

Digitaler Kurzwellen Rundfunk.

DK8SI
(geistiger Brandstifter)

UDO

DL5SDG

Klaus

DO.....

Timo



Herstellung

- Digitaler Kurzwellen Rundfunk.
- Unterschied zwischen Digitalen und analoger Übertragung verstehen.
- Anregung bekommen selbst etwas zu bauen und am Rechner zu betreiben.
- Gibt es schon Erfahrungen von Eurer Seite?.

Wo sind sie denn?



- http://www.rnw.nl/realradio/html/drm_schedule.html
- Compiled and permanently updated by [Klaus Schneider](#), Germany.

Wo sind sie denn?

- The Story So Far
- DRM FAQ
- DRM Technical
- Digital AM Links
- Receiving DRM
- DRM schedule

UTC	Days	kHz	Beam	Target	Power	Programme	Language	Site
0000-0059	daily	6015	268	NE USA/Canada	70	BBCWS	English	Sackville
0000-2400	daily	1485	ND	SW Germany	0.3	SWR Das Ding	German	Kaiserslautern
0000-2400	daily	15896	ND	Erlangen	0.03	biteXpress	German	Erlangen
0000-2400	daily	25765	ND	Rennes	0.1	TDF Radio	French	Rennes
0000-2400	irregular	855	ND	Berlin	2.5	DLR	German	Berlin-Britz
0000-2400	daily	729	ND	NE Germany	1	DLF	German	Putbus
0000-2400	daily	26012	ND	Nuernberg	0.01	Campus Radio	German	Nuernberg
0000-2400	inactive	1485	ND	Berlin	1	kaufradio	German	Berlin
0000-2400	Tests	1062	ND	Paris	5	TDF	French	Meudon
0000-2400	daily	26000	ND	Neumarkt	0.1	Campus Radio	German	Dillberg
0000-2400	Tests	1485	ND	France	?	TDF	French	Clermont Ferrand
0100-0159	daily	6140	268	NE USA/Canada	70	Radio China	English	Sackville
0200-0259	03/12 tre	6125	268	Philadelphia	70	BBCWS	English	Sackville
0400-0459	daily	6010	285	W & C No. America	70	BBCWS	English	Sackville
0500-0600	Sat/Sun	15255	230	NZ + SE Australia	10	RNW	English	Bonaire
0600-1000	daily	21675	300	Europe	80	DW	English	Trincomalee
0600-2400	Tu-Su	6095	ND	Europe	35	RTL	various	Jungerlinster
0800-1400	daily	15440	40	W & C Europe	80	DW	English	Sines
0800-1500	Tests	774	ND	Czechia	2.5	Czech Radio	Czech	Hradec Králové-Stežery
0900-1100	Mon-Fri	17700	40	Europe	80	DW	English	Sines

Vie hört sich das an?

- Das ist kein neuer Störsender auf KW.
- Sondern ein DRM-Signal nach der AM-Demodulation.



Vie hört sich das an?

Oder so nach Softwaredemodulation

MP3 Audio



Tagesordnung

- Vorteile, Nachteile, Grenzen 10 Min.
- Etwas Theorie 10 Min.
- Einfache Empfänger Schaltungen 10 Min.
- Etwas mehr Aufwand Elektor März 2004 10 Min.
- Umbauvorschläge 5 Min.
- Zusammenfassung 5 Min.

Vorteile

- Für den Hörer:
- FM ähnliche Tonqualität
- Mit dem Radioprogramm können ausführliche Zusatzinformationen übermittelt werden.
- Europaweiter Empfang eines Senders auf der gleichen Frequenz.

- Für die Rundfunkanstalten:
- Weiterverwendung bestehender Sendeanlagen .
- Weiterverwendung bestehender Frequenzpläne mit höherer Effizienz .
- Möglichkeiten für Zusatzdienste .
- Bessere Vermarktung von Werbung, da mit besserer Tonqualität mehr Menschen erreicht werden .

- Für die Gerätehersteller:
- Kostengünstige Erweiterung bestehender AM Technologie
- Großer Absatzmarkt .
- Erhöhtes Marktpotential für Sende – und Empfangssysteme .

Nachteile, Grenzen

- Ein so modulierte Signal verhält sich nun vollkommen anders als ein analoges Signal.
- Verschlechtert man das Signal-Rauschverhältnis schrittweise, dann wird man zunächst einmal feststellen, dass keine Veränderung eintritt und die Qualität einwandfrei bleibt.
- An einer bestimmten Schwelle dann bekommt das demodulierte Signal plötzlich Aussetzer und schließlich bleibt der Empfänger einfach stumm, weil er den empfangenen Datenstrom nicht mehr lesen kann.
- Dieses Verhalten im Grenzbereich ist ein klarer Nachteil von digitalen Modulationsarten:
- Der Empfänger kennt nun nur noch zwei Zustände:
- Empfang oder keinen Empfang.



Etwas Theorie

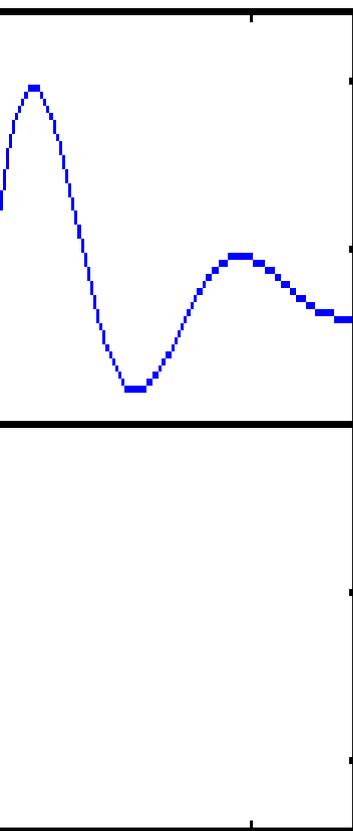
- Die Amplitudenmodulation (AM)
- Um die Unterschiede zwischen analogen und digitalen Modulationsarten besser verstehen zu können,
- Wollen wir zunächst einmal die derzeit noch für den Rundfunk auf Lang-, Mittel- und Kurzwelle verwendete
- Amplitudenmodulation (AM) betrachten.

