk wieder Einzug in den Langwellenbereich gehalten. Im Frequenzbereich zwischen 135,7 und 137,8 kHz werden regelmäßig Funkverbindungen bis zu 2000 km Entfernung aufgebaut. Funkamateure auf der anderen Seite des Atlantiks sind auch wieder mit von der Partie und es wird versucht, eine Transatlantikverbindung mit amateurmäßigen Mitteln aufzubauen. Dabei hilft die moderne Technik. Mit einem sogenannten Multimedia-PC - wobei ein 486er mit billiger Soundkarte schon dieses Prädikat verdient und auch voll ausreicht - werden Signale dekodiert, die aus extrem langsamen Morsezeichen bestehen. Die gleiche Ausrüstung bietet auch die Möglichkeit, ein wenig Ionosphärenforscher zu spielen und den Einfluss von Sonnenaufgang oder Sonnenuntergang auf die Langwellenausbreitung nachzuweisen.

## **1 Die Langwelle vor fast 100 Jahren**

Der italienische Funkpionier Guglielmo Marconi (1874 – 1937), der sich später einmal selbst als der erste Funkamateure bezeichnete, benutzte für seine historische erste Transatlantikverbindung im Dezember 1901 eine Frequenz um 300 kHz. Mit einer Wellenlänge von etwa 1000m lag damit diese Frequenz mitten in einem Bereich, der heute als Langwellenbereich bezeichnet wird. In dieser Anfangszeit der drahtlosen Telegrafie nutzen die ersten kommerziellen Stationen und die privaten Funkenthusiasten gemeinsam einen Frequenzbereich bis etwa 1 MHz. Dieser Bereich war technisch beherrschbar und nur diesem Bereich wurden die Eigenschaften zugeschrieben, Funkkontakte von Kontinent zu Kontinent zu ermöglichen. 1922 wurde den Funkamateuren, wie sie sich damals schon nannten, der vermeintlich nutzlose Bereich unterhalb von 200m, also oberhalb von etwa 1.5 MHz zugestanden. Erst später wurde erkannt, dass dieser Bereich ganz und gar nicht so nutzlos war und die Ära des weltweiten Kurzwellenfunks begann.

Damit war die kurze Zeit des Amateurfunks auf Langwelle und der Erforschung von Ausbreitungsbedingungen

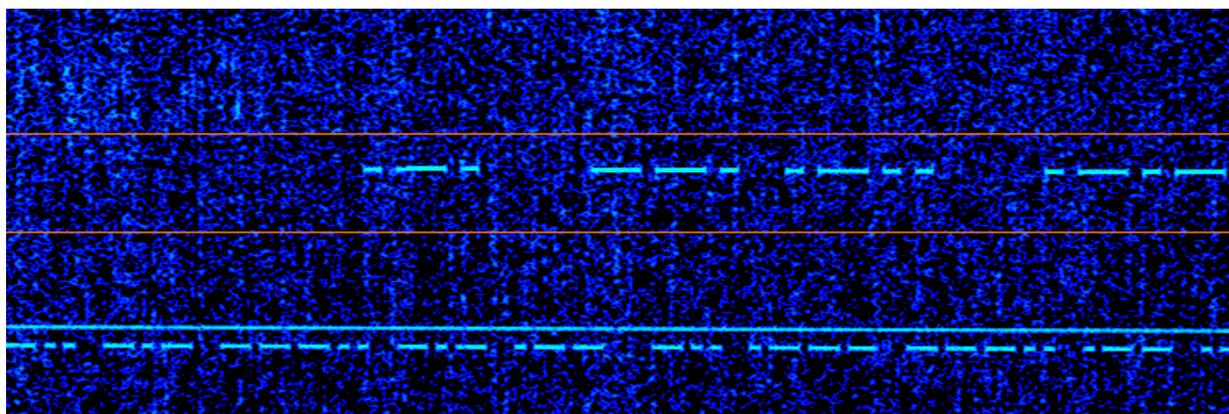
in diesem Bereich zunächst einmal vorbei. Man hatte erkannt, dass sich mit Ausgangsleistungen von mehreren hundert Kilowatt stabile Weitverbindungen herstellen ließen. Es war die Zeit der Großfunkstellen; in Europa sind Namen wie Nauen und Königs-Wusterhausen untrennbar mit der Langwelle verbunden [1].

Militärische Nutzer, kommerzielle Nachrichtendienste, Wetter- und Zeitzeichensender, Rundfunkstellen und Flugfunkbaken ließen keinen Platz für den Forscherdrang der Funkamateure. So dauerte es fast 80 Jahre, ehe etliche der starken Langwellensender durch Satelliten- oder drahtgebundene Internet-Verbindungen ersetzt wurden und wieder Teile dieses Frequenzbereiches dem atmosphärischen Rauschen überlassen wurden.

