



SDR-IP von RF Space: Erste Eindrücke

Das Jahr 2010 wird endlich das SDR-Jahr werden. Zum einen gibt es immer mehr dieser Software-defined Radios, zum anderen lassen sie sich zunehmend mit dem Internet verbinden. Das bietet einen gewissermaßen doppelten Fernempfang. Die Szene ist also stark in Bewegung. Was Nils Schiffhauer, DK8OK, daher über den neuen SDR-IP (Seriennummer seines Testgerätes: 00001) mitzuteilen hat, kann zunächst über erste Eindrücke nicht hinausgehen: zu groß sind die Möglichkeiten, die Anwendungen und die weiteren Entwicklungen.

Angesichts der vielen Vorteile von Software-defined Radios (SDRs) ist es erstaunlich, wie klein derzeit noch die Auswahl ist, wie übersichtlich die Zahl ihrer Produzenten. Pieter Ibelings gehört zu jenen der ersten Stunde, seit er im Frühjahr 2006 mit seinem SDR-14 [1] den ersten Receiver dieser Geräteklasse herausbrachte, bezahlbar auch für den Hobbybereich. Im Herbst desselben Jahres setzte er den preiswerten SDR-IQ [2] obendrauf und schreibt nun mit dem SDR-IP [3] erneut Geschichte in einer weiterhin klein gebliebenen Welt, die bislang völlig zu Recht vom Perseus dominiert wird. Alle anderen Anbieter verharren seitdem in Schockstarre oder wenigstens kündigen, wie zum Abwehrzauber, schon mal etwas Volldigitales an. [4]

Der SDR-IP kann etwas, was dem Perseus erst ein Software-Update beibringen

Bild oben: Schwarze Schönheit mit zwei-zeiligem Display und Drehschaltern, die sogar – in Verbindung mit einem PC – die Grundbedienung des SDR-IP von der Hardware aus möglich machen.

soll. [5] Das „IP“ steht für „Internet Protocol“, und so kann die Bedienung eben auch über das Internet erfolgen. Zudem bieten zwei Köpfe und ein zweizeiliges Display auf der Frontplatte dieses eleganten kleinschwarzen Kästchens eine direkte Bedienmöglichkeit der wichtigsten Funktionen! Interessanter aber ist fraglos die Fernsteuerung des Receiver von einer Stadtwohnung aus oder vom Internet-fähigen Handy, während das Radio die Freuden störungsarmen Empfangs an großen Antennen des Wochenendhauses genießt. Daraus könnte ein kleines Freundschafts- oder sogar Geschäftsmodell werden.

Offen lässt hoffen

Pieter nimmt in punkto Offenheit eine Mittelstellung ein zwischen Phil Covington mit seinem gemeinfreien QSR-1 Projekt [6] – das vielleicht deshalb nicht so recht Fahrt aufnimmt – und dem weitgehend geschlos-



Auf der Rückseite fallen USB- und LAN-Anschluss sowie verschiedene BNC-Buchsen auf, über die auch ein Synchronisationssignal einzuspeisen ist.

senen System von Nico Palermos „Perseus“. [7] Pieters Unternehmen RF Space verkauft den Receiver, während die Software frei erhältlich und er auch offen gegenüber Software-Autoren ist. Über die Programmierschnittstelle (API) ist der Receiver komplett dokumentiert, sodass Software-Autoren vollen Zugriff auf alle Möglichkeiten des Receivers haben und ihre eigenen Programme schreiben können. Zum Testzeitpunkt gab es die Software von Moe Wheatley, der sein „SpectraVue“ [8] schon für den SDR-14 entwickelt hatte und deren Möglichkeiten zur Analyse und Dokumentation besonders gefallen können. Des Weiteren sind Pieter und Simon Brown eine Entwicklungspartnerschaft eingegangen. Simons Software „Ham Radio Deluxe“ [9], als „Schweizer Taschenmesser“ schon jetzt hoch gelobt nicht nur unter Funkamateuren, wird sicherlich schon bald eine maßgeschneiderte Fassung für alle Receiver von RF Space erhalten.

Doch nun zum neuesten, dem SDR-IP, der mit einem Einführungspreis von 2.999 US-\$ für das Basismodell (hier getestet) preislich die Spitze der noch für die Amateurrasse bezahlbaren Receiver herstellt, wo diese fast schon jene preiswerteren SDRs berühren, die explizit für den professionellen Einsatz entwickelt wurden – wobei wir hier vor allem an die MEDAV-Receiver [10] denken.