● NF

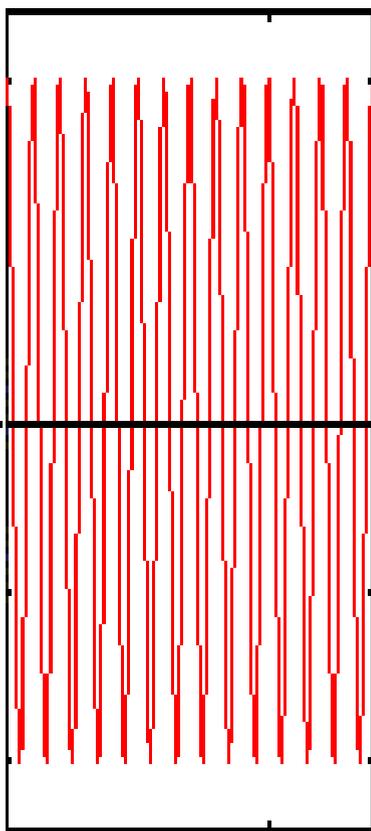
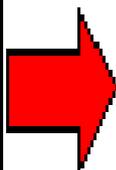
HF

AM

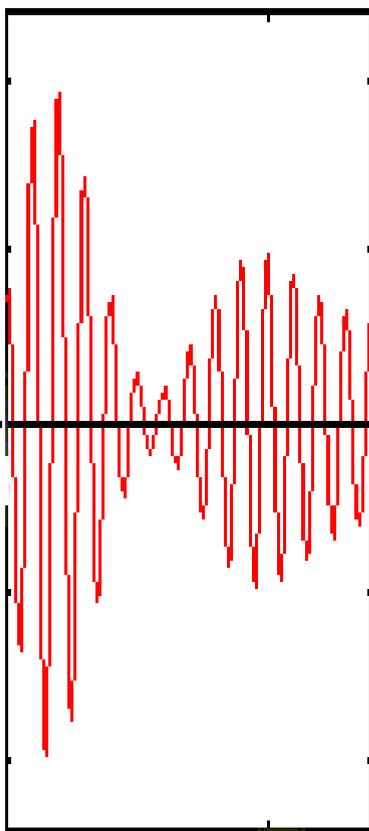
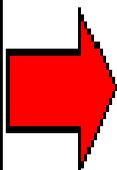
Demodulation



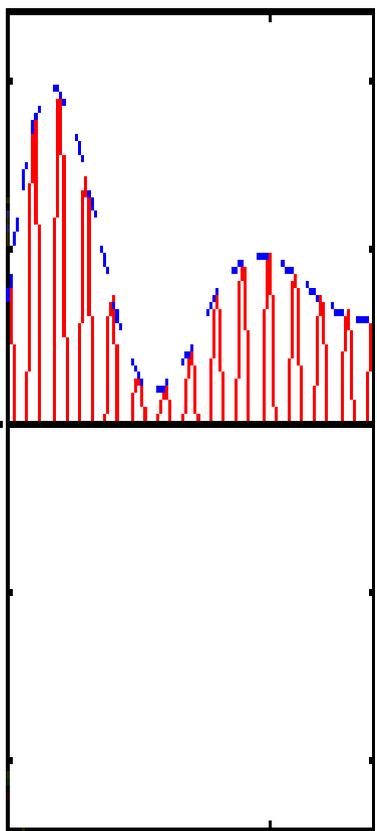
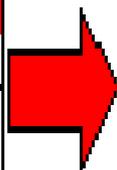
a)



b)



c)



d)

Etwas Theorie

- Weil die Amplitudenmodulation ein sehr einfaches Verfahren ist, spielt der AM-Rundfunk auch bei der Versorgung von Ländern der Dritten Welt nach wie vor eine große Rolle.
- Mit der Amplitudenmodulation sind aber auch erhebliche Nachteile verbunden: So muss ein sehr großer Teil der Sendeleistung für den Träger aufgebracht, kommt also der Information selbst gar nicht zugute, was die Betreiber vor nicht unerhebliche Betriebskosten stellt.
- Ein weiterer Nachteil der AM ist die Störanfälligkeit, da die Information in der Amplitude enthalten ist, welche am meisten von Störungen betroffen ist.

