

## Professionelle SDRs: Der R3240 von IZT

*Nur selten erhält der Kurzwellenhörer oder Funkamateurl Zugang zu professionellen Receivern nach dem aktuellen „Stand der Technik“. Nils Schiffhauer, DK8OK, freute sich daher, dass er den R3240 von IZT nicht nur an dessen Standort in Erlangen ausprobieren konnte, sondern ausführlich auch an seinen heimischen Antennen.*

Nur bei einer Frage wirkt Stefan Heindl etwas verlegen, bei der des Preises, der für den Kurzwellenempfänger der Serie IZT R3000 [1] zu entrichten wäre: „Ohne Optionen startet der ab etwa 15.000 Euro. Aber eigentlich sind alle unsere Receiver maßgefertigt.“ Und zwar für anspruchsvollste Kunden aus der Wirtschaft, den Behörden und dem Militär. Obere Preisorientierung bietet der IZT R3301 [2], ein nicht einmal großer Kasten, der lückenlos von 0 bis 3GHz empfängt, ein bis zu 24 MHz breites Band aufzeichnet und sich unter anderem über einen Touchscreen steuern lässt. Der kostet dann rund 65.000 Euro – ohne Mehrwertsteuer, versteht sich. Und die Kunden stört das nicht. Im Gegenteil: Sie sind froh, wenn sie gerade noch von der Existenz dieser Ausgründung des Fraunhofer-Institutes erfahren, bevor ihre Bestellung bei Rohde & Schwarz rechtsverbindlich wird!

IZT – das steht für „Innovationszentrum für Telekommunikationstechnik“, der Sitz ist im weitläufigen Erlangen [3]. Dort hatte ich unter der fachkundigen Anleitung von Stefan Heindl und seinem Kollegen Holger Schlegel, mir sowohl den großen IZT

**Bild oben:** Der Receiver ist in einem flachen 19"-Gehäuse untergebracht. Auf der Vorderseite befinden sich Schalter, serielle Service-Schnittstelle und die IP-Adresse.

R3301 ausführlich anzuschauen, als mich auch in jene Geheimnisse einweihen zu lassen, wie das Vorkommando eines Staatsbesuchs einen Raum wanzenfrei bekommt.

### Was kommt bei SDRs – Profi-Receiver geben Antwort

Mich interessiert bei meinem Besuch hauptsächlich eine Frage: „Welches Potenzial steckt noch in der Technologie software-definierter Empfänger, den SDRs?“ Seit RF Space vor rund fünf Jahren mit seinem SDR-14 [4] das erste SDR für den Hobby-

hörer herausbrachte, hat sich ja einiges in der Szene getan, wenngleich sich weder ein Standard herausgebildet hat, der es etwa erlaubte, die selbe Hardware mit unterschiedlicher Software zu nutzen oder, umgekehrt, mit der selben Software unterschiedliche Hardware anzusteuern, noch die prinzipiellen Möglichkeiten von SDRs auch nur annähernd ausgeschöpft wurden. In diesem Zusammenhang sei an die Möglichkeit virtuell drehbarer Antennen gedacht, die mit zwei via GPS kohärent gekoppelten Empfängern möglich ist. Oder denken wir an eine Fernbedienung via Internet, die immer noch in ziemlich kleinen Kinderschuhen steckt, so dass diese Technik derzeit vor allem mit umständlichen Workarounds wie Teamviewer [5] erste Schritte macht.

Professionelle Technik ist in jeder Hinsicht weiter. Und dass die Zeit, die vergeht, bis diese auch den Hobbypreisen zugänglichen Markt erreicht, immer kürzer wird, macht Hoffnung. Ehe die Riege der analogen Collins-, Telefunken- und Rohde & Schwarz-Empfänger diesen Markt erreichte, vergingen ja oft zwei, drei Jahrzehnte: So notiert der 1987 vorgestellte Telefunken E1800 satte 24 Jahre später bei Helmut Singer/Aachen heute immer noch bei 4105 Euro. [6] Wie die SDRs in einem Vierteljahrhundert aussehen werden, mag man gar nicht prophezeien, nachdem schon die Nachricht vom Tod der Kurzwelle – erst durch Satelliten, dann durch das Internet – reichlich verfrüht kam. Hört man sich jedoch in der Industrie um, so weist in den nächsten zwei Jahren die Entwicklung der Profireceiver folgende Tendenzen auf:



Die Rückseite wird beherrscht von zwei Gittern der gut hörbaren Lüfter sowie Anschlüssen für LAN, Versorgungsspannung, Antennen und Weiteres.