Gute Vorfilter, hohe Empfindlichkeit

Der SDR-IP ist ein volldigitaler Receiver, der den gesamten Empfangsbereich von 10 kHz bis 34 MHz ohne Mischer etc. digitalisiert und auch alle weiteren Bearbeitungen von den Filtern bis zur Demodulation ebenfalls digital vornimmt. Am Anfang steht also ein Analog-Digitalwandler, der die von der Antenne kommenden Signale digitalisiert. Am Ende wiederum steht ein

Digital-Analogwandler, damit menschliche Ohren die Ergebnisse über Kopfhörer oder Lautsprecher hören können. Man kann dieses nicht oft genug sagen, denn vor allem in der weiterhin konservativ geprägten Welt der großen Amateurfunkmagazine setzt sich diese Erkenntnis nur langsam durch – und von Begeisterung über die neuen Möglichkeiten dieser Technologie, die in ihren vielfältigen Anwendungen heute ja sogar multimedial vorgeführt werden könnten, keine Spur.

Die Wandlung von analog nach digital erfolgt mit einer Abtastrate von 80 MHz und einer Auflösung von 16 Bit. Genutzt wird ein FPGA, der XC3S500E von Xilinx. Seine Funktionen werden durch von außen zu spielbare Programme bestimmt, er ist also extrem flexibel für auch zukünftige Entwicklungen. Wir haben schon beim Perseus gesehen, wie uns diese Technologie mit immer wieder fundamentalen Verbesserungen erfreuen kann. Dem Wandler werden die von der Antenne (BNC-Buchse) kommenden Signale entweder direkt (Stellung: Bypass) angeboten, oder über zehn via Relais (Großsignalverhalten!) automatisch geschaltete Vorfilter mit folgenden Bandbreiten:

- ⇒ 100 kHz – 1,8 MHz
- ⇒ 1,8 MHz – 2,8 MHz
- ⇒ 2,8 MHz – 4,0 MHz
- ⇒ 4,0 MHz – 5,5 MHz
- ⇒ 5,5 MHz – 7,0 MHz
- ⇒ 7,0 MHz – 10 MHz
- ⇒ 10 MHz – 14 MHz
- ⇒ 14 MHz – 20 MHz
- ⇒ 20 MHz – 28 MHz
- ⇒ 28 MHz – 32 MHz

Das ist eine penibel und mit Blick auf die anspruchsvolle Signallage in Europa erstellte Konfiguration. Noch mehr: nutzt man die Filter, kann man vorher auch noch ein Dämpfungsglied in Schritten zu 0 dB, 10 dB, 20 dB und 30 dB schalten. Außerdem hält ein Tiefpassfilter mit einer Grenzfrequenz von 32 MHz „Spiegelfrequenzen“ zurück – die im Lande Digitalien „Aliases“ heißen.

Zu diesen Mehrdeutigkeiten kommt es, wenn das Frequenzband breiter ist als die Hälfte der Abtastfrequenz. Sie beträgt 80 MHz; die so genannte „Nyquist“-Frequenz liegt also bei 40 MHz. Um mit einem immer wieder auch durch Amateurfunk-Fachzeitschriften verbreiteten Irrtum aufzuräumen: Die Nyquist-Frequenz ist keine Grenzfrequenz, sondern es geht um das Frequenzband. Was heißt das in der Praxis? Bei 80 MHz Abtastrate kann man ein bis zu 40 MHz breites Frequenzband ohne Mehrdeutigkeit nutzen. Im Prinzip ist egal, ob das beispielsweise zwischen 0 kHz und 40 MHz

liegt, oder zwischen 110 und 150 MHz. Nur muss das Band durch ein Vorfilter auf eine Bandbreite von max. 40 MHz begrenzt werden. Man kann also – mit entsprechenden Vorfiltern und -verstärkern – den Direkt-Eingang auch des SDR-IP für weit bis über 300 MHz reichende Frequenzen nutzen. SDR-14-Nutzer sagt das nichts Neues, aber es gibt ja nicht viele von ihnen...