Grundlagen digitaler Modulationsverfahren

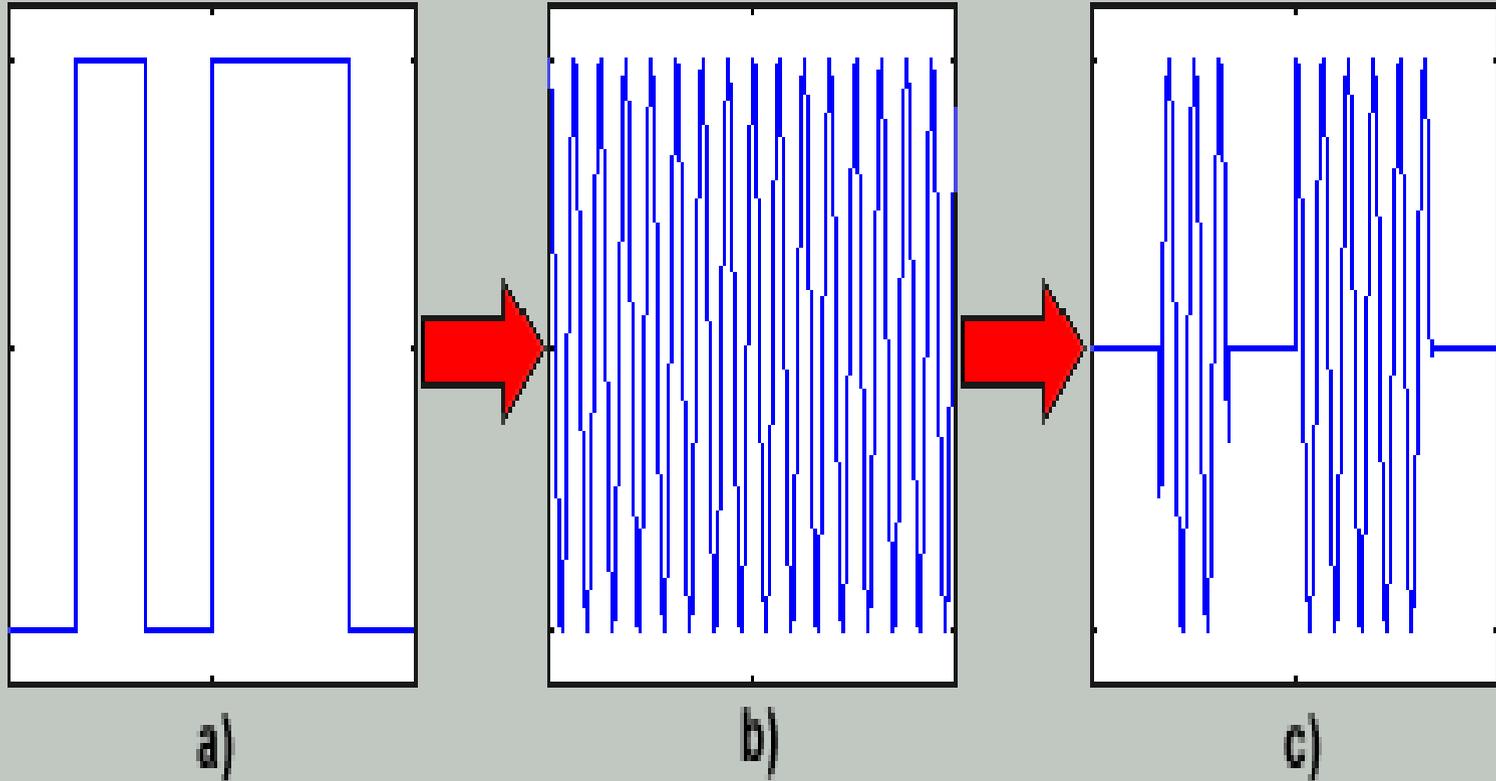


- Ein anderer Ansatz ist die Verwendung von digitalen Modulationssignalen.
- Hier liegt die Information nicht in Form von z.B. einem analogen Audiosignal, sondern codiert in Form von Symbolen vor.
- Wie auch bei analogen Modulationsverfahren gibt es
- 3 Möglichkeiten:
- Die Amplitudenumtastung (ASK), die
- Frequenzumtastung (FSK) und die
- Phasenumtastung (PSK).

Grundlagen digitaler Modulationsverfahren



- Für DRM sind nun insbesondere
- ASK und PSK von Interesse.
- Bei DRM wird eine Kombination aus diesen beiden digitalen Modulationsverfahren verwendet .



Prinzip der Amplitudenumtastung (ASK)

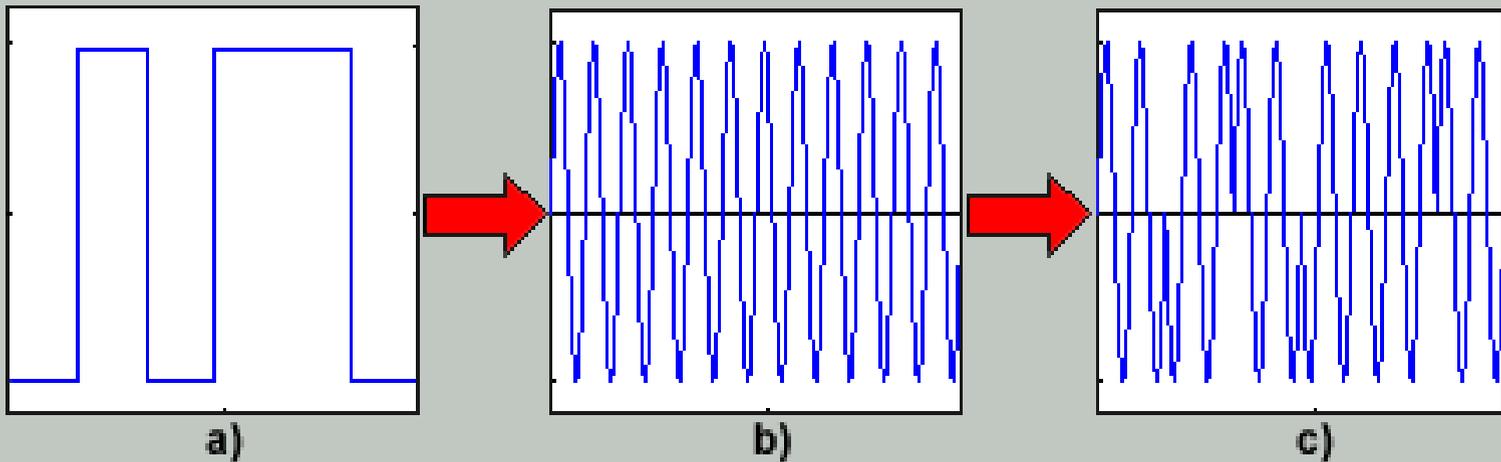
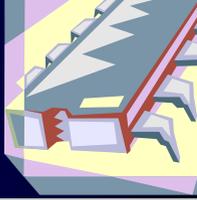
Die Amplitudenumtastung mit 2 Stufen dargestellt:

Hierbei wird das Trägersignal (b)

einfach durch das Modulationssignal (a)

ein- und ausgeschaltet (c).

Grundlagen digitaler Modulationsverfahren



Bei der **Phasenumtastung** wird nun also die **Phase des Trägersignals umgeschaltet**.

Im dargestellten Beispiel wechselt die Phase zwischen 0° und 180° (c).

Eine Phasenumtastung zwischen **2 Zuständen** bezeichnet man als **2-PSK**,

höherwertige Phasenumtastungen mit einer feineren Abstufung werden entsprechend als **n-PSK** bezeichnet,