- ⇒ Dynamikbereich um 140 dB (heute: 100 - 120 dB) bei gleichzeitig hoher Grenzempfindlichkeit
- ⇒ direkte Digitalisierung ab der Antenne bis in den GHz-Bereich hinein (heute zumeist nur bis 30 MHz)
- ⇒ Darstell- und Aufzeichnungsbandbreite von mehreren 100 MHz
- ⇒ beliebig viele Demodulatoren gleichzeitig
- ⇒ intelligente Zusammenschaltung von zwei Receivern und mehr, unter anderem, um Richtantennen softwareseitig zu simulieren
- ⇒ automatische Klassifizierung und damit auch qualitative Analyse von Sendern in Echtzeit

Alle Punkte sind heute schon für sich realisiert oder befinden sich in Reichweite, es steht „nur“ noch die Integration in ein einziges Gerät aus. Wenn es dieses gibt, dürfte selbst ein heute so außergewöhnlicher Receiver wie der IZT R3240, mit dem ich dankenswerterweise gut 14 Tage durch den eigenen Antennenpark joggen konnte, preismäßig auch für den Hobbyhörer in Reichweite gelangen. Im Hier und Heute jedoch bietet er eine faszinierende Aussicht auf das Morgen.

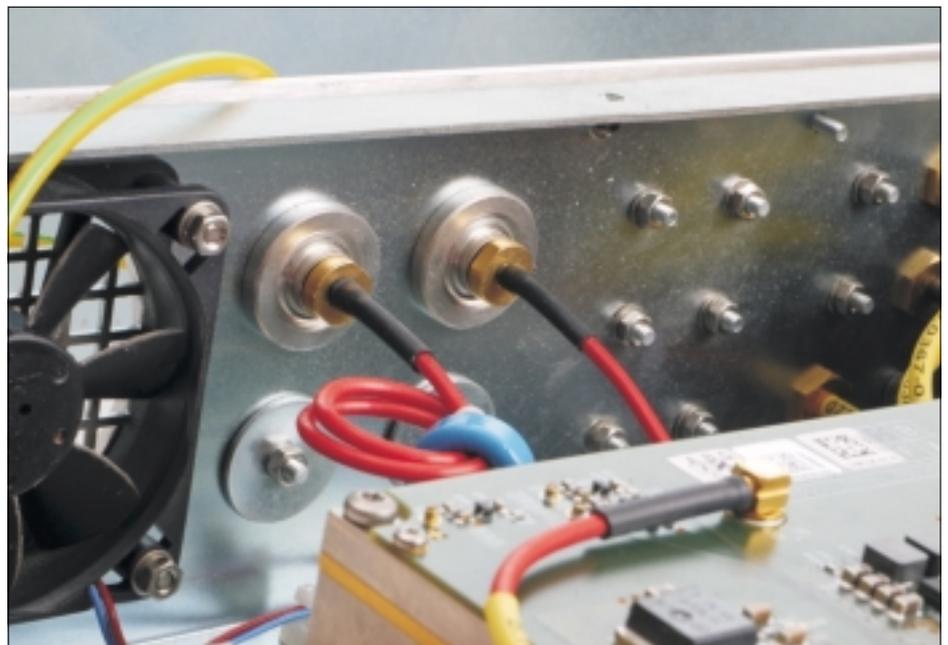
