

# PERSEUS – ein echtes SDR!

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Kimpfbeck, DO3MT (Praxistest)  
Dipl.-Ing. Jürgen Mothes, DL7UJM (Messungen)

Ein digitaler Kurzwellenempfänger, dessen A/D-Wandler schon fast an der Antenne angekoppelt ist, darf auch stolz die Bezeichnung Software Defined Radio tragen. Der PERSEUS setzt nicht nur Akzente durch seine guten Empfängereigenschaften, sondern basiert auch auf einer sehr modernen Realisierung mit einem FPGA-Chip.



PERSEUS-Software spielt eine 400 kHz breite Aufzeichnung des gesamten 40-m-Bandes ab

Nico Palermo, IV3NWV, hatte die clevere Idee, FPGA-Technologie als Ausgangsbasis für einen sehr leistungsfähigen digitalen Kurzwellenempfänger einzusetzen und diesen zu einem konkurrenzfähigen Preis für Funkamateure, SWLs und professionelle Monitoring-Stellen in seinem Unternehmen Microtelecom s.r.l. [1] herzustellen. Es gibt natürlich viele Empfänger, die als SDR bezeichnet werden, so z.B. die WinRADiOs. Viele dieser Radios haben jedoch ein oder zwei analoge ZF-Stufen, wobei die letzte meist um 12 kHz zentriert ist, damit sie von einer konventionellen Soundkarte mit 48 kHz abgetastet werden kann. Das beschränkt die Nutzbandbreite auf <24 kHz aufgrund des ersten Nyquistkriteriums. PERSEUS ist anders konstruiert und schafft so bis zu 400 kHz Echtzeitbandbreite, das heißt selbst die großen Bänder wie 80 m und 20 m empfängt PERSEUS auf einen Rutsch und stellt sie in einer Spektrumanzeige live dar.

Bild 1: Das anpassbare digitale Filter blockt ein störendes CW-Signal im 80-m-Band

