



SSB LAN-SDR Ein Profi in Reichweite

In „Radio-Kurier – weltweit hören“ 01/2010 konnte Nils Schiffhauer, DK8OK, den Digital-Receiver LR2 der Profi-Schmiede MEDAV erstmals testen. [1] Seit Sommer dieses Jahres ist durch die Kooperation mit SSB eine nochmals preisgünstigere Version für Kurzwellenhörer und Funkamateure erhältlich – mit einer völlig neu geschriebenen Software. [2] Und noch eine Premiere: Erstmals bei einem Testbericht stehen direkte Hör-Eindrücke und -Vergleiche als Screencast zur Verfügung [3].

Ob wenigstens mit dieser Amateurfunkmesse „Ham Radio“ endlich der Siegeszug volldigitaler Funkgeräte – Empfänger wie Sender – kommen wird? Der Anlauf, den „durch Software definierte Radios“ (SDR) nehmen, ist erstaunlich lang vor einem Publikum, das sich doch eigentlich den technischen Fortschritt auf die Fahnen geschrieben hat.

Digital empfangen

Um was geht es genau? Es geht darum, dass Fortschritte in der Digitaltechnik Empfänger wie Sender ermöglichen, in denen die Signalverarbeitung gleich ab der Antenne digital erfolgt. Was bisher ein „Mischer“ war, wird nun ein Analog-Digital-Wandler. Digitaltechnik hat den Vorteil, dass hauptsächlich Software die Art der Bearbeitung bestimmt – von Filtern über Demodulation bis hin zu intelligenten und adaptiven Möglichkeiten, die gerade erst ertastet werden. Ist beispielsweise eine sich automatisch an die Verhältnisse anpassende Rauschreduzierung in manchen Empfängern bereits eingebaut, so erwarten wir grundstürzende

Bild oben: Die komplette Empfangselektronik steckt in einer flachen Black Box.

Software, die sich nun der Störbeseitigung auf allen Ebenen widmet. Adaptive Störaustaster etwa könnten mit CODAR-Signalen Schluss machen, aber auch mit häuslichem elektronischen Lärm. Und verheißungsvoll leuchtet uns bereits die Möglichkeit, mehr als eine Antenne zu nutzen, um eine variable Richtwirkung zu erzielen oder mehrere Receiver an verschiedenen Orten zu einem „richtig großen Ohr“ zusammenzuschalten.

Warum diese außerordentlich spannenden Möglichkeiten kaum auf Interesse stoßen, ist ein Rätsel. Schon 2002 brachte Nico Palermo mit seinem Digimit 2002 einen durchgehend digitalisierten Amateurfunktransceiver für Kurzwellen heraus. Dieser fand in der Amateurfunkpresse absolut keine Resonanz; Magazine wie die verflissene „funk“ [4], der „Funkamateure“ oder die „CQ DL“ ergingen sich lieber in langatmigen Beiträgen über veraltende und veraltete Analogtechnik. Dieses Desinteresse hält bis heute an: Gefeierte werden analoge Dinosaurier wie der FT-DX5000 [5] von Yaesu oder der abwechselnd an-, ab- und wiederum angekündigte PT-8000 [6] von Hilberling – sämtliche teure Schlachtschiffe, deren Konzepte in den 1980ern wurzeln.

Auch auf internationaler Ebene sieht es mit der Resonanz trübe aus. Viele Redakteure von Fachzeitschriften scheinen das grundsätzliche Konzept nicht zu verstehen. Selbst die QST der ARRL musste ihre Messgrundlagen korri-