### 24 MHz weiter Sichtbereich

Der IZT R340 umfasst den Bereich von 9 kHz bis 3 GHz, der in kleinsten Schritten von einem Hertz abstimmbar ist. Der jeweilige Sicht- und Aufzeichnungsbereich kann zwischen 6,25 kHz und 24 MHz gewählt werden. Je nach Bereich ergeben sich unterschiedliche Auflösungen auf Zweit- und Frequenzebene: Die kleinste Frequenzauflösung beträgt knapp 2 Hz bei 520 Millisekunden Zeitauflösung; die größte Zeitauflösung liegt bei 150 Mikrosekunden bei einer Frequenzauflösung von 7,25 kHz. Insbesondere die hohe Zeitauflösung bei 24 MHz Sichtbereich zeigt, dass sich mit diesem Receiver auch Kurzzeit-Aussendungen („Frequency Hopper“) zuverlässig dokumentieren lassen.

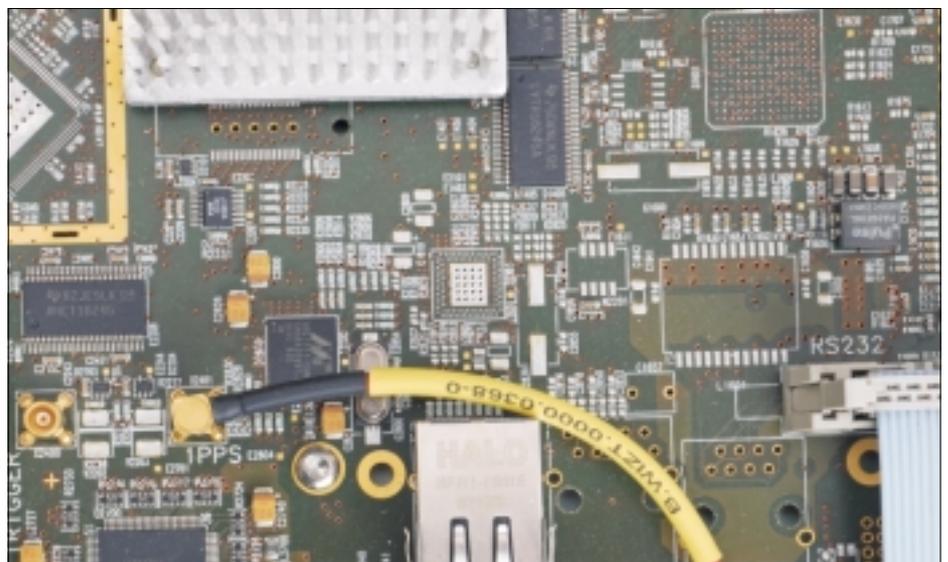
Gesteuert wird der Receiver über ein Local Area Network LAN von mindestens 1 Gigabit Kapazität. Die Basissoftware gehört zum Lieferumfang, während beispielsweise die ITU-konforme Sendermessung mit Daten wie Modulationsgrad mit Zubehörsoftware erfolgt. Bis zu drei Kanäle lassen sich innerhalb des gewählten Sichtbereiches gleichzeitig und mit jeweils unterschiedlichen Demodulationsarten sowie Bandbreiten parallel demodulieren und aufzeichnen. Damit ist der unmittelbare akustische Vergleich paralleler Aussendungen innerhalb