Verbunden mit dem PC oder dem Internet wird der SDR-IP über Ethernet. Einen Vorgeschmack kann man u.a. schon über den weltweit verteilt platzierten Receiver SDR-IQ über das von Simon Brown dirigierte Servernetz erhalten. [11] Die Architektur des Receivers ist offen für den Betrieb auf PC, dem MAC und in Linux. [12] Kennt der Receiver die Mittenfrequenz, die Einstellung für Preselector und Dämpfungsglied sowie die Ausgangs-Abtastrate, strömen die Daten geradeheraus via TCP/IP über die Ethernet-Schnittstelle.

Externe Transceiver und Empfänger können über eine RS232C-Buchse gesteuert werden. Dadurch wird der SDR-IP – etwa als mitlaufender Spektrum-Analysator – zu einem hochinteressanten Zubehör, das schon vorhandene Einrichtungen der Funkbude gehörig aufrüstet. Die Stromversorgung erfolgt über ein mitgeliefertes Netzteil mit 5 V Gleichspannung. Wer versehentlich ein 13,8-V-Netzteil anschließt, sollte das zwar nicht machen, aber das SDR-IP schützt sich davor selbst durch automatisches Abschalten.

GPS-Synchronisation bietet neue Möglichkeiten

Auf der Rückseite finden sich vier BNC Buchsen: Antennenanschluss, ZF-Ausgang (digital, 14 Bit @ 200 MHz), Anschluss für eine externe Synchronisierung des Oszillators z.B. via GPS und den Trigger-Input, mit dem mehrere SDR-IPs sich durch GPS synchronisieren lassen. Das klingt nur so lange rätselhaft, wie man sich darunter wenig vorstellen kann. Doch dazu zwei Bemerkun-

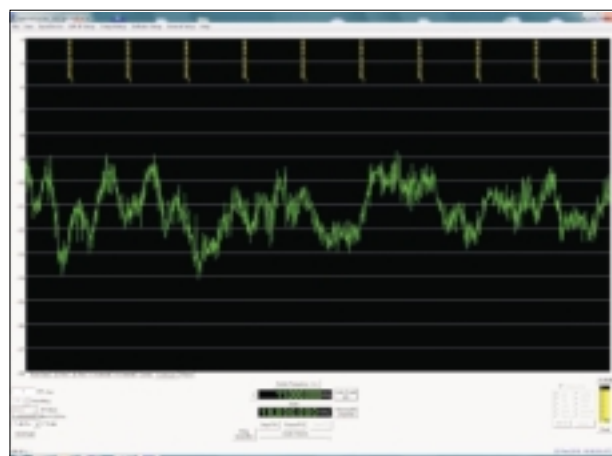


Ein auch für 220 Volt Netzspannung geeignetes Schaltteil wird mitgeliefert. Man beachte auch die große Drosselspule, die Störungen vom Empfänger fernhält.

gen: die Frequenzstabilisierung erlaubt die Vermessung von Sendern im Millihertz-Bereich sowie schon jetzt eine Frequenzauflösung von 0,024 Hz. Durch diese Kombination lassen sich selbst geringste Frequenzverwerfungen – etwa Dopplereffekte durch Reflexionen an sich bewegender Ionosphäre – präzise darstellen. RF Space zeigt das eindrucksvoll an einem Screenshot von WWV. [13]

Die Synchronisation mehrerer SDR-IPs bietet die Möglichkeit, sogar mit relativ einfachen Antennen Peilungen durchzuführen. Zudem könnten digitale Betriebsarten durch diese dank GPS ja auch weltweite Synchronisierung weitere Impulse für zuverlässige Verbindungen unter schwierigen Bedingungen und/oder mit geringen Sendeleistungen bzw. Behelfsantennen erfahren. Das Experimentier-Potenzial ist kaum zu überschätzen.

Doch was bietet der Receiver schon jetzt? Ich konnte das Gerät mit der Serien-



Hier werden die Summenpegel der gesamten aktiven Kurzwelle mit 18 MHz Bandbreite angezeigt. Die Schwankungen – Skalierung in Schritten zu 1 dB! – ist sehr gering, da sich Fading und Modulationsspitzen ausgleichen.