## **2 Die Funkamateure kehren zurück**

Einer Initiative um den leider viel zu früh verstorbenen Peter Bobek DJ8WL ist es zu verdanken, dass die Europäische Fernmeldebehörde CEPT 1997 empfahl, die Nutzung eines kleinen Bereiches zwischen 135,7 und 137,8 kHz durch Funkamateure zu erlauben. Diese Empfehlung 62-01 E (Mainz 1997) erkennt ausdrücklich den Bedarf an Erforschung in diesem Bereich an. Und tatsächlich, sogar im Sinne des Umweltschutzes und der Einsparung von Energie sind die ersten Ergebnisse von Bedeutung. Im Gegensatz zu den kommerziellen Langwellenfunkstellen, die teilweise 24 Stunden am Tag ein Signal von 50 oder 100 kW aussenden (das ist der Energiebedarf eines ganzen Dorfes, der da Tag und Nacht in den Äther hinausgestrahlt wird), gelang es Funkamateuren, Verbindungen auf der Langwelle aufzubauen, die vorher für unmöglich gehalten wurden. Mit Strahlungsleistungen von weitaus weniger als einem Watt (also nicht einmal der Leistung einer kleinen Taschenlampe) gelangen Verbindungen über Entfernungen von 2000km in nahezu gleicher Qualität wie die der großen Sender.

Abb. 1: Spectrogramm mit Morsezeichen



### 3 Moderne Betriebstechnik durch Computer

Das menschliche Ohr erfasst einen weiten Frequenzbereich zwischen etwa 20 Hz und maximal 20 kHz (bei Älteren liegt der obere Bereich um 20% bis 30% darunter). Das Ohr hat jedoch eine nachgeschaltete Datenverarbeitung, das Gehirn. Hier werden Signale, die wir hören wollen, aus den Umgebungsgeräuschen herausgefiltert. Dadurch ist es uns z.B. möglich, einem Gespräch bei einer Party zu folgen, obwohl laute Musik und viele Stimmen um uns herum einen hohen Störpegel erzeugen. Funkamateure nutzen dieses sogenannte selektive Gehör dazu, Sprechfunk- oder Morsesignale aus dem atmosphärischen Rauschen oder den Störungen durch andere Signale herauszuhören. Durch diese Fähigkeit, die übrigens trainiert werden kann, ist der Geübte in der Lage Signale aufzunehmen, die unterhalb des Rauschpegels liegen und die von einem Unerfahrenen gar nicht mehr wahrgenommen werden.

Ein weiteres Phänomen ist bekannt, das dem Funkamateure hilft, Signale besser aus dem Rauschen herauszulesen. Wird eine Verbindung schlechter, das heißt, verschwindet ein Signal fast im Rauschen, reduziert der erfahrene Funkamateure die Gebegeschwindigkeit oder spricht langsamer und deutlicher ins Mikrofon. Langsamere Signale lassen sich bei gleichem Signal/Rauschverhältnis wesentlich besser verstehen als schnelle.

Das menschliche Ohr wird in der Empfängertechnik unterstützt durch Filter, die den Bereich um das Nutzsignal herum einengen und damit einen Teil des Rauschens unterdrücken. Die Verständlichkeit eines Signals ist um so besser, desto schmaler das Filter ist, vorausgesetzt, das Nutzsignal passt noch vollständig in die Filterbreite hinein. Ein schnell gegebenes Morsesignal hat eine Bandbreite von etwa 150 bis 200 Hz, ist das Filter schmaler, wird das Telegrafiesignal nicht besser, sondern die Töne klingen verwischt, man sagt das Filter klingelt. Hier sind also Grenzen gesetzt, denn ein solches Filter kann nicht beliebig schmal gemacht werden, ohne auch die Breite des Sendesignals durch Verringern der Gebegeschwindigkeit kleiner zu machen.

Hier hilft die uns Mathematik, um die Grenzen der Physik zu verschieben. Liegt ein akustisches Signal erst einmal in digitaler Form (z.B. als WAV-Datei) vor, kann eine mathematische Analyse bestimmte Frequenzanteile herausrechnen. Diese mathematische Frequenzanalyse wird, nach dem französischen Mathematiker Joseph Fourier (1768-1830) Fourier-Analyse genannt. Übernimmt ein Computer diese Analyse, kommt ein Algorithmus namens Fast-Fourier-Transformation, kurz FFT genannt, zum Einsatz.

Was hilft uns nun die Beurteilung des Rauschens, das ich in meinem Empfänger höre, durch einen Mathematiker, der vor 200 Jahren gelebt hat? Kurz gesagt, die FFT-Analyse unterteilt ein Frequenzspektrum in viele kleine Einzelteile etwa so, als ob ich viele kleine Einzelfilter für die jeweiligen Frequenzen bauen und damit den hörbaren Frequenzbereich abtasten würde. Die Bandbreite dieser mathematisch erzeugten Filter ist mehr als hundert mal kleiner als die Bandbreite, die ich durch aufwendige

Quarzfilter erzeugen kann und nur von der Rechenleistung des PCs abhängig. Bandbreiten von 0,3 Hz oder darunter sind keine Seltenheit.