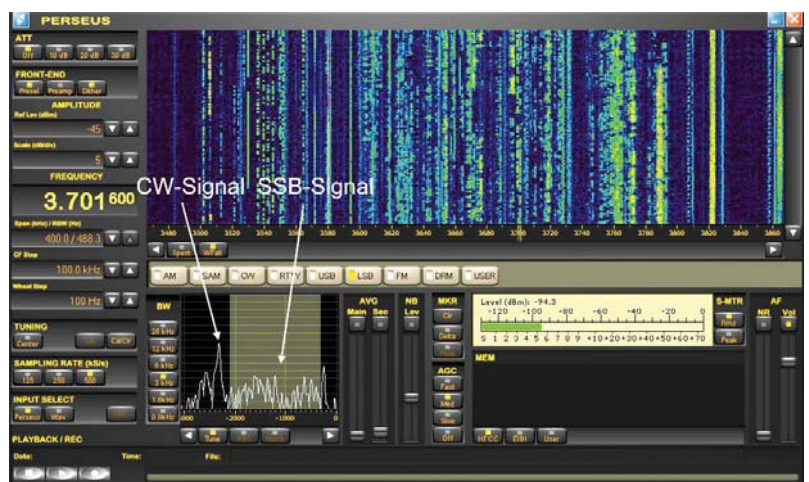
## PERSEUS-Technik

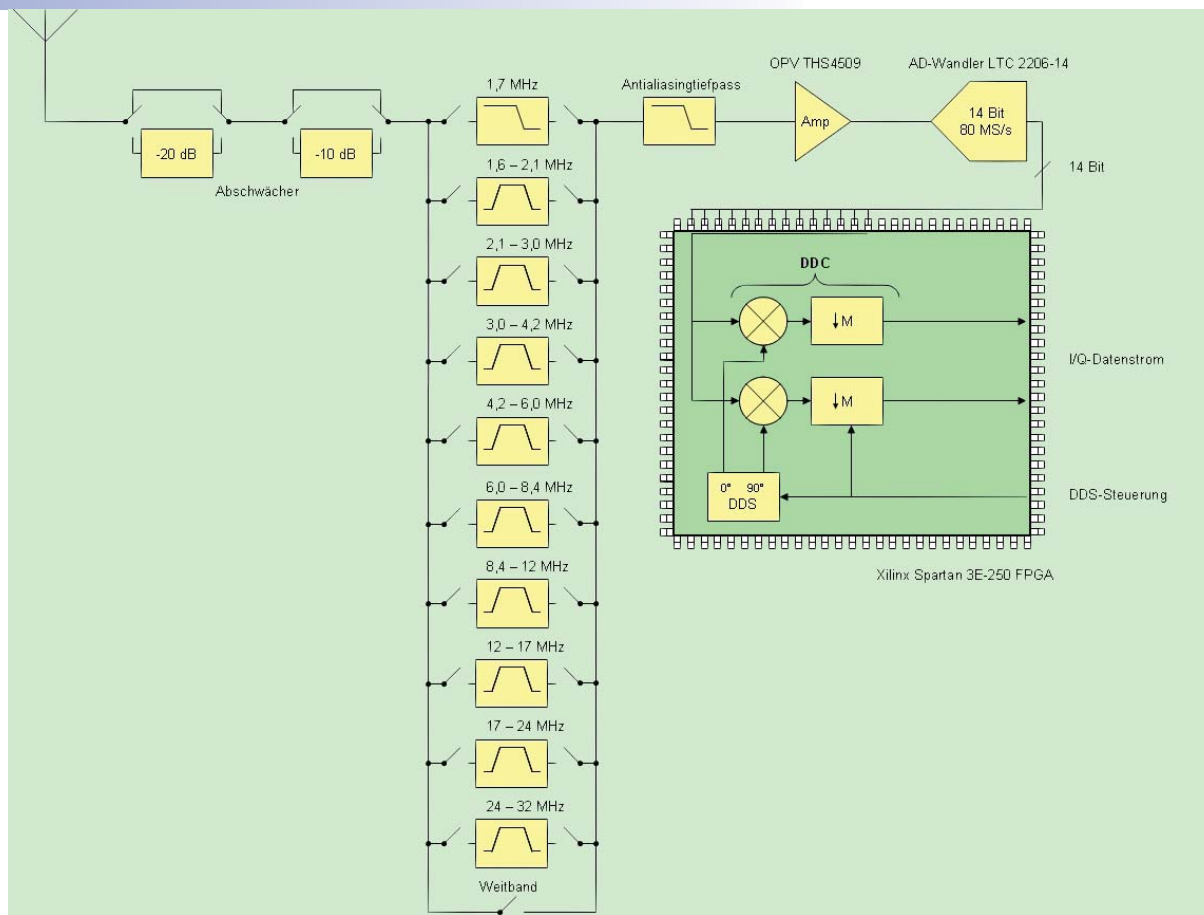
PERSEUS ist als Homodyn-Empfänger (engl.: Direct Conversion Receiver) ähnlich einem COLLINS 95S-1 aufgebaut, der ohne ZF auskommt (Bild 2). Das Empfangssignal durchläuft zuerst einen ESD-Schutz (nicht gezeigt) und zwei hintereinander geschaltete, ein-

schleifbare Abschwächer mit 10 und 20 dB sowie eines von zehn schaltbaren Bandfiltern zur Vorselektion (1 × 3-poliger Tiefpass, 9 × 6-polige Bandpässe), danach folgt ein Antialiasing-Tiefpass, der Signale ab 30 MHz vom nachfolgenden A/D-Wandler fernhält. Dazwischen liegt noch ein differentieller Verstärker von Texas Instruments, der laut Datenblatt ein Verstärkungsbandbreitensprodukt von 3 GHz aufweist und z.B. einen Dynamikbereich von 103 dB für SSB bietet.

Der A/D-Wandler LTC 2206-14 stammt aus dem Hause Linear Technologies und digitalisiert das analoge Signal mit 14 Bit bei 80 MS/s. Alleine dieser A/D-Wandler kostet bei mittleren Abnahmestückzahlen ca. 80 \$. Sogar ein Dither ist von der Software aus zuschaltbar. Dieser erlaubt dem A/D-Wandler laut Datenblatt z.B. bei einem 15-MHz-Signal eine SFDR-(Spurious Free Dynamic Range)-Erhöhung von 100 auf 107 dB. Ein weiterer Vorteil dieses A/D-Wandlers ist die parallele und damit schnelle Ausgabe des 14-Bit-Datenstroms, den auf diese Weise praktisch nur ein FPGA-Chip anwendungsspezifisch verarbeiten kann.

Der Spartan 3E 250 von Xilinx gehört zwar eher zu den Lowcost-FPGAs, kann aber dennoch leicht mit gängigen Signalverarbeitungsprozessoren mithalten, da er nahezu unbegrenzt parallel und in Echtzeit arbeitet. Der Hersteller Xilinx bietet bereits einen so genannten





**Bild 2:**  
Blockschaltbild  
des PERSEUS-  
Empfängers – wenig  
Analoges, dafür  
viel Digitales

DDC-Softcore an, sodass sich die Entwicklungszeit für den FPGA stark verkürzt. Der DDC (Direct Down Converter) umfasst laut Xilinx zwei digitale Mischer, die eigentlich nichts anderes als Multiplizierer sind; einen DDS (Direct Digital Synthesizer), der als eine Art digitaler VFO funktioniert und mit den Mixern verbunden ist. Dabei wird das Empfangssignal direkt und trägerlos auf 0 Hz gemischt. Über einen Cypress USB-Controller steuert die PERSEUS-Software den DDS in der Frequenz an. Zum DDS sei erwähnt, dass er zwei um 90° verschobene sinusförmige Signale liefert. So entstehen nach dem Mischvorgang ein Inphase- und ein Quadratur-Signal (kurz I/Q). Diese erlauben später bei der Demodulation nicht nur die Amplitude, sondern auch die Phase korrekt aus dem Signal zu entnehmen.