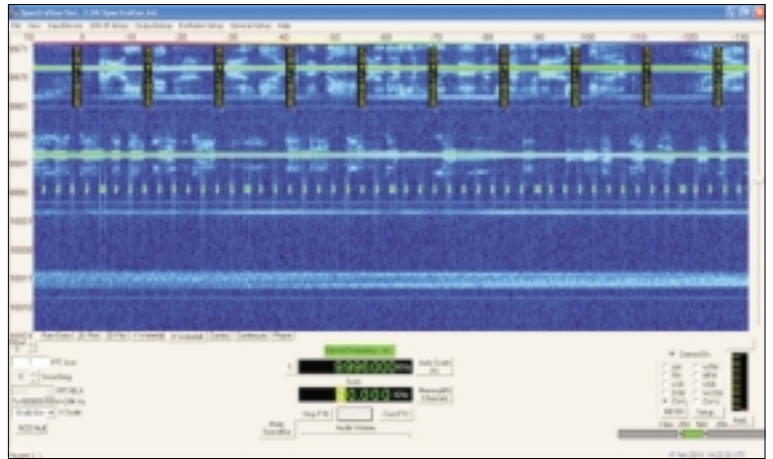
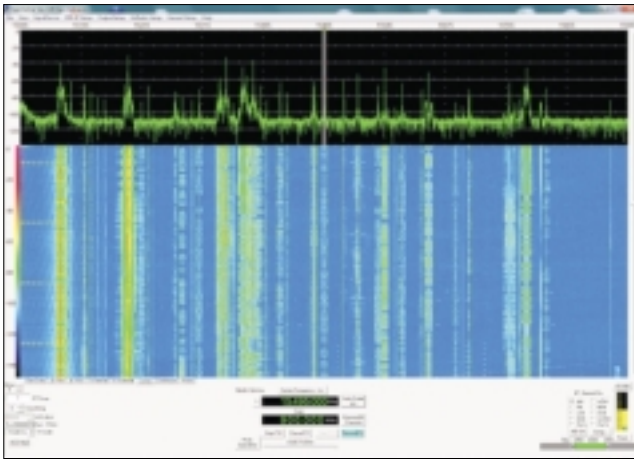


Bild links: Das Software-Gesicht des SDR-IP, wie man es im Spiegel von Spectra Vue sieht. Hier zeigen 900 kHz das 19-Meter-Band, wobei die kombinierte Darstellung von Wasserfall und Spektrum sehr hilfreich ist. **Bild rechts:** Die hohe Zeitaufösung des Wasserfall-Diagramms zeigt sich darin, dass die 100-Millisekunden-Zeitzeichen von RWM Moskau sehr gut getrennt werden.

nummer 00001 („Es gibt noch eines mit 00000“, sagte mir Pieter Ibelings...) gut 14 Tage ausprobieren. Optionen waren allerdings noch nicht eingebaut. Als Software stand bislang lediglich SpectraVue zur Verfügung, die den Receiver vor allem als Messgerät interpretiert, aber auch beispielsweise mit 20 Speicherplätzen aufwartet sowie der Möglichkeit, bis zu fünf verschiedene zeitgesteuerte Aufnahmen zu programmieren. Was den Komfort verfügbarer Software für den Funkamateurl, den DXer und den Programmhörer angeht, so wird sich auf der exzellenten Hardware-Basis des SDR-IP in Zukunft gewiss noch einiges tun. So gibt es schon jetzt die Möglichkeit, zumindest die mit dem SDR-IP aufgenommenen WAV-Dateien im Perseus mit seinen gegenüber SpectraVue erweiterten Möglichkeiten ablaufen zu lassen. [14]

Exzellente Hardware des SDR-IP? Das kann man wohl sagen. Er erweist sich als äußerst empfindlich – besser als der Perseus, was er vor allem über ca. 12 MHz bei entsprechend schwachen Sendern auch in einen besseren Empfang umsetzt. Dabei ist er extrem großsignalfest, mindestens auf

Augenhöhe mit dem Perseus. Der Oszillator ist gegenüber dem Perseus nochmals signifikant rauschärmer; ist die entsprechende Option bestückt, so spricht der Hersteller gar von „20 bis 30 dB“.