Diese Filterung zusammen mit einer graphischen Darstellung des gefilterten Empfangsbereiches über die Zeit hilft ein schwaches Signal, das weit unterhalb des Rauschens liegt, zu erkennen: mit den Augen! Ähnlich wie das Ohr werden auch die Signale des Auges durch das Gehirn weiterverarbeitet. Durch diese Fähigkeit kann jetzt die Empfindlichkeit unseres Empfangssystems noch einmal gesteigert werden. Die FFT-Analyse durchfährt einen Frequenzbereich, der im wesentlichen rauscht. Rauschen sieht in der graphischen Darstellung wie Schneegestöber aus. Ist jedoch unterhalb des Rauschens ein konstantes Nutzsignal verborgen, registrieren die mathematischen Filter dieses Signal als feinen Punkt. Ein einzelner Punkt würde natürlich völlig in dem chaotischen Schneegestöber untergehen. Dadurch, dass wir die Zeit auf dem Bildschirm mitlaufen lassen, ergibt sich eine Aneinanderreihung von Punkten, die vom menschlichen Auge als eine feine, durchgehende Linie wahrgenommen wird (Abb. 1).

Weiter oben wurde bereits auf den Zusammenhang zwischen Bandbreite und der Tastgeschwindigkeit des Signals hingewiesen. Wenn ich ein mathematisches Filter mit einer Bandbreite unter 1 Hz verwende, sollte mein Sendesignal auch nur eine tatsächliche Bandbreite in dieser Größenordnung haben. Das erfordert die drastische Reduzierung der Gebegeschwindigkeit.

Wenn ich die normale Morsegeschwindigkeit von 60 bis 100 Buchstaben so reduziere, dass ein einzelner Morsepunkt die Länge von 3 oder 4 Sekunden hat, kann ich mit Hilfe der FFT Analyse Signale erkennen und dekodieren, die sehr weit (für den Fachmann: ca. 20 dB) unterhalb des Rauschpegels liegen.

Genau diese schwachen Signale sind es, welche die Funkamateure mit ihren selbstgebauten Langwellenstationen erzeugen. Auch in einem großen Garten ist die mögliche Antennengröße gegenüber der Wellenlänge von 2200m immer sehr klein. Die zugelassenen Leistungen sind begrenzt (in DL gibt es leider zur Zeit eine willkürliche Begrenzung auf 20 Watt Senderausgangsleistung, die wegen der geringen Wirkungsgrade der Antennen zu effektiven Strahlungsleistungen führt, die weit unterhalb derer liegen, die in anderen europäischen Ländern zugelassen sind). Die so erzeugbaren Signalstärken sind oft viel zu schwach, um sie auf herkömmli-

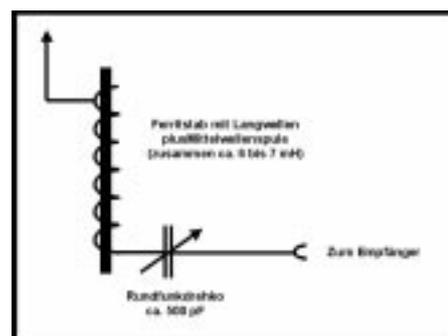


Abb.2:

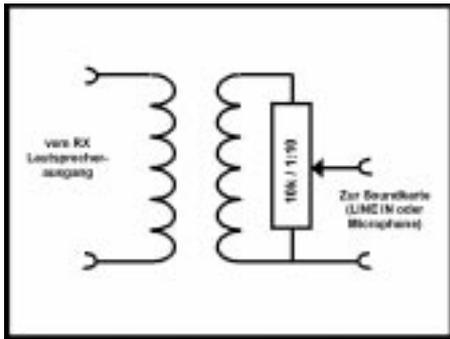


Abb.3:

che Weise noch aufnehmen zu können. Die langsame Morsetelegrafie, SlowCW (CW = Morsetelegrafie) oder auch QRSS (abgeleitet von der Q-Gruppe QRS: "bitte geben Sie langsamer") genannt, ermöglicht Langwellenverbindungen über 2000km Entfernung. Die Sendeamateure verwenden oft das Programm *QRS* (aktuelle Version 1.16) von Rik Stobbe ON7YD, um diese extrem langsamen Morsesignale zu erzeugen.

#### 4 Stationsausrüstung – was wird gebraucht?

Im Gegensatz zum Sendeamateur hat es der Empfangsamateur auf Langwelle leichter. Sender für diesen Frequenzbereich gibt es zur Zeit (fast) keine zu kaufen, viele durchgehende Kurzwellenempfänger haben den Langwellenbereich aber als Zugabe bereits eingebaut. Empfangsantennen können wesentlich kleiner sein als Sendeantennen sein müssen.

##### 4.1 Empfänger und Antenne

Die meisten Empfänger, die einen durchgehenden Empfangsbereich zwischen 0,1 und 30 MHz haben, stellen die volle Empfindlichkeit erst ab etwa 1,6 MHz zur Verfügung. Das darunterliegende Mittelwellenband wird von starken Rundfunksignalen beherrscht, die den Kurzwellenempfang beeinträchtigen könnten. Der Einfachheit halber verwenden diese Empfänger ein Hochpassfilter, das diese Mittelwellen und auch die darunter liegenden Langwellen stark dämpft. Für den Empfang des Deutschlandfunks auf 153 kHz reicht die verbliebene Empfindlichkeit aus, für die schwachen Amateursignale bei weitem nicht.

Auch erfahrene Kurzwellenamateure, die seit der Freigabe des Langwellenbereiches mit ihren normalen Geräten nur mal eben in den neuen Bereich hineinhörten, sagen "da ist nichts los", weil sie die Bedeutung der Empfängerempfindlichkeit und auch der Antennenanpassung (davon später) unterschätzen.