Nach dem Mischen folgt in zwei Signalzweigen je ein CIC-Filter zur Abtastratenreduktion um den Faktor M. Das CIC-Filter ist ein simples Register mit taktverzögerten Rückkopplungen auf andere Registerstellen. Dadurch werden bestimmte Abtastwerte verworfen und der Datenstrom auf das Nötigste reduziert. Die rohen I/Q-Daten übergibt der FPGA dem USB-Controller, der diese zur Endverarbeitung an den PC überträgt. Die PERSEUS-Software ge-

winnt erst aus diesen I/Q-Daten ein für uns verständliches SSB-, AM- oder FM-Signal. Die Hardware von PERSEUS ist also auf ein Minimum reduziert worden, sodass eine neue Modulationsart „nur“ ein Softwareupdate erfordern würde.

### Ergonomie des Gerätes

Am Empfänger selbst gibt es keinen Einschaltknopf oder ähnliches, sondern nur einige Status-LEDs. Die Blackbox besteht aus einem Aluminiumstrangpressprofil mit zwei gelben Gummimanschetten gegen das Verrutschen auf einer Abstellfläche. PERSEUS hat die Abmessungen (L × B × H) 164 mm × 102 mm × 33 mm – und ist damit sogar noch etwas kleiner als der Mitbewerber WiNRADiO. An der Gehäuserückseite befinden sich eine solide BNC-Antennenbuchse, ein 5-V-Hohlstiftanschluss und eine USB-Buchse für serielle Daten an den PC.

Der ganze Empfänger wiegt nur 318 g (Bild 3). Da FPGAs als sehr energiehungrig bekannt sind, ist Batteriebetrieb wenig attraktiv. Das mitgelieferte Schaltnetzteil ist für max. 1 A Speisestrom ausgelegt.

### Die Software

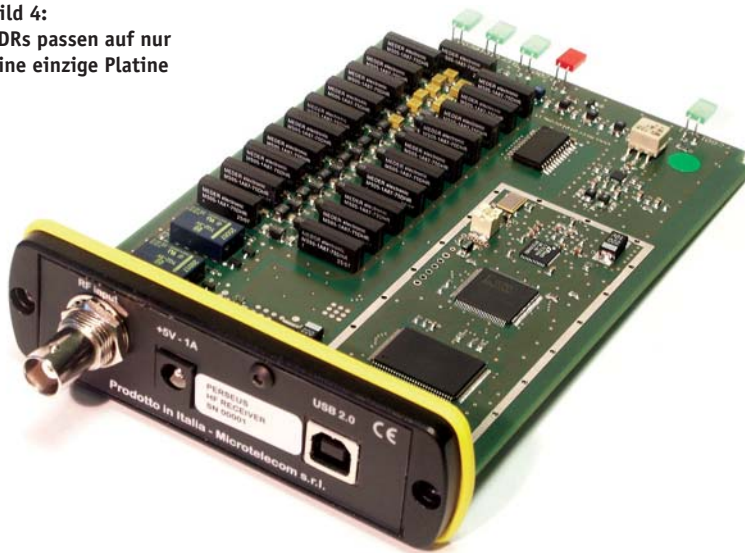
Für den Test habe ich ein Acer Notebook mit einem Intel Celeron 1,3 GHz

und 256 MB RAM verwendet. Nach einigen Experimenten mit Prozessor-Heurtertaktten und bei Batteriebetrieb lief die Software trotzdem weiterhin stabil, vorsorglich wurde noch in PERSEUS die auf dem USB-Anschluss eintreffende Samplezahl von 500 kS/s auf 250 kS/s halbiert. Etwas mehr Arbeitsspeicher ist sicher zu empfehlen, weil demnächst bei Auslieferung von PERSEUS noch eine Soundkartenemulation mitgeliefert werden soll, sodass beispielsweise DRM-, PSK31- oder SSTV-Programme parallel zu PERSEUS auf dem PC betrieben werden können. Alles, was der Perseus schon jetzt direkt auf den Windows-Mixer gibt, kann ohne Soundcard-Emulation decodiert

**Bild 3:**  
PERSEUS Blackbox  
mit Abstimmknopf  
von Griffin  
Technology



**Bild 4:**  
SDRs passen auf nur  
eine einzige Platine



werden. Man kann sogar verschiedene NF-Analyse- und Decoderprogramme gleichzeitig werkeln lassen. Dadurch wird es möglich, ein Signal mit zugleich hoher Frequenzauflösung im Millihertzbereich und hoher Auflösung auf der Zeitebene zu betrachten. Zum Testzeitpunkt lag noch kein deutsches Handbuch zu PERSEUS vor, aber

Nils Schiffhauer, DK8OK, hat bereits ein Ebook verfasst und stellt es auf [2] zum kostenlosen Download bereit. Der Händler SSB-Electronic GmbH ist sehr bemüht um seine PERSEUS-Kunden und stellt z.B. auf seiner Webseite ein FAQ bereit [3]. Ebenfalls noch nicht verfügbar war eine Autoinstallation, dennoch war nur ein

USB-Treiber zu installieren, denn die Perseus-Software und das mitgelieferte HF-Span Programm sind nur .exe-Dateien, die man direkt aus einem beliebigen Ordner starten kann.