Vergleichstests – es wird schwieriger und einfacher zugleich

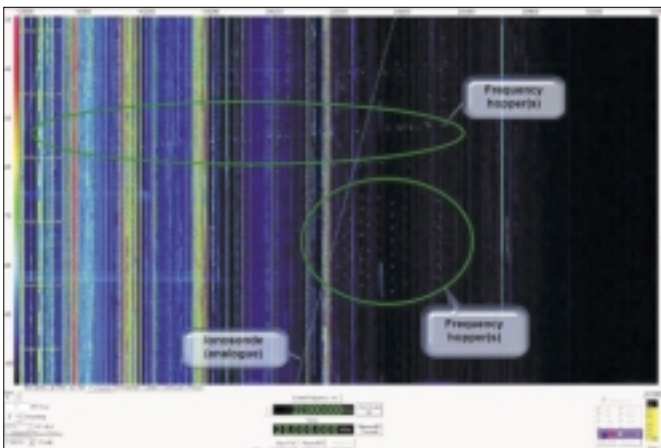
SDRs wenden sich ja nur an Leute, die einen PC und somit auch Internet haben. Daher liegt es nahe, bei einem zumal multimedialen Gegenstand, auch Vergleichstests im Internet anzubieten. Ich habe das in verschiedenen You-Tube-Videos [15] gemacht. Diese Videos enthalten zudem über 20 verschiedene Hörbeispiele aus dem DX-Alltag, bei denen ich den SDR-IP mit dem Perseus verglichen habe, so dass an dieser Stelle nichts mehr dazu zu sagen wäre, als: Man höre ganz einfach!

Dabei bin ich so vorgegangen, wie bei allen meinen Empfängertests in den letzten 40 Jahren: unterschiedliche Szenarien an jeweils der selben Antenne ausgesucht und beide Probanden miteinander verglichen. Das konnte ich bisher immer still für mich machen. Durch die Veröffentlichung im Internet wird dieser Vorgang öffentlich und nachvollziehbar. Schon deshalb wird das in Zukunft der Standard werden: Die Interessierten wollen ja wissen, wie es „wirklich“ ist. Doch was so simpel aussieht, wirft allerhand Fragen [16] auf, von denen ich hier einige skizzieren

möchte, da sie die zukünftigen Tester ebenso angehen dürften wie die Kaufinteressierten: Ein Test von SDRs bezieht sich notwendigerweise auf die Kombination von Hard- und Software. Wie verfährt man bei Geräten, die einander von der Hardware sehr ähnlich sind, aber mit unterschiedlich leistungsfähiger Software ausgeliefert werden? Da gibt es viele Möglichkeiten, unter anderem:

- ⇒ Man holt aus jeder Kombination das jeweils Beste heraus und vergleicht die Ergebnisse.
PRO: So macht es der zukünftige Besitzer schließlich auch.
CONTRA: Schon einen Monat später könnte eine bessere Software des Herstellers oder eines Drittanbieters kommen und die Wertung umkehren.
- ⇒ Man reduziert die Möglichkeiten der Software auf ihren kleinsten gemeinsamen Nenner.
PRO: Das schafft wenigstens Softwareseitig fast gleiche Startbedingungen.
CONTRA: Gegenüber dem Receiver mit der flexibleren Software ist dieser Vergleich dann grob ungerecht.
- ⇒ Man sucht die Szenarien entsprechend aus, so dass jede Kombination ihre Vorteile maximal ausspielen kann.
PRO: Ein gewissermaßen „intelligenter“ Vergleich.
CONTRA: Der Vergleich ist subjektiv (nicht immer ist „gut gemeint“ auch „gut“), und der Tester sollte einige Erfahrung haben. Eine Aneinanderreihung von solchen Vergleichen durch Leute, die diese Erfahrung nicht haben, hat freilich etwas Zufälliges.

Wie wertet der „Zuschauer“ einen solchen Vergleichstest? Meine Erfahrung zeigt, dass die meisten von ihnen durch jahrzehntelanges Hören mit schmalen Quarzfiltern sozialisiert sind und einen klaren, luftigen Sound für „dünn“ halten. Ein objektiv „besser“ wird hier also unisono als „schlechter“ empfunden. Diesen Zusammenhang muss man natürlich erläutern.



Je größer der Weitblick, desto mehr Signale sieht man. Als 'Hopper' wurden hier sämtliche 'Kurzzeitsendungen' bezeichnet.