Es gibt einige hervorragende kommerzielle Langwellenempfänger, die sofort ohne Umbau genutzt werden können (z.B. von Rhode und Schwarz, Hagenuk, EKD300, etc). Manchmal kann man solche Schätze noch preiswert auf Flohmärkten finden, obwohl die meisten Verkäufer den Wert dieser Geräte mittlerweile kennen. Auch einige der modernen Amateurfunktransceiver sind ohne weitere Maßnahmen brauchbar. Eine Empfangsanlage

lässt sich relativ leicht beurteilen, ob sie für den Langwellenempfang geeignet ist. Ist der kommerzielle Sender Burg in der Nähe von Magdeburg auf 138,830 kHz nicht mit mindestens mit einem S-Meterausschlag von S9 plus 30 dB zu hören, muss am Empfänger oder an den Antenne etwas getan werden, um die Empfindlichkeit zu verbessern.

Die Grundvoraussetzung zum Empfang von Sendungen durch Langwellenamateure ist natürlich ein Empfänger, der SSB oder CW-tauglich ist. Ein schmales CW-Filter ist von Vorteil, aber nicht unbedingt nötig.

##### 4.1.2 Vorverstärker

Es gibt eine Reihe von Bauvorschlägen für Langwellenvorverstärker. Ein sogenannter breitbandiger Vorverstärker birgt die Gefahr, dass der Empfängereingang durch benachbarte starke Signale kommerzieller Sender fast vollständig zugestopft. Besonders Stationen in und um Frankfurt herum werden durch den Sender Mainflingen (Rufzeichen DCF42) auf 129,830 kHz stark gestört. Stationen in der Gegend von Magdeburg haben Probleme mit den Signalen des Senders Burg (Rufzeichen DCF39) auf 138,830 kHz.

Es hilft der Bau eines selektiven Vorverstärkers mit Bandfilter im Eingang. Wer Zugang zum Internet hat, kann sich auf den einschlägigen Homepages umsehen, ansonsten bietet das LF-Scrapbook von G3LDO [2] wertvolle Tips.

##### 4.1.3 Konverter

Ein Konverter ist ein Gerät, das einen bestimmten Frequenzbereich in einen anderen umsetzt. Es sind einige Langwellenkonverter auf dem Markt, die z.B. den Frequenzbereich zwischen 0 und 500 kHz auf das 10m Band 28.000 bis 28.500 kHz umsetzen. Dadurch lässt sich entweder ein Kurzwellenempfänger ganz ohne Langwellenbereich um diesen erweitern oder auch ein im Langwellenbereich zu unempfindlicher Empfänger so nutzen, dass auch die schwächeren Signale der Langwellenamateure aufgenommen werden können.

Eine Baubeschreibung für einen einfachen Konverter hat Peter, DF3LP auf seiner Homepage. Konzepte mit einem Mischer SO42 als Hauptbauteil können Probleme mit unerwünschten Mischprodukten bedingt durch die starken Langwellensender (siehe oben) aufwerfen.

##### 4.1.4 Selektive Pegelmesser als Empfänger

Es gibt manchmal eine preiswerte Möglichkeit, an einen Langwellenempfänger zu kommen, der eigentlich gar keiner ist. Selektive Pegelmesser sind Messgeräte, die zur Beurteilung von Signalen auf Telefonleitungen (sog. Trägerfrequenzverfahren) verwendet wurden, heute aber durch die fortschreitende Digitaltechnik ausrangiert werden und oft auf Flohmärkten zu finden sind. Der MV61 oder der Nachfolger MV62 zum Beispiel, vom VEB

Präcitrone in Dresden jahrelang unverändert gebaut, haben gute Empfangseigenschaften auf Langwelle. Sie setzen das empfangene Signal auf 200 kHz um und machen so einen "tauben" Empfänger zum hochempfindlichen Messempfänger, mit dem sich sogar die Signalstärke des empfangenen Signals auf 0,1 dBu genau ablesen lässt. Diese Geräte kosten zwischen 80 und 120.— DM und sind damit preiswerter als neu angebotene Konverter.

#### 4.1.4 Antennen und Anpassung

Gerade auf Langwelle ist die Oldtimerweisheit "so viel Draht wie möglich so hoch wie möglich hinaus" zu spannen besonders wichtig. Jeder Meter Draht bringt einiges an Gewinn und damit eine bessere Signalstärke. Es gibt zwar besondere Antennenformen wie Loop oder Ferritantennen, die für den Langwellenempfang geeignet sind, aber der frei hängende Draht ist immer noch die einfachste Antenne für den Langwellenempfang (bei der Sendeantenne sieht das Ganze schon wieder anders aus).

Oft wird die normale Stationsantenne für Kurzwelle, also beispielsweise ein Dipol oder eine Windom-Antenne für 80 oder 40 m für den Langwellenempfang verwendet, ohne jedoch einen überzeugenden Empfang zu bewerkstelligen. Es fehlt die richtige Anpassung. Ein einfaches Anpassungsnetzwerk, z.B. aus Teilen eines alten Radios (siehe Abb. 2) bringt zunächst wesentlich mehr als ein Vorverstärker. Es kann auch sehr nützlich sein, Seele und Masse des Koaxkabels eines Dipols zusammen als Antenne zu verwenden und anzupassen.