gieren und blieb damit nicht allein. Mehr noch: Die vielfältigen und grundsätzlich neuen Möglichkeiten, die SDR-Technologie bietet, finden in den auflagenstärksten Fachzeitschriften überhaupt nicht statt. [7] Insgesamt ein trauriger Befund, der jedoch zumindest erklärt, warum die epochemachende SDR-Technologie sich unter Funkamateuren und Kurzwellenhörern so schwer durchsetzt: Nicht das Desinteresse der Anwender scheint die Ursache zu sein, sondern die Ignoranz einiger im Amateurfunk führender Fachmedien. Die zeigten sich schon an so grundsätzlichen Paradigmenwechseln wie dem Collins 95-S1 mit seinem digitalen Homodyne-Konzept (Zwischenfrequenz: Null Kilohertz) ebenso wenig Interesse, [8] wie sie sich etwa den LR2 von MEDAV als in Deutschland entwickelte Interpretation des SDR-Konzeptes gleich gar nicht auf den Tisch stellen ließen, [9] nachdem vor drei Jahren Nico Palermo dort zunächst ebenfalls kaum beachteter SDR „Perseus“ mittlerweile praktisch alle bisherigen Receiver deklassiert. [10] Während früher manche Fachjournalisten Kontakte zu den Entwicklungslaboren von Herstellern pflegten, [11] herrscht heute hier weitgehend Sprachlosigkeit, die den Transfer von Ideen zugunsten von Funkamateuren und Hörern nicht eben befördert.

Extrem großsignalfest

Doch hier haben Internet und Perseus manches geändert: Dessen Entwickler richtete eine Mailing-List ein, in der unter anderem neue Ideen diskutiert werden. Und der Artikel über den LR2 von MEDAV führte dazu, dass aus diesem Gerät in Rekordzeit in Zusammenarbeit zwischen MEDAV und SSB eine Version für den Kurzwellenhörer und Funkamateure entstand: der SSB LAN-SDR. Willi Passmann als eine der Schnittstellen zwischen SSB und MEDAV hat sich um diese Adaption, die entscheidend in der Software zu besichtigen ist, besonders verdient gemacht; ein herzliches Dankeschön!



Anschluss an die IT-Welt via USB und LAN.

Der LR2 wird in der professionellen Monitoring-Welt eingesetzt, der SSB LAN-SDR ist hiervon ein in jeder Hinsicht würdiger Abkömmling. Er erfasst den Frequenzbereich von 100 kHz bis 30 MHz in kleinsten Schritten zu einem Hertz. Auf der Rückseite des schwarzen Kästchens gibt es unter anderem zwei N-Buchsen zum Anschluss von zwei via Software schaltbarer Antennen. Im Signalverlauf folgen daraufhin elf automatisch geschaltete Vorfilter, die zwischen 400 kHz und 8 MHz schmal sind. Sie entlasten die nachfolgenden Stufen und mindern die Gefahr von „Geisterstation“ durch unter anderem Intermodulation 2. und 3. Ordnung:

⇒ *Intermodulation 2. Ordnung* entsteht dadurch, dass sich zwei Frequenzen addieren bzw. subtrahieren und gemeinsam auf einer dritten erscheinen: 6075 kHz plus 6090 kHz ergibt dann ein Mischsignal auf 12065 kHz. Die Möglichkeit dieser Fehlmischungen steigt natürlich, je mehr Sender und Bänder die aktiven Stufen „sehen“. Dann kann aus 6075 kHz und 9500 kHz schnell 15575 kHz werden. Hält man sich die Vielzahl stark belegter Rundfunkbänder vor Augen, so begreift man schnell, welche wohltuend-entlastende Wirkung ein guter Intercept-Punkt 2. Ordnung (IP2) schafft, zumal, wenn dieser noch durch Vorfilter unterstützt wird. Der IP2 beträgt beim SSB LAN-SDR typisch +85 dBm. Bislang musste man selbst im professionellen Bereich Receiver mit diesem Wert mit der Lupe suchen.

⇒ *Intermodulation 3. Ordnung* entsteht dadurch, dass sich zunächst eine Sendefrequenz verdoppelt (z.B.: 2 x 6075 kHz = 12.050 kHz), bevor dann hiervon eine andere addiert oder subtrahiert wird. Aus 12.050 plus 6.090 kHz wird dann 18.140 kHz, aus 12.050 kHz minus 6.090 entsprechend 5.960 kHz. Auch hier wird klar, dass ein hoher Intercept-Punkt 3. Ordnung (IP3) schwache Nutzsignale gut hörbar macht und sie nicht durch Inlinearitäten zugedeckt werden. Der IP3 des SSB LAN-SDR liegt bei typisch +40 dBm und ist einfach sensationell. Zur Orientierung: der Weltklasse-Receiver E1800 erreichte gerade diesen Wert (allerdings schon mit breitbandigem Eingang, doch er kostete auch das etwa 30fache ...).

