

WELCOME TO

NORD > < LINK

.ORG

Verein zur Förderung der digitalen
Betriebsarten im Amateurfunk
<http://www.nordlink.org>

Was ist „Software Defined Radio“?

DK5HH

Prof. Dr.-Ing. Michael Hartje
Neustadtswall 30
28199 Bremen

Tel.: 0421 5905 / 3444
Email: dk5hh@darc.de

Stand: 22.10.14

Was ist „Software Defined Radio“?

Der Begriff kommt aus dem englischen und wird in deutscher Sprache englisch ausgesprochen als „Sofftwähr diefeind raidio“. Der gesamte Ausdruck wird gerne als SDR abgekürzt.

Heute verfügbare, sehr universelle hoch integrierte Hardwarebausteine werden nicht mehr mit dem LötKolben geändert sondern durch eine Parametrierung. Diese Parametrierung erfolgt mittels eines Rechners und eines passenden Programms. So entsteht aus einer Parametrierung der universellen Hardware per Programm eine gewünschte Funktion - zum Beispiel ein Sender oder ein Empfänger. Gleichzeitig wurden nicht nur die unterstützenden Bedienfunktionen erweitert, sondern insbesondere auch der Signalweg (Sprache, Bild, Text, Daten) zunehmend im „digitalen Bereich“ „verarbeitet“. Die Behandlung der Signale im „digitalen Bereich“ ist kennzeichnend für diese Gattung Funkgeräte.

Wie kam es zu dieser Entwicklung?

In den vergangenen Jahrzehnten wurde die Integration von Transistorfunktionen in „integrierte Schaltungen“ ständig gesteigert. Die wachsende Integration von Hardware in hoch integrierter Schaltungen hat eine Vielzahl sehr universell verwendbarer schneller und energieeffizienter Hardware Bausteine verfügbar gemacht. Darunter fallen Mikrocontroller aber auch Analog-Digital-Umsetzer und „Frei programmierbare Logikbausteine“ (FPGA). Auch die Hersteller von Funkgeräten haben diese Entwicklung aufgegriffen und nutzen heute vermehrt diese Bausteine, um die Funkgeräte entweder preiswerter oder aber mit mehr Funktionen auszurüsten. Die Verwendung bei Funkgeräten moderner Bauart ist häufig von außen nicht mehr zu erkennen. Fachsprachlich wird dies als „eingebettete Systeme“ (engl. embedded system) bezeichnet: Außen ein als Funkgerät erkennbares Stück Hardware, innen aber nicht mehr aus vielen Einzelteilen mit Transistoren, Widerständen, Kondensatoren und Spulen zusammengelötet, sondern nur noch wenig einzelne Bauelemente, und viele hochintegrierte Bausteine, die einen großen Anteil des Signalweges durch das Funkgerät vollständig digital verarbeiten.

Welche Vorteile hat SDR gegenüber konventionellen Funkgeräten?

Die wesentlich einfachere Technik und die sehr preiswerten hochintegrierten Bauelemente machen die Herstellung heute preiswerter als die Herstellung konventioneller Funkgeräte mit bedrahteten einzelnen Bauelementen. – Chinesische Anbieter nutzen dies z.B. bei Produkten wie dem Baofeng UV5R – einem sehr preiswerten FM-Funkgerät für 2 m und 70 cm.

In den vergangenen Jahren sind vor / hinter dem Transceiver in vielen ham shacks die Anzahl von Zusatzgeräten für die digitale Übertragungsverfahren stark angewachsen. Häufig erfordern diese auch einen Stationsrechner. Die SDR-Technik kann nun dazu genutzt werden, diese Zusatzgeräte für digitale Übertragungsverfahren vollständig zu integrieren - damit können die Zusatzgeräte zukünftig auch wieder verschwinden. Gerade bei der digitalen Sprachübertragung wird das deutlich: zunächst Zusatzgeräte, dann mehr und mehr integrierte „neue“ Funkgeräte mit diesen Funktionen (sofern da ein Markt erwartet werden darf).

Der Selbstbau dieser SDR-Geräte ist einfacher denn je, wie viele Bauprojekte zeigen: Pappradio, FiFi-SDR, Harzburger, Lima-SDR – um nur einige wenige einfache Geräte zu nennen, die preiswert erworben und zusammengebaut werden können, ohne eine vollständige Messausrüstung für HF zur Verfügung zu haben. Das erreichte Ergebnis ist dann häufig überraschend gut und braucht den Vergleich mit teurer Stationshardware nicht zu fürchten.

Warum ist der Selbstbau anscheinend so einfach möglich? Das Amateurfunk-Jugendcamp Fichtenfeldday hat es gezeigt.

- Wenig hoch integrierte Bausteine – leider häufig im SMD-Anschlussformat
- Komplexe Funktionen werden in die Bausteine integriert und dort per einmaliger Parametrierung dauerhaft gelöst, die Parametrierung ist änderbar
- Parametrierung der fertigen Hardware erfolgt per USB-Anschluss und einem beliebigen Rechner (Windows, MacOS, Linux)
- Die scheinbar fehlenden Bedienelemente müssen kein Nachteil sein. Die Nutzung und Steuerung der Gerätefunktionen ist per Handy oder Tablett mittels Bluetooth oder per USB-Anschluss möglich. – Die somit auch drahtlos angeschlossenen Lautsprecher und die Bedienelemente für den Betrieb (Bildschirmdarstellungen) werden in diesen „externen“ Teilen des „Funkgerätes“ genutzt.