#### 4.3 Computer und Software

Die Umsetzung des empfangenen Signals in digitale Signale und die aufwendige mathematische Berechnung werden uns heutzutage durch einen sogenannten multimediafähigen Computer abgenommen. Dieser hochtrabende Name bezeichnet eigentlich nichts weiter als einen normalen PC nach dem "Industriestandard",

d.h. Windows 95 oder 98 als Betriebssystem mit eingebauter Soundkarte. Der Rechner muss nicht besonders schnell sein; die Fourier-Analyse ist zwar aufwendig, aber alle Geräte mit mindestens einem 486er Prozessor und 100 MHz haben keine Mühe damit. Auch an die Soundkarte werden keine besonderen Anforderungen gestellt, im Gegenteil: Da die zu analysierenden Frequenzen in einem Bereich zwischen 300 und 1000 Hz liegen, sollte die sogenannte Samplefrequenz nicht viel mehr als 5 kHz betragen. Moderne High-Tech Soundkarten bieten diese Möglichkeit schon gar nicht mehr, so dass man u.U. Abstriche bei der Signaldarstellung machen muss. Eine billige Karte für ca. 30.- DM reicht völlig aus. Es gibt auch Software für andere Betriebssysteme wie z.B. LINUX, auch hier gibt das Internet erschöpfende Auskunft.

Der Lautsprecher- oder Kopfhörerausgang des Empfängers wird einfach mit dem "Line-In" oder den Mikrofon-eingang der Soundkarte verbunden. Sollte es zu einem Brummen kommen, müssen die beiden Geräte "galvanisch" getrennt werden. Ein einfacher Trenntrafo aus der Bastelkiste oder dem Elektronikladen nebenan reicht aus. Die Anpassung selbst ist unkritisch. Damit der Eingang der Soundkarte nicht übersteuert wird, verwende ich selbst noch einen Spannungsteiler mit 1:10 Potentiometer. Damit lässt sich der Pegel genau einstellen (Abb. 3).

Als Standardsoftware für den Empfang von SlowCW Signalen auf Windows-Rechnern hat sich *SPECTROGRAM* von R.S. Horne durchgesetzt. Diese als Freeware (d.h. kostenlos) erhältliche Software (derzeitige Version 5.1.2, wird ständig weiterentwickelt) war ursprünglich für die Analyse menschlicher Stimmen und Tierlaute geschrieben worden. Wegen der universellen Einstellmöglichkeit, die dieses Programm bietet, ist es ideal zur Dekodierung von SlowCW Sendungen.

Abbildung 4 zeigt die Einstellungen für SlowCW, die ich verwende. Ein CW-Signal wird bei meiner Empfängerkonstellation bei 600 Hz dargestellt. Sollte der Ton bei einer anderen Frequenz liegen (üblich sind z.B. 800 oder 1000 Hz), sind natürlich die Parameter entsprechend anzupassen.



### 5 Frequenzen, Zeiten und Betriebs-technik

#### 5.1 Ein Bandplan für 2,1 kHz Bandbreite?

Es erscheint ein wenig seltsam, für ein Amateurfunkband mit einer Gesamtbreite von nur 2,1 kHz (also weniger als der Breite eines SSB-Signales), einen Bandplan aufzu-

stellen (Abb. 5). Die schmalbandigen Signale von SlowCW und die sehr schmalen Filter, die zum Empfang von normalen Morseausendungen verwendet werden, machen aber eine genaue Kenntnis der Betriebsfrequenz erforderlich (dazu später mehr). Die SlowCW Signale sind am oberen Bandende in einem Bereich von 137,600 bis 137,800 kHz zu finden. Der Schwerpunkt liegt bei 137,700 kHz, ich selbst bevorzuge für meine Aussendungen die Frequenz 137,690 kHz. Der gezeigte Bandplan ist übrigens keine gültige IARU Empfehlung, sondern beruht auf einem 'Gentlemen Agreement'.

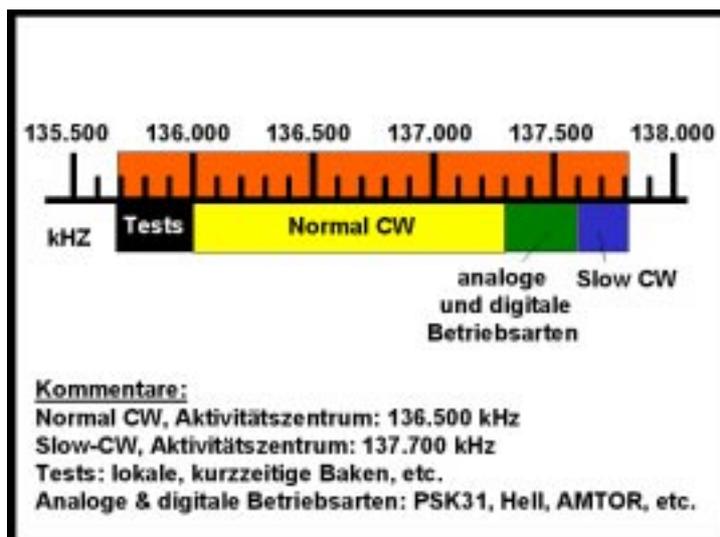
## 5.2 Frequenzkalibrierung auf 1 Hz genau!