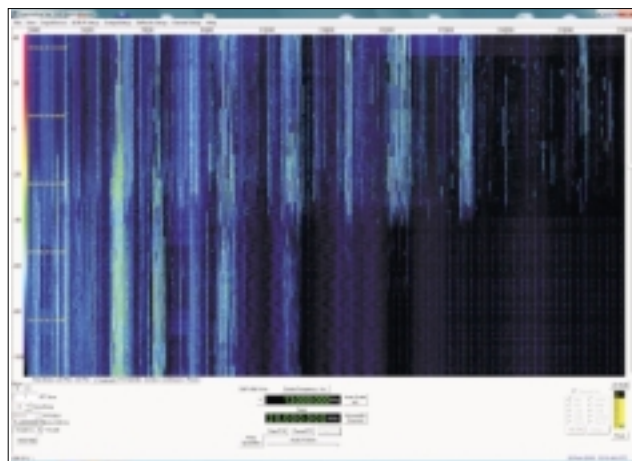
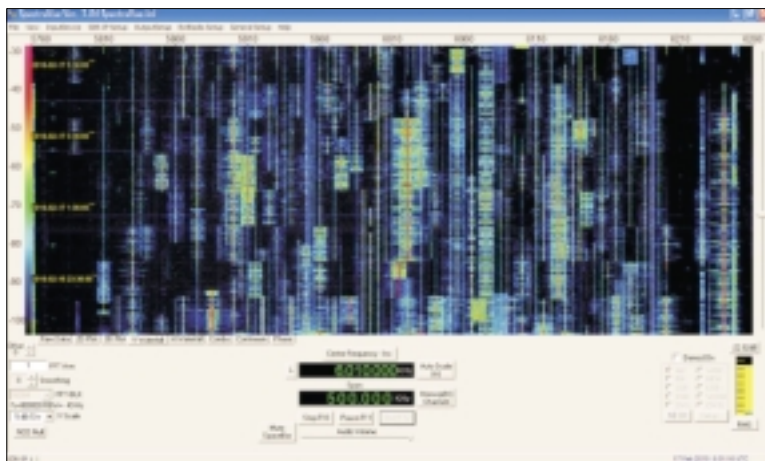


Bild links: Das Wasserfall-Diagramm mit Zeitstempel (links) bietet auch Langzeit-Darstellungen wie hier die des 49-m-Bandes von 20:30 bis 06:30 UTC. Dabei sind sofort Sendezeiten und Ausbreitungsbedingungen sowie viele weitere Faktoren wie z.B. der Modulationsgrad und der Signal-/Störabstand zu erkennen.

Bild rechts: Aus der Nacht (unten) kommen um den lokalen Sonnenaufgang herum (06:13 UTC am 26.2.) die Stationen auch auf den höheren Frequenzen herein. Und zwar fast schlagartig. Bemerkenswert ist auch der erhöhte Pegel bei diesem so genannten 'fade in'.

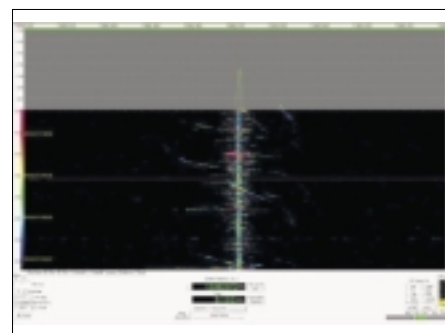
Also alles nur problematisch? Nein. Denn die früheren Datenfriedhöfe an Messergebnissen waren für den Laien noch schwieriger als Gesamtschau zu interpretieren. [17] Dennoch: Was so als verführerisch einfach zu konsumierender Vergleich daher kommt, sollte schon mit Erfahrung komponiert und erläutert und schließlich auch mit einigem Verstand rezipiert werden. Hier werden also Tester – die mit ihren Tabellen vielfach noch immer am Publikum vorbeischieben – wie Leser dazulernen haben, die sich weiterhin für Zusammenhänge interessieren müssen. Schon heute dürften über 80 Prozent der Funkamateure kaum in der Lage sein, auch nur die Bedienung ihres Transceivers einigermaßen komplett zu durchschauen und den Empfang in jeder Situation zu optimieren. Somit wird es schwieriger und zugleich einfacher.

Deshalb also besteht dieser Artikel hauptsächlich aus Hintergrundinformationen, generellen Aussagen sowie ein paar Screenshots, anhand derer ich spezielle Eigenschaften des SDR-IP zeigen möchte. Dazu gehört beispielsweise, dass die Summenspannung innerhalb einer beliebig großen Bandbreite gemessen und dargestellt werden kann. Sie beträgt beispielsweise bei mir auf den ersten 20 MHz der Kurzwelle durchaus -10 dBm. Auch lassen sich mit dieser „Continuum“ genannten Funktion zuverlässig Spitzen- und Durchschnittswerte bei SSB-Sendungen ermitteln.