Zusätzlich bietet Nico Palermo DLL-Dateien an, die das kostenlose Winrad unterstützen [4].

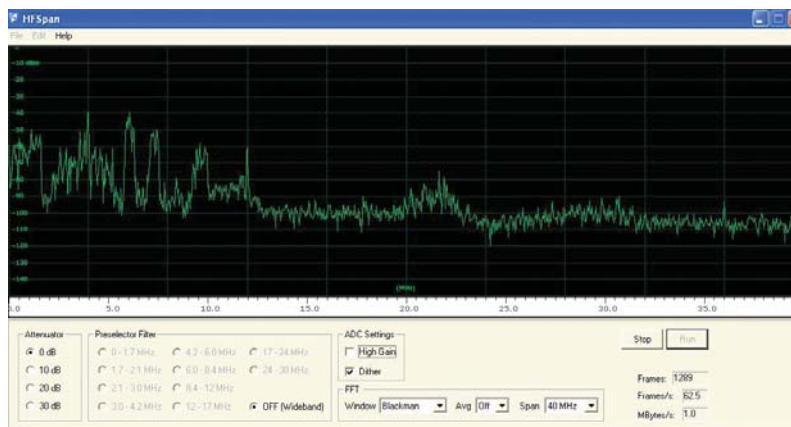
Die Softwareoberfläche von PERSEUS gliedert sich logisch und ohne versteckte Untermenüs in fünf Teilbereiche. Links befindet sich eine Einstellspalte und Anzeige für Dämpfungsglieder, Vorverstärker, Filterbank, Dither, Skalierung der Spektralanzeige, Frequenzanzeige, Auflösungsbandbreite, Abstimmschrittweite usw. Rechts oben liegt die große Spektralanzeige, wahlweise auch ein Wasserfalldiagramm, die in wählbaren Bandbreiten von 6,3/12,5/25/50/100/200/400 kHz das Geschehen auf den Frequenzen darstellt. Für die vollen 400 kHz Bandbreite müssen die 500 kS/s am USB funktionieren.

Bisher waren solche enormen Bandbreiten nur den kommerziellen Überwachungsempfängern vorbehalten. PERSEUS bietet darüber hinaus einen Rekorder an (siehe Bild 1), der diese komplette Bandbreite in der voreingestellten Demodulation aufzeichnet. Das Abspielen der so entstandenen WAV-I/Q-Datei geschieht ebenfalls über die PERSEUS- oder Winrad-Software und wird in der unteren Einstellleiste vorgenommen. Ein aufgezeichneter mitlaufender Zeitstempel rundet die Aufzeichnungsfunktion ab.

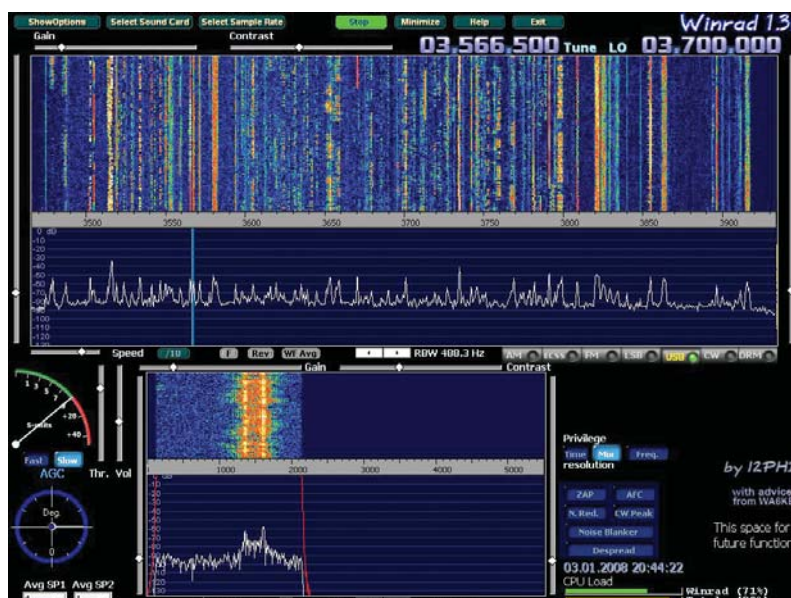
Ein herkömmlicher Musikplayer kann natürlich nicht zum Abspielen verwendet werden, weil ja ein ganzes Band simultan aufgezeichnet wird. Das bietet bisher unbekannte Möglichkeiten, z.B. nachts ein BC-Band aufzuzeichnen und es am nächsten Tag in Ruhe durchzuhören. Man sollte sich dann aber eine große Festplatte zulegen, denn die generierten 10-Minuten-Teilaufnahmen belegen je etwa 1,76 GB.