Wie erreicht man nun diese hohen Frequenzgenauigkeiten, ohne aufwendige temperaturkompensierte Oszillatoren. Das Stichwort hier heißt Kalibrierung und alles, was wir dafür brauchen, ist in der oben beschriebenen Software versteckt.

Unser Empfänger, ob mit oder ohne Konverter, muss entweder in Stellung SSB oder CW ein Signal empfangen können. Dann stellen wir einen bekannten Sender, z.B. den Deutschlandfunk auf 153 kHz so ein, dass durch den BFO im Empfänger ein konstanter Ton entsteht. In vielen CW Empfängern beträgt dieser Ton 600 Hz. Mit der *Spectrogram*-Software schauen wir uns nun diesen Ton an. Liegt die Linie nicht genau bei 600 Hz sondern irgendwo anders, können wir durch Verändern der Empfangsfrequenz den Ton so einstellen, dass die Linie wieder genau auf 600 Hz liegt. Die Abweichung zwischen 153 kHz und der eingestellten Empfangsfrequenz merken wir uns und haben so unseren Empfänger genau kalibriert. Eventuell kann die Quarzfrequenz des Konverters oder auch die Frequenz des Hauptoszillators des Empfängers so nachgezogen werden, dass auch bei einer angezeigten Frequenz von 153 kHz genau die Linie des DLF Signals auf 600 Hz liegt. Bei Transceivern hilft es, dass RIT Signal entsprechend einzustellen und in dieser Stellung zu belassen. Wenn wir jetzt unseren Empfänger auf 137,700 kHz einstellen, können wir in der Regel davon ausgehen, dass unser Empfangssystem auf etwa 1 Hz genau kalibriert ist und wir die schmalen Signale der Langwellenamateure ohne Probleme finden können. Wer diese Kalibrierung nach dem Warmlaufenlassen des Empfängers häufiger einmal durchführt, bekommt ein Gefühl für den Temperaturverlauf und die Langzeitstabilität seines Empfangssystems.

## 5.3 Wann ist eigentlich was los?

Entgegen der landläufigen Meinung sind die Ausbreitungsbedingungen auf Langwelle nicht nachts am günstigsten, sondern der Vormittag hat sich als beste Betriebszeit herausgestellt. Das ist besonders dem Störpegel zu verdanken, der je nach Standort in der Zeit zwischen 06.00 Uhr und 12.00 Uhr am niedrigsten ist. Aber auch spätabends nach der üblichen Fernsehzeit (viele Fernsehempfänger stören den Langwellenempfang durch

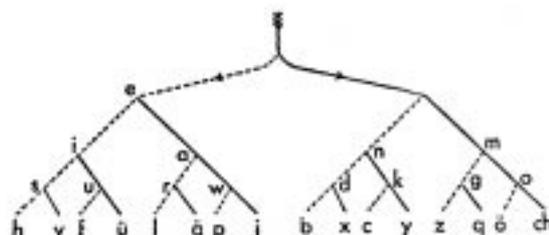


die Oberwellen der Zeilenfrequenz von ca. 16 kHz) sind Stationen zu empfangen. Die Zahl der sendenden Langwellenamateure in Europa liegt zur Zeit noch unter 100. Der Hauptbetrieb konzentriert sich auf Samstag und Sonntag vormittag. Wer sich im Internet umsieht, findet Pläne mit den bevorzugten Zeiten und Frequenzen einzelner Stationen. Durch die Teilnahme an einem sogenannten E-Mail Reflektor (siehe unten) ist es auch dem Langwellenhörer möglich, mit den sendenden Stationen in Kontakt zu treten und um Testsendungen zu bestimmten Zeiten zu bitten oder einfach einen Empfangsbericht abzugeben.

## 5.4 Hilfe, ich kann nicht Morsen!

SlowCW, also die langsame Aussendung von Telegrafiesignalen bietet auch dem Ungeübten die Möglichkeit die Signale mitzulesen, ohne eine Telegrafieausbildung zu haben. Die Signale, bestehend aus Punkten und Strichen, erscheinen langsam auf dem Bildschirm. Zwischen den einzelnen Buchstaben sind lange Zwischenräume.

Mit Hilfe des "Morsebaumes" (Abb. 6) lassen sich Telegrafiesignale einfach dekodieren. Fängt ein Buchstabe mit einem Strich an, folgen wir dem Pfeil nach rechts. Wenn als nächstes ein Punkt erscheint, biegen wir an der nächsten Abzweigung ab und gehen den "Punktweg" weiter. Noch ein weiterer Punkt und wir sind am Ziel. Das Signal lang-kurz-kurz oder auch "dah-dit-dit" führt uns also hin zu einem "D". Ist das dritte Signal nicht ein Punkt, sondern ein Strich (lang-kurz-lang, "dah-dit-dah"), hätten wir vorher wieder in eine "Strichstraße" einbiegen müssen und wären bei einem "K" gelandet.