Beim Thema „Intermodulation“ zeigt sich also, wie wichtig ein so genannter „intermodulationsfreier Dynamikbereich“ ist. Denn befindet man sich außerhalb dieses Bereiches, so machen sich schon zwei starke Sender gleich vielfach störend. Der SSB LAN-SDR ist in diesen Punkten ein absolut professioneller Receiver, der höchsten Ansprüchen standhält.



Schraubt man den Gehäusedeckel ab, so bietet sich dieser Anblick. Unter dem Abschirmblech des wegen Schutz vor Kopplungen schräg eingesetzten Eingangsmoduls verbirgt sich unter anderem der Preselektor.

Das gilt auch für einen Punkt, der bislang immer ein wenig im Schatten der Beurteilung von Receivern stand: das Rauschverhalten seines Oszillators, nämlich. Sein Signal ist ja leider nicht nadelspitz, sondern verbreitert sich „nach unten“ mehr oder minder. Dieses Rauschen teilt sich der Modulation von Sendern ebenso mit, wie es die nutzbare Empfindlichkeit in dessen Nähe einschränkt. Der SSB LAN-SDR bietet hier recht gute Werte von typisch -120 dBc in einem und -130 dBc in 10 kHz Abstand.

Diese hervorragenden Eigenschaften des Receivers rücken den traurigen Zustand fast aller Amateurfunktransceiver, aber auch vieler Rundfunksender in den Mittelpunkt: ihre technisch ungenügenden Werte werden nun zum begrenzenden Faktor für DX. Das Rezept dagegen liegt noch etwas entfernt, besteht es doch in ebenfalls volldigitalisierten Sendern. Denn in Analogtechnik, wie sie eben auch auf dieser Ham Radio leider wieder nur auf den Markt kommt, ist das kostenmäßig für den Amateurfunkbereich kaum darstellbar. Der ADAT-200 mit seiner adaptiven Vorverzerrung ist hier die erste Schwalbe des digitalen Dauersommers. [12] Übrigens wird digitale Technik endlich auch QRP fördern, das Arbeiten mit Sendeleistungen unter 5 W. Mit Bits und Bytes sind kleine Leistungen durchaus konkurrenzfähig.

Dazu würde auch die hohe Empfindlichkeit des SSB LAN-SDR beitragen. Denn auf die Vorfilter folgt ein HF-Vorverstärker, der für einen Rauschfaktor von nur 9 dB

sorgt, was selbst für höchste Kurzwellenfrequenzen mehr als nur ausreichend ist. Wobei jetzt ein Vergleich dieser kompletten Daten mit dem Analog-Spitzenreceiver E1800 angebracht ist:

	IP2	IP3	Rauschfaktor
E1800 ¹⁾	+65 dBm	+35 dBm	13 dB
SSB LAN-SDR ¹⁾	+85 dBm	+40 dBm	9 dB
Persens ²⁾		+33 dBm	17 dB

Hieraus ist sichtbar, dass heute schon bezahlbare SDRs mit der vor 25 Jahren unbezahlbaren Spitzen-Analogtechnik mehr als gleichgezogen sind. Von den weiteren Vorteilen, die SDR-Technologie bietet, ganz zu schweigen.

Noch ein Wort zum Rauschfaktor: Er besagt, wie stark das im Receiver selbst erzeugte Rauschen ist. Es sollte idealerweise unter dem des atmosphärischen Außenrauschens liegen, aber auch nicht zu stark darunter, da sonst zu Lasten des Großsignalverhaltens ein Überschuss an Empfindlichkeit entsteht, den man nicht nutzen könnte. 9 dB – das ist annähernd die zehnfache Empfindlichkeit, wie sie preiswertere SDRs bieten! Im Bedarfsfall lässt sich noch ein in Stufen von 10 dB schaltbares Dämpfungsglied zwischen 0 dB und 30 dB in den Eingang schalten.