Als weiteres wichtiges Bedienfeld dient die Subspektralanzeige unten in der Mitte, die einen Ausschnitt aus der 400-kHz-Panorama-Spektralanzeige vergrößert. Das ist dringend nötig, denn selbst breite OFDM-Signale der DRM-Stationen erscheinen sehr schmal in der Panorama-Spektralanzeige. In dem Subfenster kann man die Filterbandbreite zwischen Grobwerten von 0,8–25 kHz einstellen und dann mit dem Mauszeiger noch feinjustieren. Die Notchfilter-

**Bild 5:**  
Gesamtspektral-  
suchlaufsoftware  
HFSpan scant  
0–40 MHz



**Bild 6:**  
Kostenlose  
Softwarealternative  
Winrad



funktion war zum Testzeitpunkt noch nicht in der Software verfügbar, aber schon durch eine Taste angedeutet. Als Modulationsarten bietet PERSEUS AM, SAM, CW, RTTY, USB, LSB, FM, DRM und eine User-Funktion, um I/Q-Daten an andere Programme, z.B. Virtual Audio Cable, zu liefern. In der jetzigen Software leitet die DRM-Taste das demodulierte NF-Signal auf die virtuelle Audioschnittstelle VAC (Option), die es zur Decodierung an eine DRM-Software wie DREAM (kostenlos) weitergibt. Ein umstandsloser Direktzugriff ist geplant.

Außerdem bietet PERSEUS einen regelbaren Noiseblanker, eine 3-stufige Software-AGC und eine regelbare Mittelungsfunktion, die das Zappeln der Spektralanzeige vor allem für Pegelmessungen etwas beruhigt. Neben der Subspektralanzeige befindet sich ein optisch recht schönes S-Meter, das sich auch in den Messungen als sehr genau herausstellte. Dazu gehören noch Markerfunktionen, die helfen, bis zu vier Signalpegel gleichzeitig in der Spektralanzeige zu messen und zu vergleichen.

## Empfänger in der Praxis

Die Filtereinstellungen und damit Ausblendmöglichkeiten haben im Test überzeugt. Durch einfaches Ziehen mit dem Mauszeiger können die Filterflanken unsymmetrisch und vollkommen variabel verschoben werden. Selbst ein überfülltes 80-m-Band am Neujahrstag machte mit PERSEUS Spaß. Die Trennschärfe war durch die digitalen Filter

ausgezeichnet. Leider fehlen in der Software die Möglichkeiten z.B. die Steilheit und die Filterordnung zu beeinflussen.

Die Empfindlichkeit steht guten Empfängern in nichts nach, laut Hersteller werden 0,39  $\mu\text{V}$  bei SSB garantiert. Der über alle Sendarten gemittelte blockingfreie Dynamikbereich mit 110 dB übertrifft z.B. WINRADiO G305e um 20 dB.

Auf den Frequenzen 1, 5, 10, 15, 20, 24 MHz konnte ich Eigenempfangsstellen feststellen, die der Hersteller Nico Palermo aber kennt – es sind Subharmonische der 80 MHz Abtastfrequenz. Die 24 MHz rührt von der USB-Interfacefrequenz her und ist mit  $-107$  dBm die stärkste hausgemachte Störung.

Die Frequenzeinstellung bei PERSEUS funktioniert wie bei anderen PC-Empfängern auch über das Mausrad oder Direkteingabe der Frequenz. Bewegt man z.B. den Mauszeiger auf eine Frequenzdezimalstelle, kann man mit dem Mausrad schnell mit der richtigen Schrittweite abstimmen. Ein Doppelklick auf die Frequenzanzeige öffnet ein Ziffernfeld zur manuellen Frequenzeingabe.

An dieser Stelle ein Lob an den Händler SSB-Elektronik, der zusätzlich einen externen Abstimmknopf für PERSEUS anbietet (Bild 3). Dieser Drehgeber mit der Bezeichnung GTW-1 mit USB-Anschluß ist eigentlich für Multimediaanwendungen im PC gedacht, kann jedoch auch die Scrollfunktion der Maus und somit die Frequenzeinstellung von PERSEUS übernehmen. Nicht nur für Umsteiger von klassischen Empfängern auf SDRs ist dieses analoge Drehgefühl sehr zu empfehlen. Als Alternativen könnte auch der 3DConnexion SPACE-NAVIGATOR dienen, eine 3D-Maus oder der Contour Design ShuttlePRO 2 Multimedia Controller, ebenfalls mit Drehgeber und zusätzlichen Tasten. Beide sind bei Amazon erhältlich.

Letzendlich hat sich die Frequenzeinstellung vom Gehör zur Sichteinstellung bei SDRs gewandelt. Für BC-DXer ist es einfach wie nie zuvor, mit PERSEUS einen schwachen Träger in der Spektralanzeige auszumachen, also gezielt nach dem DX-Erlebnis zu schauen und weniger beim Drüberdrehen zu hören.