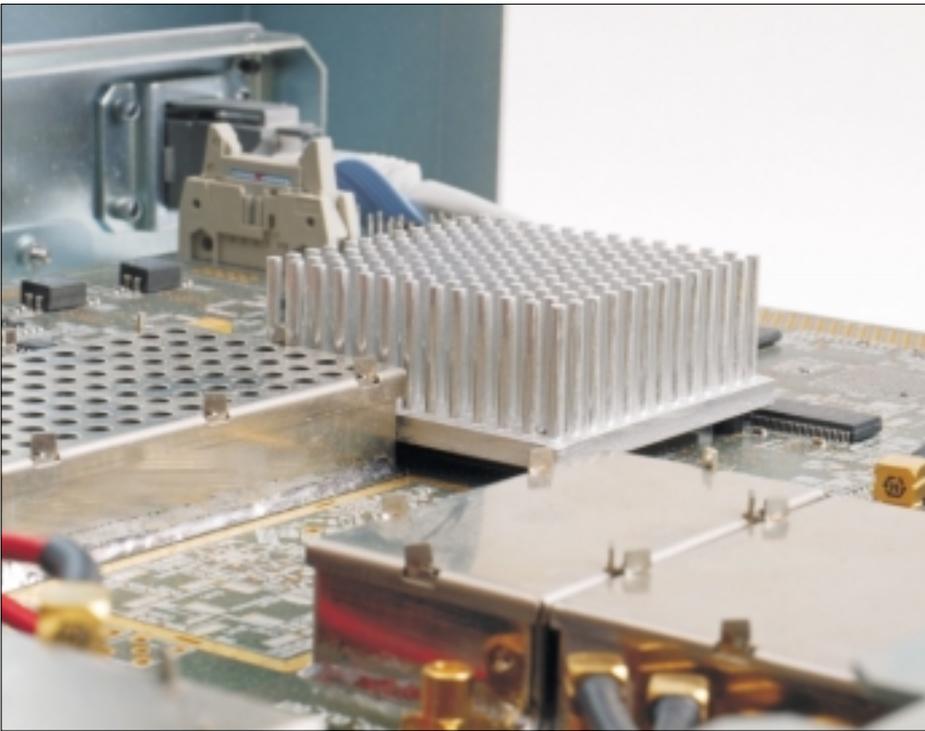
Die Antennenanschlüsse sind in N-Norm ausgeführt, hier die Außenansicht ...



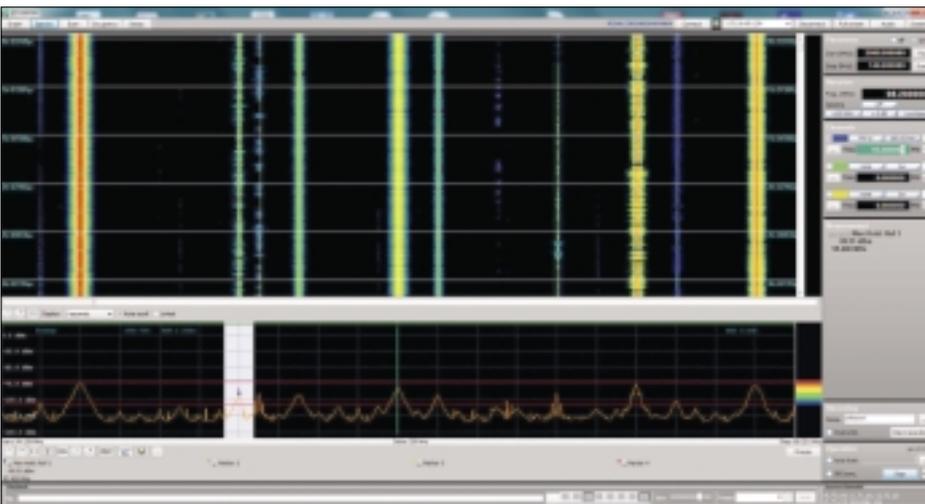
... und hier die Ansicht von innen.



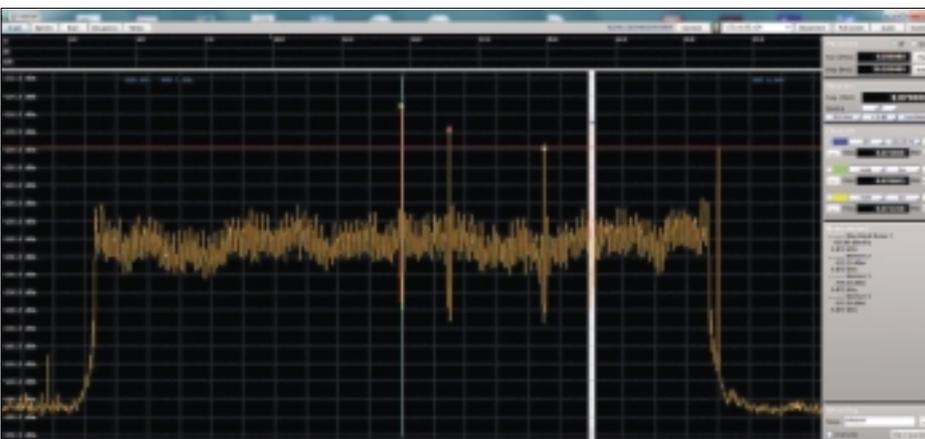
Integrierte Schaltungen und SMD-Bauteile beherrschen das Innenleben dieses Receivers, dem man vor 30 Jahren noch beinahe mechanisch angesehen hätte, wie er arbeitet!