Selbstverständlich kann Bedienung und Lautsprecher auch mittels einer Bildschirmdarstellung mit einem eigens dafür hergerichteten System erfolgen. Dann auch gerne im Funkgerät integriert. Einfache Touchdisplays mit einem steuernden System dazu sind preiswert zu realisieren – preiswerte Handy's der letzten Jahre zeigen wie preiswert und funktionell das geht. Die Weiterentwicklung des Lima-SDR durch den OV U02 gibt ein gutes Beispiel dafür.

Welche Produkte gibt es als SDR-Geräte?

Heute ist fast jedes neue Funkgerät mit einem zunehmenden Teil schon ein SDR-System. Manche brauchen noch einen einfachen Rechner für die Bedienung oder erledigen Teile der Verarbeitung in dem externen Rechner. Insbesondere die weitere Signalverarbeitung wird in programmierbaren Rechnern vorgenommen. Die Programme nutzen dann das Betriebssystem des Rechners für die Darstellung und grafische Bedienelemente.

Die Signalverarbeitung kann z.B. auch die automatische Dekodierung beinhalten und erlaubt damit die Teilnahme am Reverse-Beacon-Network – ein Netzwerk, in dem automatisch erhaltenen Empfangsberichte aus CW und digitalen Modulationsarten dargestellt werden.

Für den reinen **Empfang** gibt es sehr einfache Systeme, die eigentlich für den DVB-T-Fernsehempfang und DAB-Rundfunk hergestellt wurden. Der USB-Stick mit einem Realtek RTL2832-Chipsatz eignet sich aus als Empfänger für den Bereich von 60 MHz bis 1700 MHz teilweise sogar bis 2200 MHz. Das hängt von dem Tuner-Baustein ab. Diese USB-Stick sind derzeit für etwa 10 € zu erhalten.

Leider hat der RTL2832 mit 8-Bit-A-D-Umsetzung nur einen kleinen Dynamikumfang. (Viele Webseiten beschreiben die Inbetriebnahme auch für den Amateurfunk)

Etwas bessere Dynamik mit 16 Bit weist der FunCube-Dongle auf. Der verwendbare Frequenzbereich ist ähnlich von 60 MHz bis 1700 MHz, neuere Versionen reichen auch hinunter bis auf einige 100 kHz.

Für den Sendebetrieb gibt es wiederum einige Amateurfunkprodukte, die als klassische Amateurgeräte vertrieben werden. Diese kommen zumeist nicht von den etablierten japanischen Geräteherstellern. Neben Flexradio, Perseus, Winradio, sowie Elecraft ist auch HPSDR besonders erwähnenswert. HPSDR ist eine von Funkamateuren getriebene Entwicklung.

Eine besondere Erwähnung muss natürlich auch WebSDR.org erfahren – der breitbandige HF-RX der Uni Twente von PA3WFM. In diesem Netzwerk sind viele weitere Empfänger angeschlossen, die über diese Webseite erreicht werden können und u.a. die Möglichkeit bieten, die eigenen HF-Signale abzuhören. Eingebundene Empfänger in mehreren deutschen Ballungszentren erlauben auch das Abhören von VHF- und UHF-Frequenzbereichen.

Die kleine Aufzählung zeigt, dass es nur lückenhaft sein kann, eine auch nur halbwegs vollständige Liste in diesem sich schnell entwickelnden Gebiet anzugeben.

Vollständige SDR-TRX-Geräte werden heute auch direkt als solche beworben. Bei den embedded Systems ist das Innenleben recht gut versteckt – man merkt nicht, dass es ein SDR-System ist.

Erwähnenswert ist aus dem Bereich der umfangreichen **Software für SDR** ist sicherlich: Es gibt Programme für die Amateurfunknutzung angepasst, die zumeist die SDR-Hardware gut unterstützen. Dazu gehören PowerSDR, HDSDR, SDR Console und WinRad sowie SDR# sowie spezielle für Android und iOS entwickelte Software. Der Betrieb von SDR-Sender und – Empfänger ist damit recht einfach möglich, da Anzeige und Bedienelemente auf dem grafischen Bildschirm des Stationsrechners dargestellt werden.

Ein Klassiker für die Weiterentwicklung von digitalen Übertragungsverfahren ist GnuRadio. Hier kann man die Funktionsblöcke grafisch aufrufen, platzieren, verbinden und parametrieren. Der entstandene Sender oder Empfänger kann mit verschiedener Hardware kombiniert zum Ablauf gebracht werden. – Ein sehr umfassendes Werkzeug für Experimente. Beispiele aus dem Amateurfunk finden sich dazu seit vielen Jahren.

Abschließend sei auch erwähnt, dass mittels eines RTL-USB-Stick mit einem Raspberry Pi z.B. der Empfang und die Auswertung von Wettersensoren möglich ist, ohne dafür die vorgesehene zentrale Wetterstation zu verwenden. Der Raspberry Pi ist sogar per Programm als Sender zu parametrieren. Programme für spezielle Anwendungsfälle erlauben verschiedene Modulationsarten mit einigen mW. Ein Experiment damit ist relativ einfach möglich. Verwendet man das Sendeprogramm mit der Modulationsart für WSPR so kann man auf Kurzwelle mit einigen Metern (vielleicht sogar resonantem) Draht bereits mehrere Tausend km überbrücken. (WSPRnet.org)

Wo finde ich weitere Informationen?

Die Lieblingssuchmaschinen weisen für SDR im Amateurfunk gute Seiten aus. Wir suchen dazu nach „ham sdr“ und finden auch beim DARC (in deutscher Sprache) gute Folienvorträge zum Thema.

Wie fange ich an? Eine Frage des dafür zur Verfügung stehenden Budget an Zeit und Geld. Die Experimente sind jedoch leicht gemacht auch ohne die konventionellen Funktechniken.