Stark einfallende Sender wie Radio France auf 3965 kHz oder Radio Budapest auf 3975 kHz konnten PERSEUS nicht übersteuern, was dieser mit einer

## Messergebnisse PERSEUS

Seriennummer: 00052

Software: Beta 0.31

Messungen, wenn nicht anders angegeben, bei 14,1 MHz, Dither OFF, Preamp. OFF, Preselector OFF, ATT 0 dB, AGC medium

### E1 Rauschmaß

15 dB (Preamp. ON), 16 dB Preamp. OFF

### E2 angezeigtes Grundrauschen

gemessen mit in CW mit 500 Hz Bandbreite bei 850 kHz, 1,9 MHz, 3,6 MHz, 5 MHz, 7 MHz, 10 MHz, 15 MHz, 20 MHz, 27 MHz:

Presel., Preamp., Dither OFF, CW, 500 Hz  $-131$  dBm  
mit Presel.  $-130$  dBm  
mit Preamp.  $-132$  dBm  
mit Dither  $-128$  dBm

bei 40 kHz:

Presel., Preamp., Dither OFF, CW, 500 Hz  $-126$  dBm  
mit Presel.  $-126$  dBm  
mit Preamp.  $-128$  dBm  
mit Dither  $-125$  dBm

bei 14,1 MHz (Presel., Preamp., Dither OFF):

AM, 9 kHz  $-119$  dBm  
RTTY, 500 Hz  $-131$  dBm  
LSB, 1,6 kHz  $-127$  dBm  
USB, 1,6 kHz  $-127$  dBm  
FM, 3 kHz  $-123$  dBm

### E4 max. Eingangspegel

$-3,6$  dBm (ADC Clipping Level)

### E5 S-Meter Kennlinie

sehr exakt, max. Abweichung Signalpegel/Anzeige 0,1 dB!

### E6a Intermodulation zweiter Ordnung

Empfangsfrequenz 14,3 MHz (Signalfrequenzen 7,1 und 7,2 MHz, Preamp., Presel., Dither OFF, CW, 500 Hz)

IMD2 = 69,8 dB (mit Presel. 73,9 dB)

Empfangsfrequenz 18,1 MHz (Signalfrequenzen 11,9 und 6,2 MHz)

IMD2 = 68,7 dB (mit Presel. 97,9 dB)

### E6b Intermodulation dritter Ordnung

Empfangsfrequenz 14,0/14,3 MHz mit Frequenzabstand Störträger 100 kHz (Preamp., Presel., Dither OFF, CW, 500 Hz)

IP3 = 28 dBm/33,8 dBm

Empfangsfrequenz 14,050/14,2 MHz mit Frequenzabstand Störträger 50 kHz (Bedingungen wie oben)

IP3 = 28 dBm/32,1 dBm

### E7 blockingfreier Dynamikbereich

120 dB, gemessen bei 7 MHz

### E8 Selektivität

	Bandbreiten		
Filter	3 dB	6 dB	60 dB
9 kHz	8,4 kHz	8,9 kHz	12,18 kHz
4 kHz	3,55 kHz	4,05 kHz	5,6 kHz
2 kHz	1,82 kHz	2 kHz	2,8 kHz
1 kHz	900 Hz	980 Hz	1,4 kHz
500 Hz	447 Hz	487 Hz	699 Hz
200 Hz	183 Hz	199 Hz	300 Hz

### E10 Eigenempfangsstellen

5 MHz ( $-126$  dBm)

16 MHz ( $-122$  dBm)

24 MHz ( $-109$  dBm)

### E11 NF-Frequenzgang

sehr linear, max. 1 dB Welligkeit

### E13 Stromaufnahme

1 A bei 5 V (Steckernetzteil im Lieferumfang)

### Hinweis zum NF-Signal

Die Eigenschaften des NF-Signales hängen maßgeblich von den Parametern der Soundkarte des PC ab. Deshalb wurde auf die Messungen des Klirrfaktors und der NF-Ausgangsleistung verzichtet. Der Perseus stellt ein NF-Signal bereit, das stark von der AGC beeinflusst wird.

Bereits bei einem Eingangssignal von 10 dB über dem Grundrauschen wird der max. NF-Pegel erreicht. Die Signalverzögerungszeit zwischen Anlegen des Eingangssignals und Erscheinen des NF-Signals beträgt ca. 360 ms (eventl. kritisch beim QSK-Betrieb).