wobei **n** für die **Anzahl der zur Verfügung stehenden Zustände** steht

Received Spectrum during Sines Digital Transmission

Sun 2000 May 21 10:33

REF 70.0 dB μ V
0 dB/

A_Avg

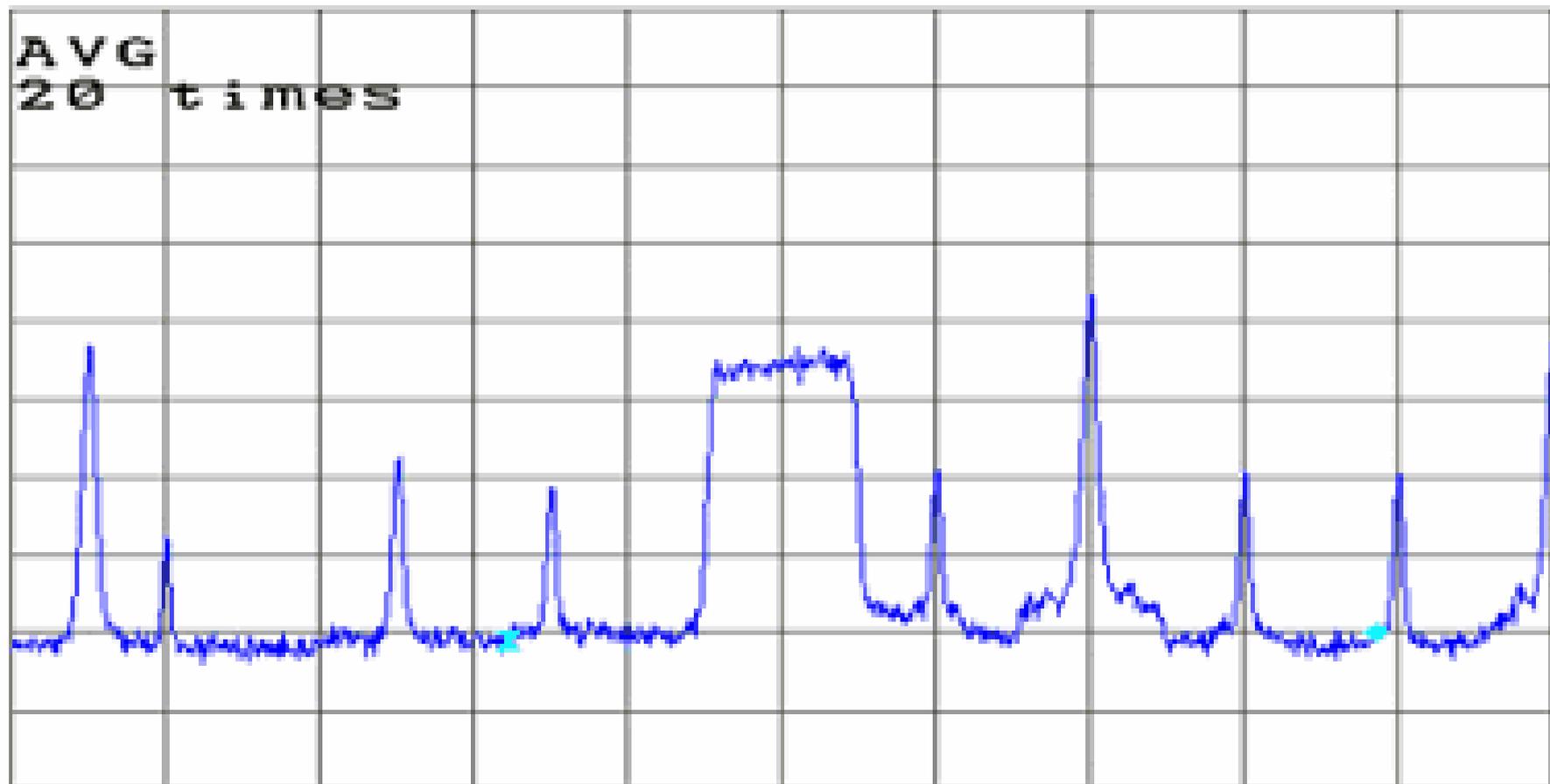
B_Blank

HC Δ 56.5 kHz

1.06 dB

20
20

AVG
20 times



CENTER 21.7800 MHz

RBW 300 Hz

+VBW 300 Hz

SWP 2.3 s

SPAN 100.0 kHz

ATT 10 dB

Received Spectrum with Sines Transmitting Pure Carrier only

Sun 2000 May 21 10:04

REF 70.0 dBμV
0 dB/

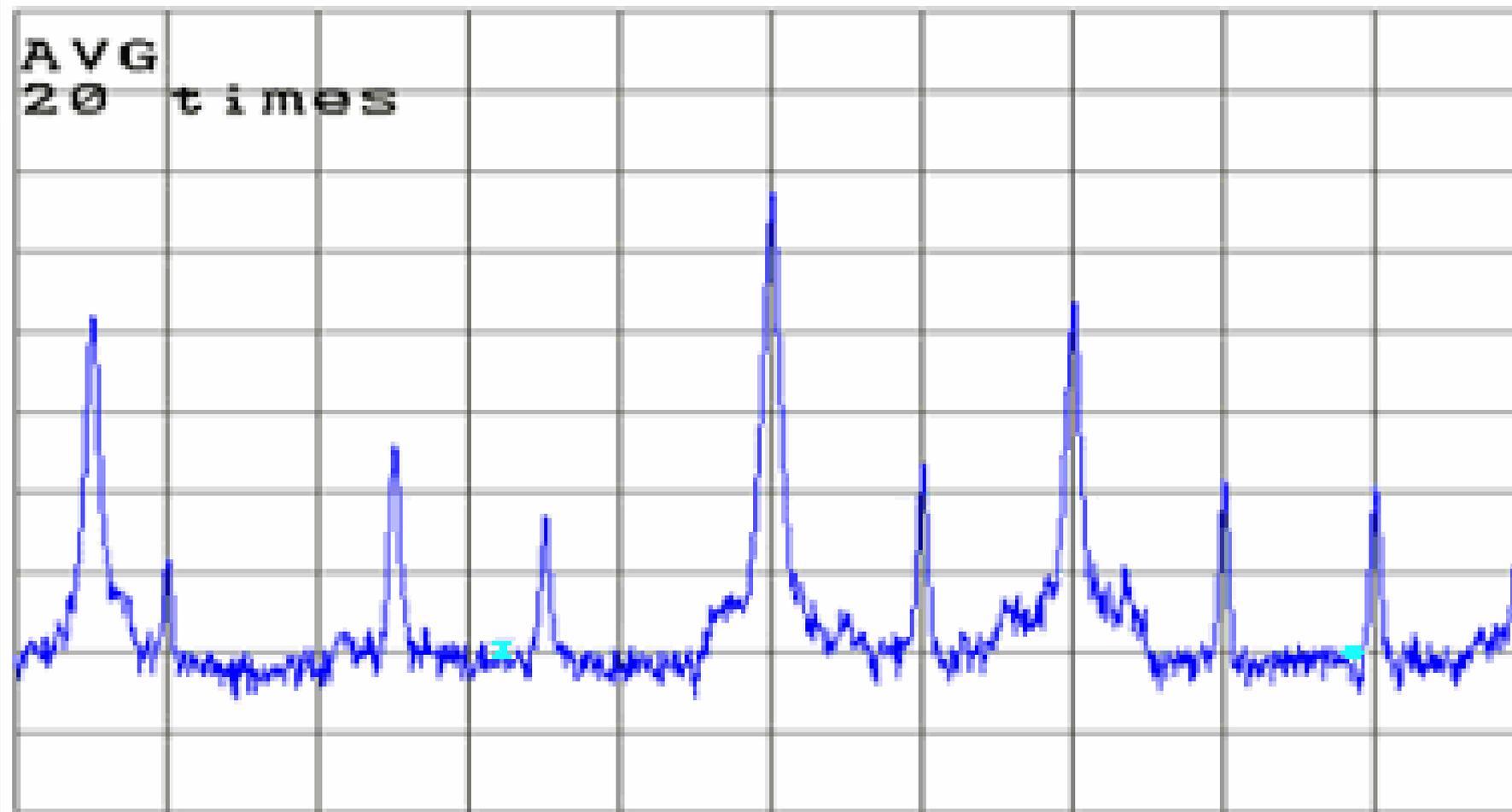
A_Avg