Mit den hier gebotenen Informationen sollte eine deutlich bessere Einschätzung des Empfängers möglich sein als bei allen früheren Tests jedweder Art – wenn man eben hierzu noch die multimedialen Angebote im Internet hinzunimmt, die es einerseits jetzt schon gibt, die andererseits aber auch noch wachsen werden. Überhaupt: so-

gar die SDRs an sich sind ja noch dynamisch, wird doch ein Großteil ihrer Eigenschaften eben von der Firmware und der Software bestimmt. Auch das erfordert Umdenken. Es gibt in Zukunft nicht einfach einen Receiver (wie einen NDR-545), sondern eine Plattform mit im Prinzip großem Potenzial. Der Perseus hat diese Metamorphosen erstmals vorgelebt, sie werden uns in Zukunft begleiten.

P.S. Das Manuskript wurde am 23. Februar 2010 abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt gab es noch keine deutsche Vertretung, die aber intensiv gesucht wurde. Des Weiteren kann dieser Beitrag nur den Stand bis zum genannten Datum repräsentieren. Insbesondere die so wichtige Software-Situation dürfte sich beinahe wöchentlich verändern.



Die Frequenzauflösung von bis zu 0,024 Hz macht auch Doppler auf Kurzwelle direkt auf HF-Ebene sichtbar – wie hier Flugzeugreflexionen am Träger des Wetterfunksignals Pinneberg auf 13882 kHz.

Text & Abbildungen:
Nils Schiffhauer, DK8OK

Verweise

- ⇒ [1] <http://www.rfspace.com/RFSPACE/SDR-14.html> Erster Testbericht in Deutsch: <http://bit.ly/aSowk5>
- ⇒ [2] <http://www.rfspace.com/RFSPACE/SDR-IQ.html>
- ⇒ [3] <http://www.rfspace.com/RFSPACE/SDR-IP.html>
- ⇒ [4] Ja, Winradios „Excalibur“ wird uns voraussichtlich als nächstes beschäftigen: <http://www.winradio.com/home/g31ddc.htm>
- ⇒ [5] Für Weihnachten 2009 angekündigt, war es bis zum Abfassen dieses Artikels am 23. Februar 2010 noch nicht erhältlich. Doch bislang hat Nico immer mehr gehalten, als er versprochen hatte. Und so wird die neue Software-Version nicht nur Internet-fähig sein, sondern auch einen geradezu genialen Störaustaster enthalten, der Störgeplagte wieder hoffen lässt! (persönliche Mitteilung von Nico Palermo, 22.2.10)
- ⇒ [6] <http://www.philcovington.com/>
- ⇒ [7] <http://www.microtelecom.it/perseus/index.html>
- ⇒ [8] <http://www.moetronix.com/spectravue.htm>
- ⇒ [9] <http://www.ham-radio-deluxe.com/HRDv5/tabid/139/Default.aspx>
- ⇒ [10] http://www.medav.de/cct_tuner10.html
- ⇒ [11] <http://sdr-radio.com/>
- ⇒ [12] Derzeit ist Leif Asbrink, SM5BSZ, dabei, sein Linrad auch für den SDR-IP anzupassen: <http://www.sm5bsz.com/linuxdsp/linrad.htm>
- ⇒ [13] http://www.rfspace.com/RFSPACE/BLOG/Entries/2010/1/22_SpectraVue_now_offers_a_2097152_point_FFT.html Weitere Versuche – wie an CHU, 14.670 kHz – sehen ebenfalls erfolgversprechend aus (persönliche Mitteilung, Pieter Ibelings, 21.2.10).
- ⇒ [14] Zugang zu diesem Software-Tool über die SDR-IP-Gruppe bei Yahoo!.
- ⇒ [15] www.youtube.de Dort „DK8OK“ eingeben.
- ⇒ [16] Sie werden derzeit in den entsprechenden Yahoo-Gruppen (u.a. „Perseus“ und „SDR-IP“) intensiv diskutiert.
- ⇒ [17] Zumal selbst die ARRL anfangs über die spezifischen Anforderungen bei SDRs gestolpert ist.