### Fangbereich des AM-Synchrondemodulators (SAM)

Innerhalb der gewählten Filterbandbreite (HF-Signal  $-90$  dBm, 30 % Modulationsgrad, 1 kHz NF)

## Web- und Literaturhinweise

- [1] [www.microtelecom.it](http://www.microtelecom.it)
- [2] [www.ssb.de/amateur/pdf/Perseus\\_SDR\\_1107.pdf](http://www.ssb.de/amateur/pdf/Perseus_SDR_1107.pdf)
- [3] [www.ssb.de/amateur/products/perseus/faq\\_d.shtml](http://www.ssb.de/amateur/products/perseus/faq_d.shtml)
- [4] [www.weaksignals.com](http://www.weaksignals.com)
- [5] [www.hfcc.org/data/index.html](http://www.hfcc.org/data/index.html)
- [6] [www.eibi.de.vu](http://www.eibi.de.vu)
- [7] C. Seidenberg: „SDR der nächsten Generation: der PERSEUS von Nico Palermo“, FA 12/07, S 1286 ff.
- [8] G. Youngblood, AC50G: „A Software Defined Radio for the Masses“, QEX, September/October 2002 [www.ece.jhu.edu/~cooper/SWRadio/Yblood1.pdf](http://www.ece.jhu.edu/~cooper/SWRadio/Yblood1.pdf)  
[www.ece.jhu.edu/~cooper/SWRadio/Yblood2.pdf](http://www.ece.jhu.edu/~cooper/SWRadio/Yblood2.pdf)  
[www.ece.jhu.edu/~cooper/SWRadio/Yblood3.pdf](http://www.ece.jhu.edu/~cooper/SWRadio/Yblood3.pdf)  
[www.ece.jhu.edu/~cooper/SWRadio/Yblood4.pdf](http://www.ece.jhu.edu/~cooper/SWRadio/Yblood4.pdf)
- [9] [www.perseus-sdr.blogspot.com](http://www.perseus-sdr.blogspot.com)

## Glossar

**FPGA:** (Field Programmable Gate Array) ist ein Chip mit einer variabel verschaltbaren Matrix, der aus zigtausend Basiszellen bestehen, die jeweils eine kleine Boolesche Wahrheitstabelle implementieren und FlipFlops, Multiplexer etc. enthalten. Ein FPGA wird durch eine Art von Hardwarebeschreibungssprache wie z.B. VHDL oder Verilog „programmiert“. Er umfasst im Gegensatz zu einem Mikroprozessor kein festes Rechenwerk oder Register, sondern wird anwendungsspezifisch – oft in kleinen Stückzahlen – als komplexe Digitalschaltung programmiert. Ein FPGA kann z.B. zehn parallele Multiplizierer, eine simultan funktionierende FFT beinhalten und in voreingestellter Wortbreite verarbeiten (z.B. die 14 Bit des A/D-Wandlers).

**DDC:** Ein digitales Verfahren um ein HF-Signal direkt auf 0 Hz herunterzumischen. Ein Signal wird dabei mit einem Sinus multipliziert, ein Signalkopie mit einem Kosinus. Daraus ergibt sich ein so genanntes komplexes Signal, das in zwei Bestandteilen, nämlich Inphase (a) und Quadratur (b) angegeben wird. Die zwei Bestandteile beschreiben einen Zeiger in einer zweidimensionalen Ebene. Die Länge des Zeigers beinhaltet die ursprüngliche Signalamplitude, der Winkel des Zeigers zur I-Achse die Momentanphase ( $\varphi$ ). Zur Demodulation eines AM-Signals berechnet man die Amplitude des Zeigers Wurzel aus  $a^2 + b^2$ , ein FM-Signal aus der Phase =  $\arctan(a/b)$ . Bei einem SSB-Signal wird in der PERSEUS-Software eine FFT mit 8192 Bins durchgeführt. Das ist im Prinzip eine Bank von ganz schmalen Bandpässen, die die spektrale Energie eines Signals auf sammeln und wiedergeben. So kann das jeweilige Seitenband in eine Frequenzdarstellung überführt und demoduliert werden.

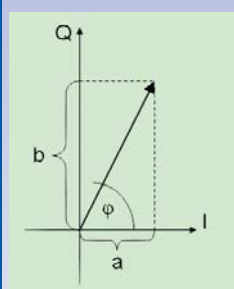


Bild 7:  
Darstellung eines  
I/Q-Signals

**Aliasing:** Alle Signalanteile, die die halbe Abtastfrequenz bei A/D-Wandlung überschreiten, „spiegeln“ sich nach der Abtastung im Nutzband wieder und stören dort. Deshalb ist es bei PERSEUS wichtig, dass er einen guten analogen Tiefpass um 30 MHz besitzt.

**Nyquistkriterium:** Besagt, dass ein Signal mit  $f_{\max}$  nur dann nach einer Abtastung wieder ideal rekonstruiert werden kann, wenn es mit mindestens  $2f_{\max}$  abgetastet wurde (siehe auch Aliasing).

CLIP-LED an der Gehäusefront anzeigen würde. Zudem helfen die Dämpfungsglieder bis  $-30$  dB, das S-Meter rechnet übrigens die eingestellte Dämpfung vorab heraus. Die Synchrondetektoreinstellung SAM erlaubt AM-Empfang bei nur grober Einstellung der Trägerfrequenz, also eine Art AFC, bei der es genügt, nur ein Seitenband innerhalb der Filterbandbreite zu haben. PERSEUS synchronisiert sich dabei auch auf kaum sichtbare Träger und bietet dadurch optimalen Signal-Rauschabstand. Schaltet man noch die AGC auf Slow, steht dem Hörer nichts mehr entgegen.