B_Blank

NKA 56.5 kHz

-0.41 dB

AVG
20 times



CENTER 21.7800 MHz

BW 300 Hz

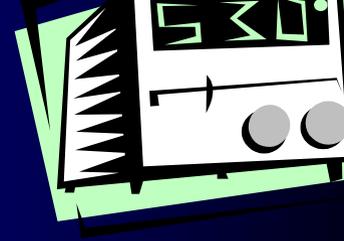
*VBW 300 Hz

SWP 2.3 s

SPAN 100.0 kHz

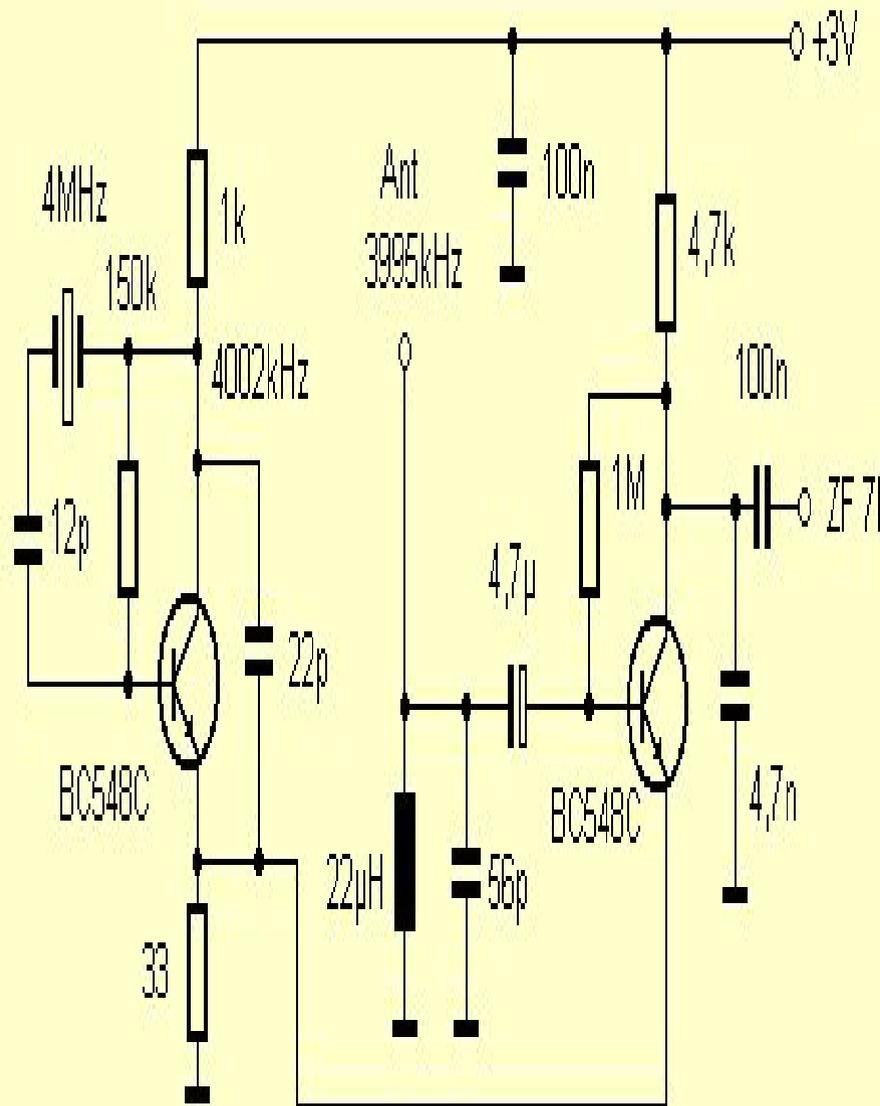
ATT 10 dB

Einfache Empfänger Schaltungen



- Hier kommt ein ganz einfacher Empfänger mit Material aus der Bastelkiste.
- Der Direktmischer arbeitet quarzstabil ohne knifflige Abstimmung und empfängt den Sender der Deutschen Welle im 75-m-Band
- auf 3995 KHz,
- z.Zt. immer Abends ab 20 Uhr bis 21.00 Uhr MESZ.