Was bedeuten also die Telegrafiemeldungen auf Abbildung 1?

Der Inhalt einer SlowCW-Verbindung wird sehr knapp gehalten, trotzdem kann eine Verbindung auch schon mal einen halben Vormittag dauern. Die Übermittlung des eigenen Rufzeichens dauert 5 bis 10 Minuten. Der Empfangsbericht wird in drei Stufen eingeteilt sehr gut, alles lesbar (O, "dah-dah-dah"), mittelmäßig lesbar (M, "dah-dah") und sehr schwer, nur zum Teil lesbar (T, "dah"). Ansonsten beschränkt man sich auf den Austausch der Rufzeichen und der Namen. Allenfalls wird noch der sogenannte QTH-Locator zur genauen Bestimmung des Standortes übermittelt. Füllwörter wie "DE" werden weggelassen, so dass zum Beispiel mein allgemeiner Anruf (CQ-Ruf) folgendermaßen aussieht CQ CQ DK8KW K. Das dauert dann 7 Minuten bei 3 Sekunden Punktlänge. Striche sind dann 9 Sekunden lang, die Pausen zwischen den einzelnen Zeichen eines Buchstabens auch 3 Sekunden; die Pausen zwischen den Buchstaben 9 und zwischen einzelnen Wörtern sogar 21 Sekunden!

SlowCW ist also eine Betriebsart für Geduldige. Manchmal läuft das Rauschen stundenlang über den Schirm, bevor dann ein schwaches Signal entziffert wird, das aus England oder Italien und damit aus einer Entfernung von fast 1000km kommt. Gerade eben läuft bei mir G3XDV's Signal über den Schirm, absolut unhörbar im Rauschen versteckt und doch sind die Striche und Punkte von Mike's Aussendung für das Auge gut lesbar. Die Betriebsart SlowCW eignet sich daher auch gut dazu, etwas nebenbei zu unternehmen, z.B. einen Artikel zu schreiben oder etwas zusammenzulöten.

## 6 Ein wenig Ionosphärenforschung

Mit einer weiteren (kostenlosen) Software, aber ansonsten mit genau der oben beschriebenen Ausrüstung lässt sich einfache Ionosphärenforschung betreiben. Radiofrequenzen werden an der Ionosphäre reflektiert. Gerade bei Langwelle entstehen hier durch die Überlagerung von unreflektierter Bodenwelle und an der Ionosphäre reflektierter Raumwelle Erscheinungen, die noch nicht vollständig geklärt sind.

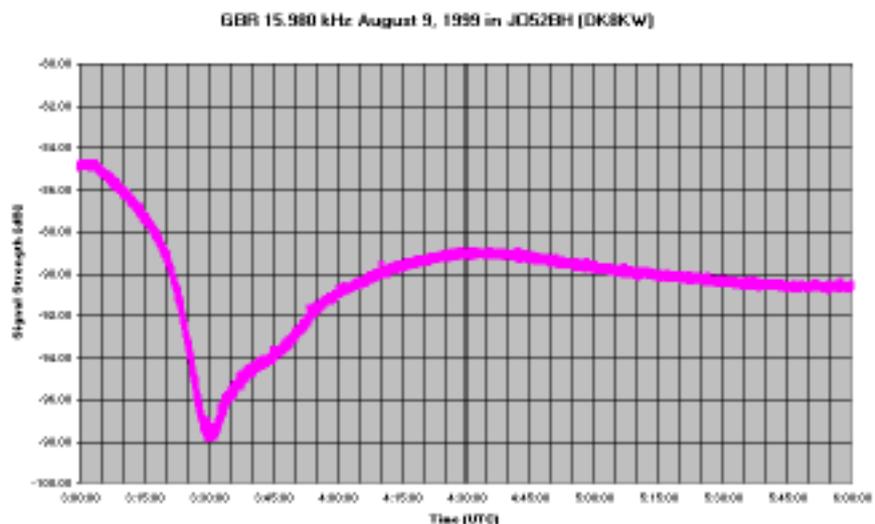
Der Einfluss der Sonne auf die Ionosphäre ist bekannt, aber selten lässt sich der direkte Zusammenhang des Sonnenaufgangs mit den Ausbreitungsbedingungen so schön darstellen, wie auf Langwelle.

Man benötigt hierzu ein stabiles aber starkes Langwellensignal, das weiter als 500km entfernt sein sollte. Die schwachen Amateurfunksignale eignen sich hierzu nicht.

Der untere Teil der Langwelle ist die Domäne starker Zeitzeichensender, z.B. auf 15,980 kHz und 60 kHz in Rugby/Großbritannien (Rufzeichen GBR), 75,000 kHz in der Schweiz (HBG77) oder der bekannte Sender DCF77 in Mainflingen bei Frankfurt auf 77,500 kHz, der bei uns die Funkuhren steuert.

Die Software *ECLIPSE*, die von ON500 ursprünglich für die Beobachtung der Sonnenfinsternis am 11. August 1999 geschrieben wurde, eignet sich auch, um den Einfluss des Sonnenauf- und untergangs auf die Ausbreitung von Langwellen zu zeigen, ohne dass besondere Messhardware zur Verfügung stehen muss.