Dieses gefilterte und verstärkte HF-Signal wird dann auf den Analog-Digital-Wandler gegeben und mit 66,66 MHz bei 16 Bit abgetastet. Die weitere Verarbeitung des Signals erfolgt digital via Software. Was



Ein SDR hat viele Farben – der Start-Bildschirm der Software.

das bedeutet, kann man auch mit einem Blick auf die Zubehörliste von Analoggeräten sehen. Man addiere mal die Preise aller der vielen Quarzfilter etwa eines FT-DX5000! Das alles macht ein SDR lässig mit Software. Bei zudem besserer Flankensteilheit und geringerer Welligkeit, was sich wiederum besonders positiv auf das Mitschreiben moderner, phasenmodulierter Datenfunkverfahren auswirkt. Zudem lässt sich die Bandbreite stufenlos für den besten Abstand des Signals von Störungen und Rauschen regelrecht maßschneidern.

Flexible Bandbreiten

Beim SSB LAN-SDR stehen in Stufen zu einem Hertz wählbare Bandbreiten zwischen 100 Hz und 200 kHz zur Verfügung, so dass für anspruchsvolle Telegrafie bis hin zum UKW-Rundfunkempfang – dieser dann mit entsprechendem Konverter – alle Wünsche erfüllt werden. Den neun Demodulationsarten sind praktischerweise gleich die üblicherweise passenden Bandbreiten hinterlegt, die jedoch Hertz-genau und schnell via Mausrad geändert werden können. Und zwar symmetrisch. Will man es hingegen unsymmetrisch haben, so muss man zu einem kleinen Trick und somit den beiden separat einstellbaren Notchfiltern greifen. Sie werden mit virtuellem Taster aktiviert und lassen sich in ihrer Ausblendbandbreite in sieben Schritten zwischen 62,5 Hz und 4 kHz wählen. Dann einfach mit dem Mauszeiger an die gewünschte Stelle schieben – schon ist die Durchlasskurve ganz individuell eingestellt.

Sie werden es bemerkt haben: Der SSB LAN-SDR wird natürlich mit einem PC bedient, an den er über einen LAN- oder USB-Eingang angeschlossen wird. Dabei stehen derzeit Übertragungsbandbreiten von 8 kHz bis maximal 150 kHz/500 kHz (USB/LAN) zur Verfügung. Will man den Receiver über das Internet steuern, so bildet die Kapazität der Datenleitung den Flaschenhals. Der ist leider eindrucksvoll eng: Selbst bei DSL16000 lassen sich nur 8 kHz breitban-

dig übertragen. Bei VDSL 50 sind es dann schon 150 kHz. [16] Warum diese verhältnismäßig geringen Werte, wo doch Videos so schnell via Internet kommt? Es geht hier um das Tempo zum „Hochladen“ (Upload), das immer erheblich unter der Bandbreite zum „Herunterladen“ (Download) liegt.

Breite Sicht auf die Bänder

Was früher mal „Frontplatte“ hieß, nennt sich heute GUI – graphical user interface, grafische Schnittstelle zum Benutzer, oder: Bedienfeld. Sie erleichtert die Bedienung wirklich und ist deutlich intuitiver als die heutzutage mit Knöpfen, Reglern und Tasten überladenen Frontplatten, zu denen sich dann noch – je unterschiedliche! – Anzeigen gesellen. Allein ein in seiner jetzigen Ausführung in der Praxis dann auch noch mehr oder minder unbrauchbares Spektrum-Display schlägt beim FT-DX5000 als Zubehör mit einem Listenpreis von 470 US-\$ zu Buche! Beim SSB LAN-SDR ist das integraler Bestandteil dieser Kombination aus Hard- und Software und so etwas wie ein Bedienzentrum. Es zeigt einen bis zu 500 kHz weiten Blick – und zwar als manuell oder automatisch skalierbares Spektrum mit Messmarkern sowie als Sonagramm (hier „Spektrogramm“ genannt) mit Zeitstempeln. Das ist ein zeitgemäß-professionelles Cockpit, das den richtigen Überblick schafft.