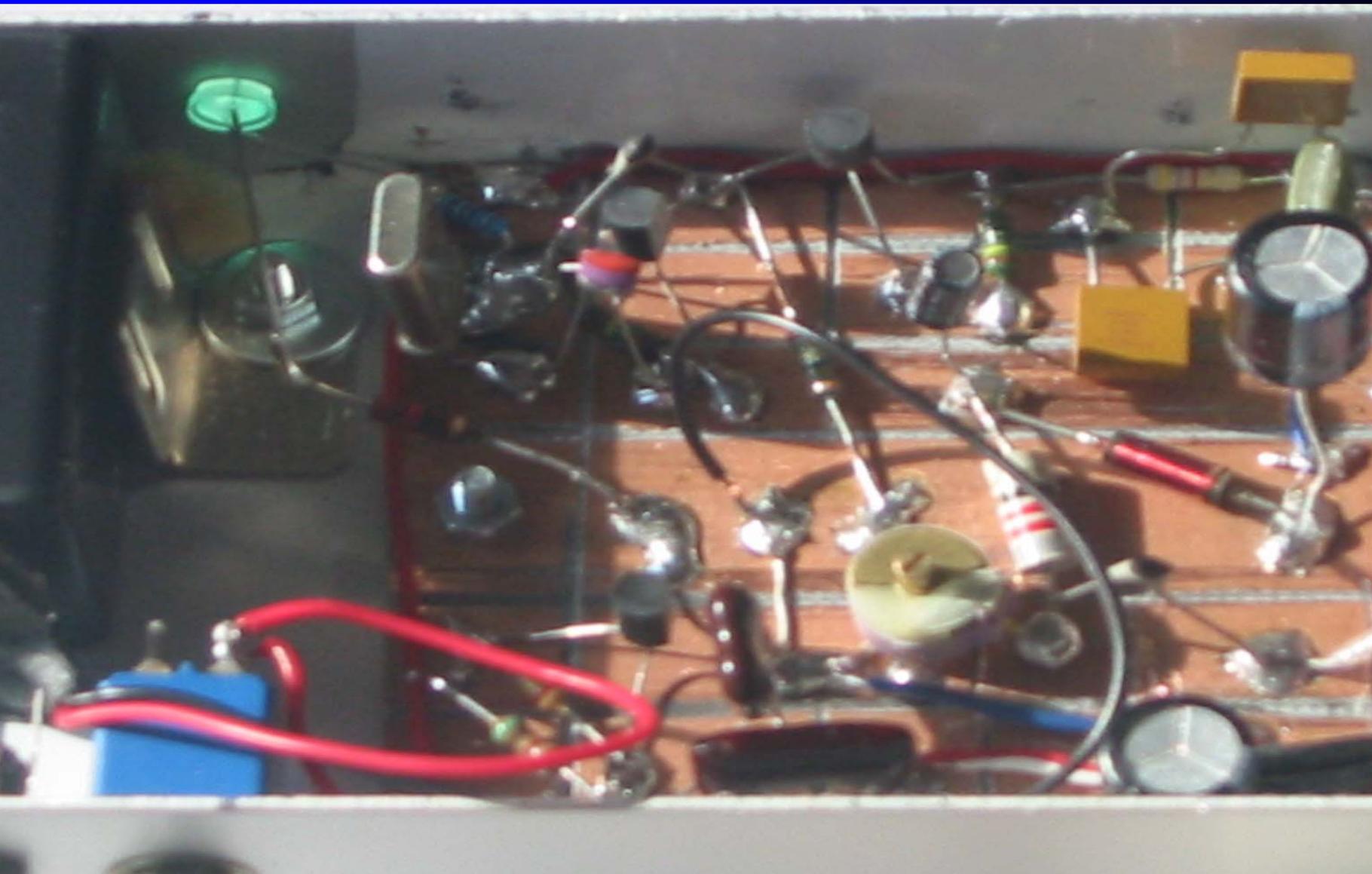
Einfache Schaltungen



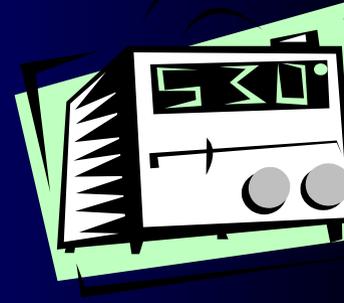
Einfache Schaltungen

- Die entscheidende Frage war, welcher leicht erhältliche Standardquarz passt zu einer DRM-Frequenz.
- Die Wahl fiel auf 4,000 MHz. In der Schaltung schwingt der Quarz ca. 2 kHz höher bei 4002 kHz.
- Das Empfangssignal wird damit von 3995 kHz auf 7 kHz herunter gemischt und erscheint mit invertiertem Spektrum am Eingang der PC-Soundkarte.
- Eigentlich sollte man eine ZF von 12 kHz anstreben.
- Aber das Open-Source-Projekt DREAM_V1.0 kommt genauso gut mit 7 kHz zurecht.