Gerade für BC-Hörer ist die HFCC-Senderanzeige in PERSEUS sehr angenehm. Man muss nicht mehr extra in Senderlisten nachprüfen, welche Station gerade auf der QRG sendet, sondern man bekommt es fertig samt Sendezeiten in PERSEUS angezeigt. Die HFCC-Liste kann man unter [5] aus dem Internet aktualisieren. Darüber hinaus bietet PERSEUS noch den EiBi-Kurzwellen-Hörfahrplan als Alternative [6]. In der Praxis legt die quasi-offizielle HFCC-Liste den Schwerpunkt auf die Rundfunkversorgung in Europa. Die privat erstellte EiBi-Liste von Eike Bierwirth ist bedeutend umfangreicher, aktueller und ist daher für den BCL die erste

Wahl. Es gibt noch eine Taste User neben HFCC und EiBi, die später wohl für selbst erstellte Speicherfrequenzen dient. Zum Testzeitpunkt bestand jedoch noch keine Möglichkeit, Frequenzen und Einstellungen schnell abzuspeichern. Außerdem stehen auf meiner Wunschliste Suchlauffunktionen, Filtereinstellungen, eine Rauschsperrung für FM und eine Rauschreduktion (schon geplant). Nach den Herstellerangaben sind Folgeupdates kostenlos, sodass man nur etwas Geduld mitbringen muss.

## Diverses

Zur PERSEUS-Software wird noch HFSpan mitausgeliefert (Bild 5). Das ist eine Gesamtspektralsuchlaufsoftware, die (derzeit auf 0–40 MHz begrenzt) verschiedene Bandabschnitte schnell durchscant und wie ein Spektrumanalysator darstellt. Das erlaubt die Messung von Antennen, Funkwettervorhersagen und Bestimmen aktueller Bandbelegungen, um nur einige Beispiele zu nennen.

Neben der PERSEUS-Software kann der Empfänger auch von dem kostenlosen Tool Winrad bedient werden (Bild 6). Seit kurzem liegt Winrad in der Version 1.30 vor und die Programmierer Jeffrey, WA6KBL, und Alberto, I2PHD, offerieren auch schon die PERSEUS DLL-Dateien auf ihrer Homepage [4]. Die Winrad-Software,

da hat OM Clemens Seidenberg mit seinem lesenswerten Bericht im Funkamateur [7] recht, ist etwas verwirrend, bietet aber einige Funktionen, die bei PERSEUS noch nicht ausprogrammiert sind.

## Anmerkungen

Zur Sound-Karte: Da der PERSEUS ein I/Q-Signal an den PC liefert, hängt die grundlegende Empfangsqualität nicht von der Sound-Karte des PC ab – im Unterschied zu fast allen anderen Transceiver- und Receiver-Konzepten, die mit einer Ausgangsfrequenz zwischen 12 und 96 kHz arbeiten.

Zum IP3: Der „IP3“ ist bei SDRs nicht sinnvoll und führt insbesondere beim Vergleich mit analogen Konzepten zu falschen Schlussfolgerungen. Bei A/D-Wandlern folgen IM-Produkte nicht den definierten Gesetzmäßigkeiten z.B. quadratischen oder kubischen Anstiegs. Aus analoger Sicht tritt damit eine scheinbar paradoxe Wirkung auf: Beim SDR können Intermodulationssignale mit steigendem Pegel nicht nur schwächer werden, sondern auch gänzlich im Rauschen versinken. Die Angabe des intermodulationsfreien Dynamikbereiches dritter Ordnung hingegen ist ein realistischer Vergleichswert nicht nur innerhalb der SDR-Welt, sondern auch im Verhältnis zu Analoggeräten.

## Fazit

Die kleine PERSEUS-Box hat es wirklich in sich. Die Empfängerdaten stimmen und der Preis von ca. 825 € ist spätestens dann gerechtfertigt, wenn alle Updates getan sind und z.B. DRM-Empfang funktioniert. Da Nico Palermo allein neben der Hardware auch die Software erstellt, ist etwas Zeitverzögerung durchaus verständlich. Hoffentlich werden bald weitere Software Defined Radios à la PERSEUS auf den Markt kommen. Wer mehr zu SDRs lesen möchte, kann sich die Grundlagenartikel von Gerald Youngblood, K5SDR, von [8] herunterladen, das Ebook von Nils Schiffhauer lesen oder den PERSEUS-Blog von Guy Atkins [9], der sagt: „Glaube nicht, dass Empfänger wie PERSEUS Spielzeuge sind, bloß weil sie so klein sind und wenige Bauteile haben“.

Abschließend ein herzliches Dankeschön an Stefan Brockmann, DE5EBS, von SSB-Elektronik für die gute Zusammenarbeit und Leihstellung von PERSEUS.

Seriennummer des Geräts: 00052