Links darunter dasselbe nochmals in klein: Es zeigt einen schmaleren Ausschnitt; wiederum im Spektrum und als Sonagramm. Die Sichtweite orientiert sich hierbei an der Demodulator-Bandbreite, während gleichzeitig oben der große Überblick gewahrt bleibt. Durch entsprechende Band-

breitenwahl kann man so beispielsweise den Trägerbrumm in Frequenz und Pegel sehr genau bestimmen. Auch die Wirkung der Notchfilter zeigen sich in dieser separaten Anzeige. Links sind gleich zwei Recorder zugänglich: einer nimmt den gesamten eingestellten HF-Bereich von 8 kHz bis maximal 500 kHz auf, der andere die demodulierten Signale als Audio.

Notizen aus der Praxis

Notwendigerweise sind die folgenden Beobachtungen nur blitzlichtartig, zumal die Software noch im letzten Beta-Stadium war. Wenn sich also etwas verändert, dann nur positiv. Und wir haben ja das Internet, in dem Eindrücke und Erfahrungen jederzeit aktualisierbar sind.

Erfreulicherweise ist das „Cockpit“ insgesamt skalierbar, sowie auch die vier Fenster für die jeweiligen Spektrum- und Wasserfalldiagramme. Schön, dass dies alles zugleich zur Verfügung steht, so kennt man es eben von den Profis. Das Spektrum zeigt praktischerweise auf Wunsch zwei Linien: einmal den jeweils aktuellen Signalstand, dann aber auch die über beispielsweise eine Sekunde aufgelaufenen gleitenden Durchschnitte. Die Abstimmung funktioniert flott in beliebig einstellbaren Kanalschritten oder mit dem Mauszeiger – CTRL drücken, gedrückt halten, mit dem Mauszeiger auf das gewünschte Signal gehen, klicken, hören!

Die Filter sind von außerordentlicher Flankensteilheit, ihre Bandbreite ist praktisch beliebig einstellbar, um die jeweils beste Verständlichkeit zu sichern. Dank der extremen Großsignalfestigkeit traten selbst an der Delta-Loop mit 96 Meter Umfang keinerlei eigenerzeugte Störungen auf: alles, was man sieht und hört, ist auch wirk-



Via LAN sind bis zu 500 kHz mit einem Blick überschaubar – wie hier im 19-m-Rundfunkband.

lich „echt“. Der Receiver eignet sich daher eben auch als präziser Messempfänger, wozu die Messzeiger beitragen, die hochgenau die jeweiligen Daten für Frequenz und Pegel zeigen – sowie die Differenz. Interessant ist der „Lattenzaun“ von Messzeigern, mit dem sich Harmonische bestimmen lassen. Der Receiver ist hochempfindlich und bietet auch unter schwierigen Verhältnissen eine klare Wiedergabe – siehe Screencasts (Kasten).

Der SSB LAN-SDR ist für reine Kurzwellenhörer kein „Perseus“-Killer. Obwohl im Großsignalverhalten und in der Empfindlichkeit hörbar besser als der Perseus, hat dieser jedoch weiterhin einige Features wie die mitlaufenden Datenbanken, die einem SWL schon gefallen. Für den Hörer und Funkamateure mit professionellem Anspruch an die HF-Performance jedoch führt kein Weg am SSB LAN-SDR vorbei.

*Text, Abbildungen, Multimedia:
2010 Nils Schiffhauer, DK8OK*

Anmerkung

Die möglicherweise kommentierenden Passagen hinsichtlich anderer Fachzeitschriften und anderer Organisationen stellen die Meinung des Autors dar und müssen sich nicht notwendigerweise mit jenen der Redaktion decken.

Redaktion

Multimedia: Ton und Film ab!

Bis zu dieser Ausgabe des „Radio-Kurier“ erschienen Testberichte von Kurzwellenempfängern und Amateurfunkgeräten ausschließlich auf Papier als Text mit Fotos und Screenshots. Damit fehlten bisher zwei weitere wichtige Dimensionen: das bewegte Bild und vor allem der Ton.

