

# Willkommen: CIAO Radio H101 – ein softwaredefinierter Empfänger

CLEMENS SEIDENBERG

*Eine Pizza für unterwegs gibt es schon fast an jeder Ecke. Jetzt kommt, ebenfalls aus Italien, ein neues Mitglied der schnell wachsenden Familie der softwaredefinierten Radios (SDR) für den Bereich bis 30 MHz, das besonders für den mobilen Einsatz geeignet ist.*

Der sympathische Kleine ermöglicht bei gutem Preis-Leistungs-Verhältnis einen günstigen Einstieg in die zukunftsweisende Empfängertechnologie. Das nur 11 cm × 13 cm × 3,5 cm große Kästchen trägt keine der sonst üblichen Buchstaben-Nummern-Salate als Bezeichnung, sondern hört auf den liebenswerten Namen CIAO Radio (eigentlich: *Computer Interface Audio Out Radio*). Trotz des etwas hausbacken wirkenden Äußeren mit hervorstehenden BNC-Buchsen – hier hätte man sich etwas mehr italienischen Chic gewünscht – finden sich einige erfrischende Details in der Konzeption des SDR-Empfängers [1].



CIAO-Radio von außen

Die Innenansicht lässt einen hohen Integrationsgrad erkennen.

Die meisten Software-Radios benötigen zur Stromversorgung und der Kommunikation mit dem PC mehrere Kabel. Beim CIAO dient der USB-Anschluss als einzige gemeinsame Nabelschnur. Über ihn erhält es seine Steuerbefehle vom Computer und liefert – nach der im Gerät erfolgten Analog-Digital-Umsetzung – die ZF zur weiteren Filterung und Demodulation wieder beim Rechner ab. Auch der Strom kommt aus der USB-Schnittstelle; diese sollte nach der Papierform bei 5 V einen maximalen Strombedarf von 500 mA decken. Mit nur einer Verbindung zwischen Laptop und Radio ist man im Gegensatz zum sonst üblichen Kabelsalat wirklich deutlich mobiler. Als passendes Zubehör ist eine faltbare aktive Loop-Antenne lieferbar.

Erfreulicherweise gibt es noch weitere Kontaktmöglichkeiten: So lässt sich eine externe Stromquelle anschließen, eine Audioquelle kann nach innen, die Oszillatorfrequenz nach außen geführt werden. Es

existieren, durchaus nicht häufig, zwei per Software umschaltbare Antenneneingänge.

## Prinzipielles

Unter die Motorhaube geschaut zeigt sich prinzipiell ein – und jetzt bitte alle Theorie-Allergiker mal kurz die Luft anhalten – Direktmischempfänger mit Quadratur- oder Komplex-Mischer. Als lokaler Oszillator dient ein DDS-Baustein. Eine Bauweise, die in der gesamten Empfängertechnik einschließlich GSM oder RFID immer mehr an Bedeutung gewinnt [2], [3] und auch bei FA-Bausatzprojekten bereits Einzug hielt [4]. Zu ihren Vorteilen gehört der Wegfall



der aufwändigen ZF-Stufen mitsamt ihren schwer integrierbaren Filterbausteinen. Zumindest in der Theorie verspricht die direkte Umsetzung der HF in das Basisband sogar eine vollständige Eliminierung der Spiegelfrequenzen. Die komplexwertige Signalverarbeitung bedarf jedoch immer zwei getrennter Signalwege (I und Q, entsprechend dem Imaginär- und Realteil

einer komplexen Zahl), die in der rauen Wirklichkeit im Gegensatz zur Theorie nicht ideal symmetrisch sind [4], [5].

Es resultieren Phasen- und Amplitudendifferenzen mit Reduzierung der Spiegelfrequenzunterdrückung. Nach der erfolgten Direktumsetzung lässt sich die Digitalisierung des I- und Q-Signals bei den niedrigen Frequenzen im Audibereich relativ einfach und preiswert gestalten. Bis eine direkte Digitalisierung der HF allgemein verfügbar wird, stellen I/Q-Mischer ein geeignetes HF-Frontend für ein SDR dar.

Im CIAO Radio überlässt man die Analog-Digital-Umsetzung nicht der fraglichen Qualität der PC-Soundkarte mit ihren unwägbaren Differenzen zwischen den beiden Stereokanälen, sondern digitalisiert im Gerät selbst. Der eingesetzte 16-Bit-Umsetzer (entsprechend 96 dB) arbeitet mit einer Abtastfrequenz von 48 kHz und überträgt dann die Datenhäppchen mittels USB (Vers. 2.0) in den Rechner.

Dort erfolgt die digitale Signalverarbeitung mit Filterung und Demodulation. Streng genommen beginnt erst hier das eigentliche softwaredefinierte Radio. Per Software lassen sich sogar größere Differenzen zwischen den Signalwegen korrigieren. Das CIAO Radio interpretiert das Konzept „Software-Radio“ (dieser Preisklasse) somit absolut auf der Höhe der Zeit.