Der Mikroprozessor verrichtet heftige Rechenarbeit. Damit er nicht unziemlich ins Schwitzen kommt, ist ihm ein Kühlkörper mit 169 hochragenden Kühlrippen aufgeklebt.



Unten das aktuelle Spektrum mit den Zeigern zum Demodulieren, oben der so genannte Wasserfall, der den zeitlichen Verlauf der Signale zeigt: so präsentiert sich ein Ausschnitt aus dem UKW-Rundfunkband auf dem R3240.



Präzision in Vollendung bietet die Vermessung der drei Pilotton-Signale des DRM-Senders RNZI aus dem neuseeländischen Rangitaiki auf 9870 kHz.

des praktisch gesamten Kurzwellenbereiches möglich. Mehr Kanäle ist – wie so vieles – eine Frage der Software und könnte durch zukünftige Versionen realisiert werden.

Der außerordentliche hohe Intercept-Punkt 3. Ordnung von typisch +40 dBm unter 30 MHz und maximal 24 dBm oberhalb davon wird zuletzt durch zwölf bzw. elf automatisch geschaltete Vorfilter erreicht, die auch für einen guten Intercept-Punkt 2. Ordnung sorgen. Die Empfindlichkeit unter 30 MHz ist mit einem Rauschfaktor von nur 9 dB (Perseus z.B.: 17 dB) exzellent und sorgt für einen hörbar rauscharmen Empfang vor allem ab 10 bis 15 MHz, in bestimmten Konstellation aber auch noch deutlich darunter. Der Oszillator ist ebenfalls extrem rauscharm (-130 dBc/Hz in 1 kHz Abstand und -140 dBc/Hz in 10 kHz Abstand).

Für Kurzwellen findet eine Digitalisierung direkt am Eingang statt, während die Bereiche oberhalb der Kurzwellen erst heruntergemischt werden müssen. Das, was früher mal die „ZF-Bandbreiten“ waren, kann zwischen 100 Hz und 400 kHz gewählt werden, wobei sich nicht zuletzt durch weitere Filtermöglichkeiten praktisch beliebige – auch: asymmetrisch einstellbare – Bandbreiten ergeben. Eine beliebige Zahl zuschaltbarer Notchfilter erweitert die Störreduzierung.



## Lichtschneller „Scanner“

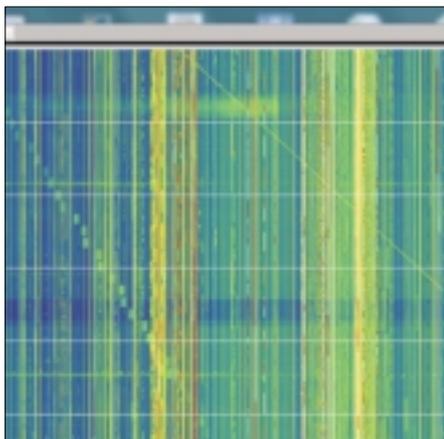
Von seinem grundsätzlichen Konzept her lässt sich auch dieser Receiver – wie viele andere Profi-SDRs – am ehesten mit einem Modem vergleichen, das den entsprechenden Frequenzbereich möglichst naturgetreu in die Welt der Bits und Bytes überträgt. „Unsere Kunden“, erläutert Stefan Heindel, „analysieren dann diesen Datenstrom mit ihren eigenen und speziell für ihre Zwecke geschriebenen Programmen. Wer also aus der Consumer-Klasse kommend in diese Höhen stößt, wird vermutlich erst einmal enttäuscht sein. Keine mitlaufende Datenbank, wie wir sie etwa vom Excalibur oder vom Perseus her kennen, keine flinke Anpassung der Filterkurve mittels Maus. Aber beispielsweise eine sehr intuitive