Das möchte ich ändern. Deshalb habe ich einige kleine Screencasts gedreht, die auf einer eigens eingerichteten Website kostenlos und diskriminierungsfrei diesen Artikel multimedial ergänzen. [17] Machen Sie sich also über Abstimmung und Empfangseigenschaften selbst ein umfassendes Bild!

Die kleinen Streifen sind grundsätzlich auf YouTube abgelegt, so dass sie trotz hoher Auflösung relativ wenig Speicherplatz belegen und zudem auch Zufallsbesucher über das Thema „Kurzwellenempfang“ stolpern. Der hohen Komprimierung steht ein kleiner Nachteil gegenüber: die Wiedergabe beispielsweise des bewegten Spektrums ist ein klein wenig ruckeliger als beim Original-Empfang. Der Ton ist MP3-komprimiert; Empfindsame könnten auch das merken. Das sonst gerne benutzte Flash-Format erfordert einen drei- bis vierfachen Speicherplatz bei allerdings dann brillanter Wiedergabe. Da sie jedoch auch nicht auf dem iPad erscheinen, habe ich nach einigen Versuchen auf dieses Format verzichtet.

Fotos & Screenshots unter:

<http://gallery.me.com/nils.schiffhauer#100196>



*Film, ab! Integraler Bestandteil dieses Testberichtes sind Video und Audio ('Screencasts').
Noch lässt sich der Medienbruch zwischen Papier und Internet nicht vermeiden ...*

Verweise

- ⇒ [1] http://www.medav.de/fileadmin/redaktion/documents/Deutsch/RMS_fachartikel_lanreceiver.pdf?a
- ⇒ [2] 2.198 Euro. Bezug, Prospekt und ausführliche technische Daten: http://www.ssb.de/product_info.php?info=p2497_SSB-LAN-SDR.html
- ⇒ [3] <http://bit.ly/aip0c5>
- ⇒ [4] Nachdem ich deren Redaktion auf Veranlassung von DARC-Mitgliedern Anfang 2003 verlassen musste, widmete sich das Blatt kaum noch wirklichen technischen Neuheiten und ging bald darauf ein.
- ⇒ [5] <http://www.yaesu.com/downloadFile.cfm?FileID=5624&FileCatID=156&FileName=FTDX5000%20Brochure.pdf&FileContentType=application%2Fpdf>
- ⇒ [6] <http://www.hilberling.com/news/news.htm>
- ⇒ [7] Umso mehr Dank Zeitschriften wie dem „Radio-Kurier“ und dem „Funk-Telegramm“, die ihre Seiten auch diesem Fortschritt öffnen!
- ⇒ [8] Außer in der „alten“ funk, natürlich ...
- ⇒ [9] Ausser im „Radio-Kurier“ und im „Funk-Telegramm“, natürlich ...
- ⇒ [10] Wie etwa Peter Hart, G3SJX, in der RadCom 5/2010 des britischen Amateurfunkverbandes RSGB befand.
- ⇒ [11] So datiert mein erster Besuch bei Kenwood, Icom, Yaesu und Sony in Japan von 1984. Umgekehrt tauchten japanische Entwicklungsingenieure dann mit ihren „Erlkönigen“ bei mir auf, um ihre späteren Neuheiten im anspruchsvollen europäischen Signalgewitter zu prüfen.
- ⇒ [12] Warum ich den noch nicht getestet habe? Die bisherigen Exemplare waren mehr Vorseerien-Modelle, bei denen sich noch hinsichtlich „Pfeifstellen“ erhebliches tun sollte. Was ich dann demnächst mal überprüfen werde.
- ⇒ [13] www.helmut-singer.de/pdf/telefunken1800.pdf
- ⇒ [14] http://www.medav.de/fileadmin/redaktion/documents/English/LAN_receiver_LR2.pdf?a
- ⇒ [15] http://www.ssb.de/pdfs/radcom_mar08.pdf
- ⇒ [16] „LAN/WAN Requirements“, interne MEDAV-Untersuchung, 04/2010
- ⇒ [17] <http://bit.ly/aip0c5>