## Software

Kernstück und Schnittstelle zum menschlichen Bediener ist die Programmoberfläche des Software-Radios – beim CIAO Radio teutonisch aufgeräumt, fast iPod-ähnlich monochrom nüchtern. Das voll skalierbare Programmfenster wird vom in der Auflösung nicht weiter veränderbaren Echtzeit-Spektrogramm beherrscht. Es bietet einen 48 kHz breiten Live-Einblick in den gewählten Bandbereich; ausreichend, um fast die Hälfte des (herkömmlichen) 40-m-Bands darzustellen.

Dank Quadratur-Mischer ist das doppelt so breit wie bei den früheren, die Soundkarte nutzenden Software-Radios üblich. Durch einen Mausklick lässt sich auf das gewünschte Signal abstimmen. Ein kleineres Fenster veranschaulicht die jeweilige Durchlasscharakteristik des benutzten Filters, die sich – wirklich praktisch – mit wenigen Fingerbewegungen den aktuellen Bedingungen anpassen lässt. Ruckzuck ist so auch ein Notchfilter mit der Maus „gebastelt“. Beim Überblick über ein Band und seine Belegung kann man die unterschiedlichen Modulationsarten bereits „sehen“ und die Filter adaptieren. Eine Scan-Funktion sucht man noch vergeblich.

Sehr bescheiden sind die Möglichkeiten zur Frequenzverwaltung. Die Speicherung einer Frequenz mit der Betriebsart ist nur

über ein Dateimenü möglich. Dort ist jeweils eine neue Datei anzulegen und ihr ein Name mit entsprechendem Wiedererkennungswert zu verleihen – wirklich sehr umständlich. Auch ist im Programmfenster keine Anzeige des vergebenen Sendernamens vorgesehen. Hier ist und wird sicher noch eine Verbesserung für künftige Versionen zu erwarten sein; zumal ja sonst die Frequenzverwaltung zu den Domänen der PC-Radios zählt.

Offensichtlich lag das aktuelle Augenmerk der Entwickler erst mal auf der Optimierung der Empfangsfunktionen der Software. Die üblichen Demodulatoren sind schon fest „eingebaut“. Ihr Klang erlaubt es, mit dem CIAO Radio die einzelnen Signale nicht nur gut zu sehen, sondern auch angenehm zu hören. Der Modus Synchrones AM vermag selbst digitalverwöhnte Ohren wieder mit fossilen analogen Modulationsarten zu versöhnen. CIAO Radio benutzt zur Audioausgabe – respektive der abschließenden Analog-Umsetzung – die im PC vorhandene Soundkarte. Zum Betrieb weiterer Software wie DRM-Demodulator, Spektrum-

kHz breite Spektrum auf der Festplatte als \*.wav-Datei aufzuzeichnen, um es später beliebig oft mit verschiedenen Einstellungen zu analysieren oder zu demodulieren. Im Hinterkopf sollte man allerdings behalten, dass die Anforderungen an die Rechnerleistung nicht trivial sind, besonders wenn weitere Programme gleichzeitig laufen.

Das Handbuch nennt – erfreulich ehrlich – eine CPU mit einer Schlagzahl von 2 GHz und 512 MB RAM als Hardwarevoraussetzung zum DRM-Empfang mit dem DReaM-Decoder. Bei einem 3,8-GHz-Testsystem mit aktuellem Dualcore-Prozessor waren beide Kerne so mit 30 % ausgelastet. Alternative Betriebssysteme werden nicht unterstützt.

### ■ Hören und Messen

Bei einer Frequenzauflösung von 1 Hz reicht der nominal einstellbare Empfangsbereich von 0 Hz bis 30 MHz. Die Frequenzabweichung beträgt durchgehend etwa  $\pm 5$  ppm. Im VLF-Bereich häufen sich dann, bei nachlassender Spiegelfrequenzunterdrückung, die Geisterstationen jedoch



Programmoberfläche mit Darstellung verschiedener Modulationsarten

Fotos und Screenshots: Autor

Analysator oder Decoder für digitale Betriebsarten, die ebenfalls Anspruch auf die Soundkarte erheben, empfiehlt der Hersteller das etablierte Programm Virtual-Cable [6]. Es stellt eine Verbindung zwischen der Ausgabe der CIAO Radio-Software und der Eingabeseite des weiterverarbeitenden Programms her. Richtig konfiguriert ist die Ausgabe des CIAO-Programms einfach zwischen Soundkarte (hörbar) und Weiterleitung mittels Virtual-Cable (stumm) umschaltbar.