Einfache Schaltungen



Weitere einfache Empfängerschaltung



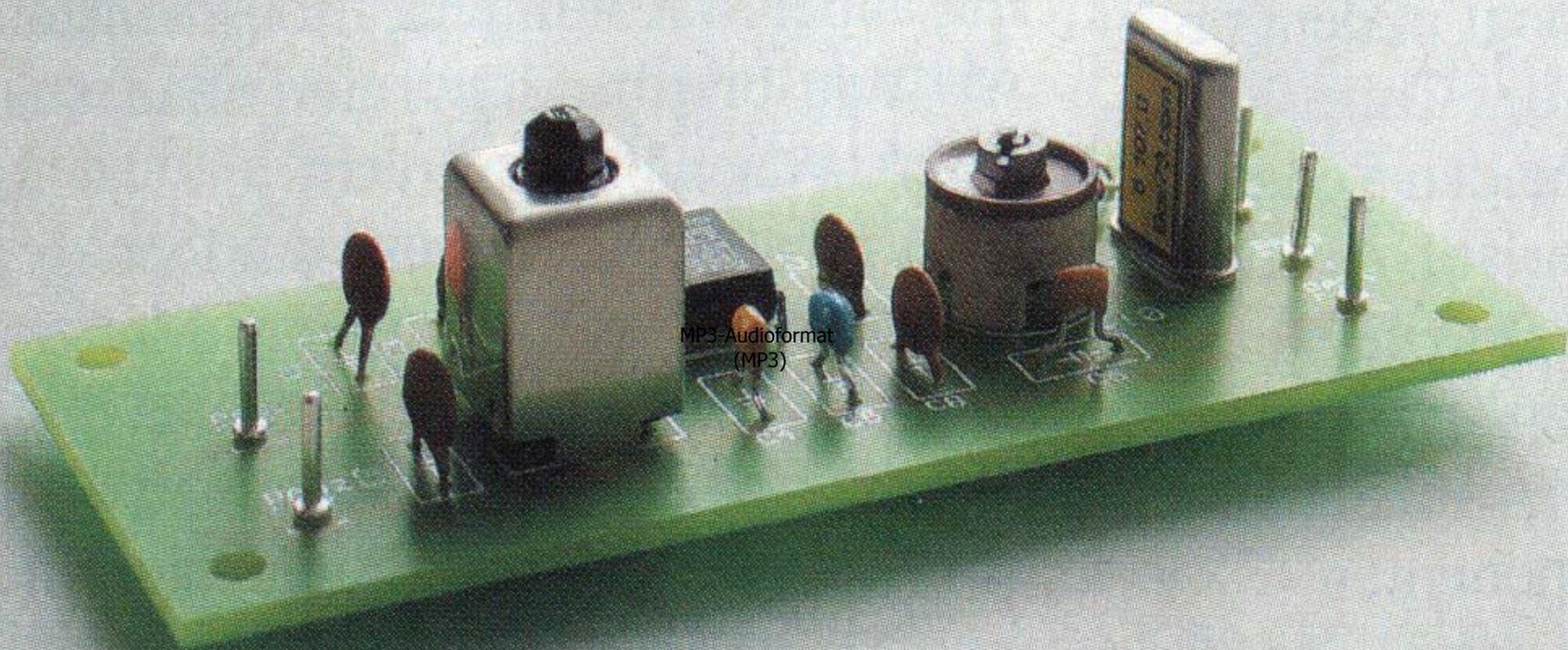
Acrobat-Dokument

Simulation



Anwendung

DRM-Starterkit zum Reinhören RTL 6095KHz Funkamateur März 2004 für 12 Euro...Bausatz



DRM-Starterkit zum Reinhören RTL 6095KHz Schaltung, Stückliste.

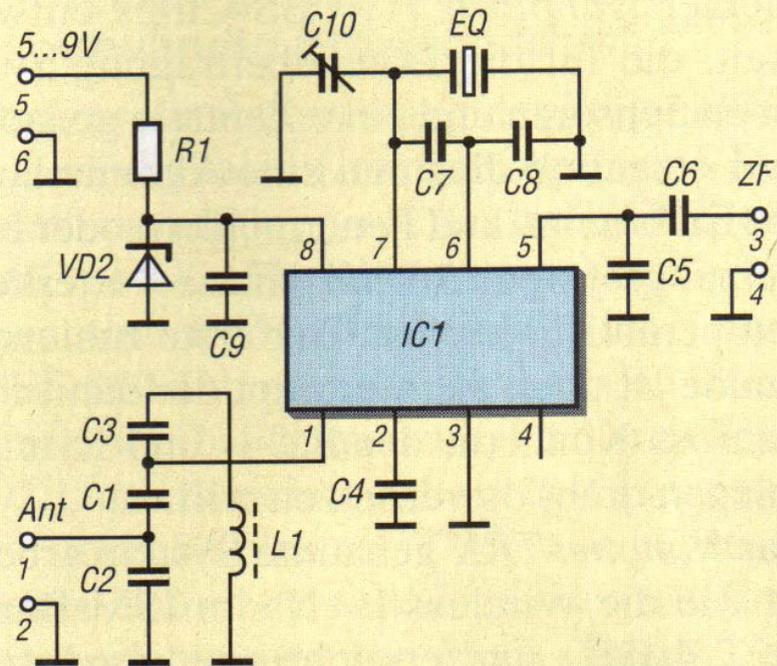


Bild 3: Der Direktmischer realisiert die Umsetzung des DRM-Signals von RTL auf 6017 kHz auf 12 kHz zum direkten Decodieren mit der Soundkarte eines Rechners.

Stückliste

Bauteil	Wert
C1	270 pF
C2	1 nF
C3	470 pF
C4, C6, C9	100 nF
C5	10 nF
C7, C8	33 pF
C10	30 pF
EQ	6107 kHz
IC1	NE612
VD2	5,6 V
L1	Mitsumi 27040 54AM



DRM-Starterkit zum Reinhören R T L 6095KHZ Layout, Bestückung

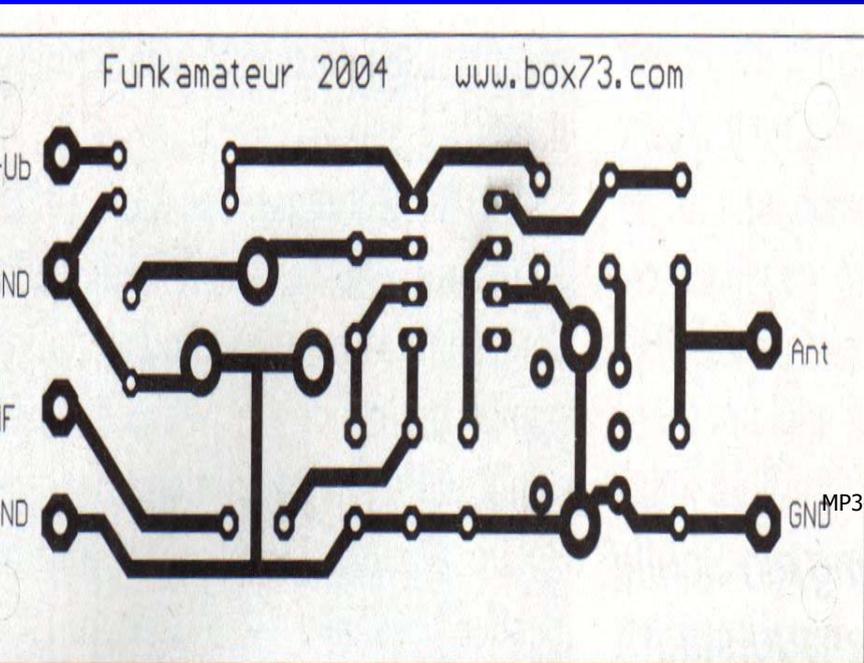


Bild 4: Da das Layout relativ geräumig aufgebaut ist, treten keine Problemstellen beim Zusammenbau auf.