„Einkreisung“ des interessierenden Frequenzbereiches mit der Maus, der dann sofort entsprechend vergrößert erscheint.“

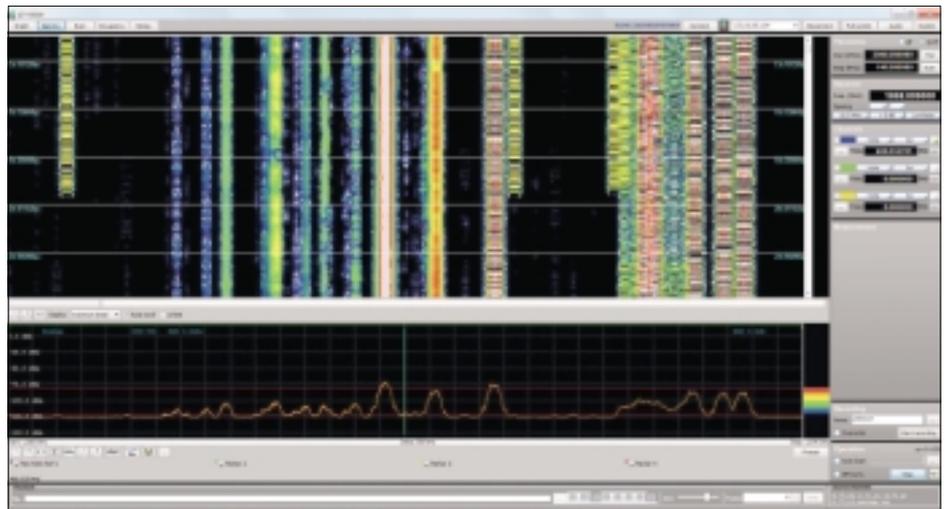
Im Grunde genommen erhält der „normale“ Kurzwellenhörer und Funkamateur also mit auch diesem Receiver nicht mehr und nicht weniger als ein Empfangsmodem auf dem Stand der Technik, das dennoch mehr als nur basale Hörmöglichkeiten bietet. Zugleich aber ist es mit bis zu 4 GHz/Sekunde ein rasend schneller „Scanner“, der beispielsweise Signale ab einer einstellenden Schwelle nach verschiedenen Kriterien dokumentiert. So lässt sich beispielsweise die Belegung des Flugfunkbandes innerhalb eines Tages statistisch mit hoher Zeitauflösung erfassen und später auswerten.

Wie schlägt sich nun der R3240 unter 30 MHz im Vergleich z.B. mit dem Perseus? Exzellent, und er übertrifft ihn in praktisch allen Fällen. Besonders deutlich dann, wenn er seine um immerhin 8 dB höhere Empfindlichkeit ausspielen kann. Aber auch die Demodulatoren scheinen sich auf besondere Rauschmut zu verstehen, ohne dass die Wiedergabe etwa künstlich klänge. Dass der R3240 allerdings keinen Störaustaster hat, kann in entsprechend verseuchten Gegenden auf dem Perseus mit seinem vektoriellem Noiseblanker (NBV) einen ruhigeren Empfang beschieren. Einen Vergleich des AM-Empfangs von RNZI Rangitaiki auf 9765 kHz habe ich auf YouTube gestellt – beide Receiver wurden jeweils auf optimalen Empfang hin eingestellt. [7] Auf dass man selbst vergleichen kann!