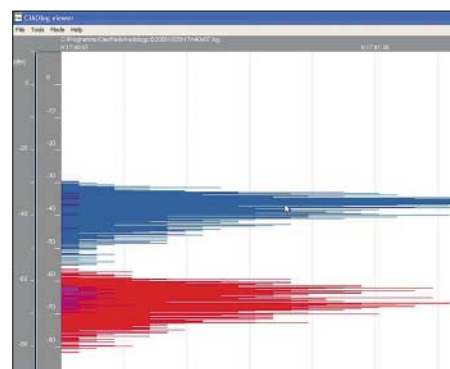
Mit dem Open-Source DRM-Decoder DReaM [7] funktioniert das problemlos. Der Versuch, andere Programme, z. B. Spectrum Lab, auf diese Weise zur Mitarbeit zu bewegen, führte jedoch zu reproduzierbaren Systemabstürzen. Der Trend geht also zur Zweit-Soundkarte.

Neben den reinen Empfängerfunktionen bietet das Software-Geräte-Gespann weitere darüber hinausweisende Experimentier- und Analyseeinrichtungen: interessant ist etwa die Möglichkeit, das gesamte 48

deutlich. Bei richtiger Filteranpassung ist der Zeitzeichensender DCF auf 77,5 kHz trotzdem noch problemlos darstellbar.

Eine Achillesferse der Software-Radios kann die Automatische Verstärkungsregelung (AGC) sein. Nachdem sich klassische HF- und ZF-Baugruppen rar machen, fehlen auch die dort einstmals angesiedelten Schaltungen, die eine hardwareseitige Verstärkungsregelung gewährleisten. Beim CIAO Radio sorgen allerdings auf HF-Ebene eine mitlaufende Vorselektion sowie ein schaltbarer Abschwächer für lineare Arbeitsbedingungen in der weiteren Signalverarbeitung.

Nach der Digitalisierung ist die Verstärkung der *Audio-IF* in drei Stufen wählbar. Die *AGC* greift schließlich kaum latenzbehaftet erst nach der Demodulation ein und steuert die Stärke des Audiosignals. Ein roter Balken im Filterfenster zeigt ihr Verhalten. Der Empfänger verfügt jedoch auch schon über eine ausgezeichnete Linearität. Selbst schwierige Empfangssituationen mit



Statistische Auswertung der Signalstärke zweier Antennen

einem dichten Nebeneinander von starken und schwachen, schmal- und breitbandigen Signalen wie in den Utility-Bändern lassen sich so meistern.

Selbst zum Messen ist das Gerät mit seiner hohen Dynamik von 90 dB ohne Einschränkungen einzusetzen, etwa zum Vergleich zweier Antennen. Die Signalstärke der per Software umschaltbaren Antennen lässt sich aufzeichnen und über das mitgelieferte Zusatzprogramm *CIAOLog* auswerten. Eine statistische Darstellung macht die Leistungen der Antennen direkt vergleichbar. Verfälschende Einflüsse durch Schwund bei wechselnden Ausbreitungsbedingungen nivellieren sich in der Histogramm-Darstellung – prima.

Ach ja, DRM: Weitaus die meisten der im DRM-Sendeplan aufgeführten Sender lassen sich auf KW oder MW bei hoher Bitrate aussetzerfrei, teils mit einem SNR von 30 dB, vernehmen. Allerdings kommt es im komplexen Zusammenspiel zwischen CIAO Radio, Signalweiterleitung via Virtual Cable und dem DRM-Decoder DReaM zu merklichen Laufzeiten, die sich in leichten Halleffekten bemerkbar machen. Trotzdem ist selbst klassische Musik in Stereo mit guter Klangqualität zu genießen.

Das CIAO Radio ist mit 399 € [8] zwar teurer als eine Pizza, aber deutlich langlebiger, und es sorgt für anhaltenden Genuss.

cusei@gmx.net

### Literatur und URLs

- [1] Re, C., IIRFQ und Steila, O., IK1XPV: CIAO Radio H101, [www.comsistel.com/Ciao\\_Radio.htm](http://www.comsistel.com/Ciao_Radio.htm)
- [2] Buhe, G., DL9GF: Grundlagen der Quadratursignalverarbeitung. [www.darc.de/distrikte/z/vus/Vortrag/Vortrag\\_2\\_Web/Darmstadt2003\\_03.pdf](http://www.darc.de/distrikte/z/vus/Vortrag/Vortrag_2_Web/Darmstadt2003_03.pdf)
- [3] Meyer, M., HB9BGV: SDR-1000 (1). FUNKAMATEUR 53 (2004) H. 5, S. 454–457
- [4] Raban, C., DM2CQL: I/Q-Minimalsystem für 80/40 m. FUNKAMATEUR 55 (2006) H. 9, S. 1040 f.
- [5] Seidenberg, C.: Das Quadratursignal. FUNKAMATEUR 54 (2005) H. 4, S. 345
- [6] Download der Software Virtual Audio Cable: <http://spider.nrcde.ru/music/software/eng/vac.html#download>
- [7] Der Open-Source DRM-Decoder DReaM: <http://drm.sourceforge.net/>
- [8] WiMo Antennen und Elektronik GmbH: [www.wimo.de/frameset\\_p\\_d.html](http://www.wimo.de/frameset_p_d.html)