Die Eigenschaft der Soundkarte, Eingangssignale linear zu verarbeiten, wird durch das Programm von ON500 ausgenutzt, um die Stärke eines Signals grafisch darzustellen. Wichtig ist, dass die sogenannte ALC, die automatische Regelung im Empfänger, ausgeschaltet wird. Wer seinen Empfänger morgens vor Sonnenaufgang auf HBG75 auf 77,5 kHz parkt und dazu die Software laufen



lässt, wird durch ein Bild nach Abb.7 belohnt. Peter DF3LP aus Kiel ist es durch Langzeitbeobachtung sogar gelungen, eine Sonneneruption anhand der sich plötzlich ändernden Feldstärke dieses Zeitzeichensenders in der Schweiz nachzuweisen. Wer weiß, was die Ionosphäre noch an Überraschungen für den Langwellenamateur bereithält?

## 7 Zusammenfassung

Auf dem kleinen Langwellenband zwischen 135,7 und 137,8 kHz, das seit Januar 1999 auch in Deutschland für den Amateurfunk freigegeben worden ist, ist jeder Neuankommeling ein Pionier. Der Empfang der SlowCW-Aussendungen von Langwellenamateuren erfordert keine besonders teure oder aufwendige Ausrüstung. Ein Langwellenempfänger oder ein Kurzwellenempfänger mit Langwellenkonverter, ein paar Meter angepasster Draht als Antenne und ein älterer PC reichen aus um die Signale mitzulesen. Zum Dekodieren der Morsesignale ge-

nügen auch dem Ungeübten eine Liste aller Morsezeichen oder ein "Morsebaum". Durch die langsame Übermittlung hat auch der Anfänger Zeit, die Buchstaben zu entziffern. Wer seinen PC als Messempfänger nutzt, kann Grundlagenforschung betreiben und den Ionosphärenforschern helfen.

Die Langwelle ist eine besondere Spielart im Amateurfunk, die auch deswegen ihren Reiz hat, weil der Selbstbau und das Experiment noch im Vordergrund stehen und weil sie nicht von Jedermann betrieben wird. Der Amateurfunk auf der Langwelle ist eine reizvolle Mischung aus Nostalgie und moderner Computertechnik.

## 8 Wie komme ich an mehr Informationen?

Zunächst einmal: deutschsprachige Literatur über die Langwelle ist rar. Die meisten Bücher und auch die Internetseiten der Langwellenamateure sind in englischer Sprache verfasst. Aber wer ein wenig sucht, findet auch einige deutsche Seiten.

Ich habe auf einer eigenen Homepage sowohl englischsprachige als auch einige deutschsprachige Hinweise zum Langwellen-Amateurfunk gesammelt. Die Seite "Links" enthält eine Sammlung ausgesuchter Langwellen-Ressourcen im Internet (<http://www.qru.de>). Auch meine eMail-Adresse ([dk8kw@qru.de](mailto:dk8kw@qru.de)) ist hier zu finden. Sofern es meine Zeit erlaubt beantworte ich Anfragen gerne.

Der weiter oben erwähnte E-Mail Reflektor des Britischen Amateurfunkverbandes RSGB ist folgendermaßen zu erreichen: Man sendet einfach eine E-Mail mit dem Inhalt "*subscribe rsgb\_lf\_group*" an die E-Mail Adresse [major\\_domo@blacksheep.org](mailto:major_domo@blacksheep.org) und erhält alle dort einlaufenden aktuellen Meldungen vieler Langwellenamateure. Die Teilnahme ist natürlich kostenlos. Auch Funkamateure, die

nicht Inhaber eines Amateurfunkzeugnisses sind, können in diesem Forum Fragen stellen oder sich sonst zu Wort melden. Meistens montags werden von einigen Diskussionsteilnehmern die Empfangsergebnisse des Wochenendes bekanntgegeben.

Packet-Radio, das traditionelle elektronische Nachrichtenmedium der Funkamateure hält auch eine Rubrik für Langwellen-Interessierte bereit ([VLF@EU](mailto:VLF@EU)).

## 9 Literatur

[1] Gerd Klawitter, Klaus Herold, "Langwellen- und Längstwellenfunk", Siebel-Verlag, 1995, ISBN 3-922221-77-7

[2] Peter Dodd, G3LDO, "The LF Experimenter's Source Book", Second Edition, 1998, Radio Society of Great Britain, Cranborne Road, Potters Bar, Herts EN6 3JE

## 10 Hinweis

Die nachfolgend genannte Software wurde auf die „weiße AATIS-CD“ übernommen:

*SPECTROGRAM 5.1.2* von R.S. Horne (Freeware, <http://www.monumental.com/rshorne/gramdl.html>)

*QRS 1.16* von Rik Stobbe, ON7YD (Freeware, <http://www.lwca.org/library/software/qrs/qrs.htm>)

*ECLIPSE* von ON500 (Freeware, z.Zt. nicht im Internet verfügbar)

**Autor:** *Holger Kinzel, DK8KW*  
*Bürgerhausstr. 7*  
*31226 Peine*

**eMail:** *dk8kw@qru.de* **PacketRadio:** *dk8kw@dk0mav*