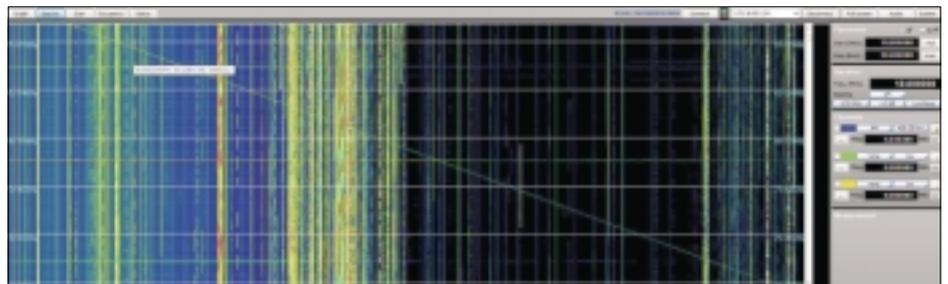
© 2010 Text, Fotos, Screenshots & Multimedia: Nils Schiffhauer, DK8OK



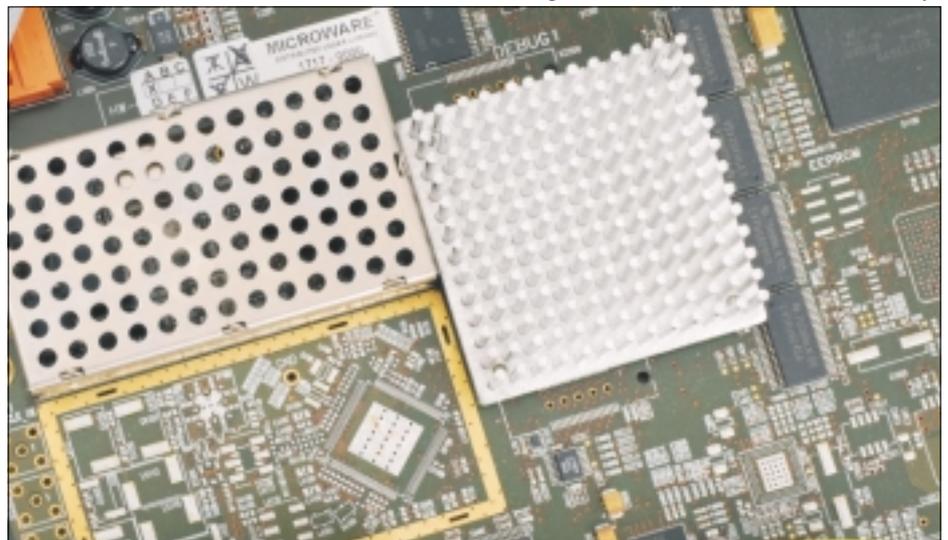
Reizvoll ist die digitale Ionosonde, die treppenstufenartig links zu sehen ist und die analoge Ionosonde als schmale Gerade rechts fast parallel dazu.



Wie peruanische, geflochtene Armbänder stellen sich die GSM-Pakete der mobilen Telefone um 1800 MHz dar.



Ein zarter Schrägstrich: eine Ionosonde durchfährt die Kurzwelle. Bemerkenswert ist hierbei die große Regelmäßigkeit der Darstellung: bei SDRs für den Hobbybereich treten immer wieder Schwankungen in der Linearität der Geraden auf.



Der Kühlkörper von oben.

### Verweise

- ⇒ [1] <http://www.izt-labs.de/izt/de/produkte/empfaenger/>
- ⇒ [2] [http://www.izt-labs.de/izt/upload/products/r3301/izt\\_r3301.pdf](http://www.izt-labs.de/izt/upload/products/r3301/izt_r3301.pdf)
- ⇒ [3] <http://www.izt-labs.de/>
- ⇒ [4] Test siehe: [http://web.me.com/nils.schiffhauer/Website/Monitoring/Einträge/2006/7/1\\_SDR-14\\_\\_zeigt\\_die\\_ganze\\_Kurzwelle\\_in\\_Echtzeit.html](http://web.me.com/nils.schiffhauer/Website/Monitoring/Einträge/2006/7/1_SDR-14__zeigt_die_ganze_Kurzwelle_in_Echtzeit.html)
- ⇒ [5] <http://www.teamviewer.com/de/index.aspx>
- ⇒ [6] <http://www.helmut-singer.de/fix/shd.html>
- ⇒ [7] <http://www.youtube.com/watch?v=ZSOo9j1AAEY>  
<http://www.youtube.com/watch?v=SS4NbVhJlIA>  
<http://www.youtube.com/watch?v=usPxRHdrWnk>