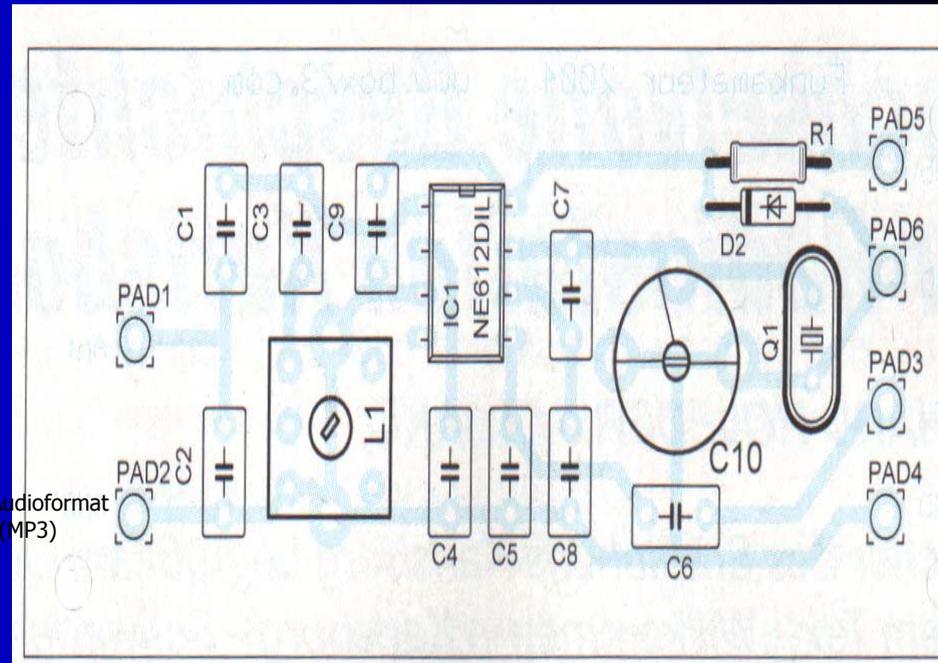
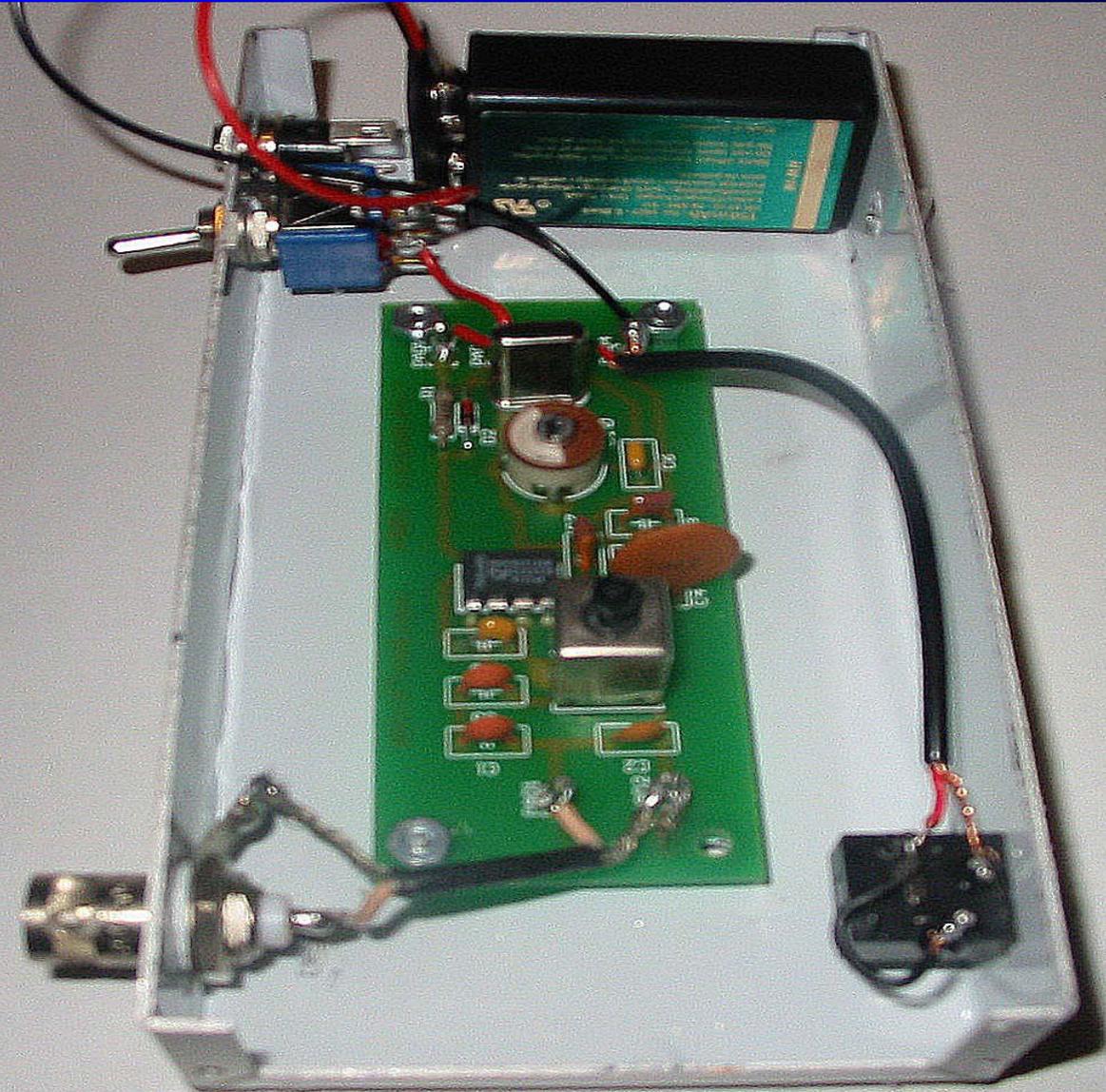


Bild 5: Auf Grund der wenigen zu verlötenden Bauteile, ist die Bestückung des DRM-Starterkits schnell erledigt.

DRM-Starterkit zum Reinhören RTL 6095KHz Mechanik



Vie hört sich das an?

Dream_V1.07_20040329

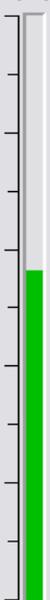
Settings ?



Volker Fischer, Alexander Kurpiers
Darmstadt University of Technology
Institute for Communication Technology

RTL DRM transmission from Junglinster/Luxembourg

Input
level [dB]



AAC(24 kHz) Mono / Other language / Varied



RTL DRM

Bit Rate: 14.56 kbps EEP / ID:7001

1 RTL DRM | AAC(24 kHz) Mono / Other language / Varied

2

3

4

Start



Kontakte - Microsoft ...

Lautstärkeregelung

dream

Dream_V1.07_20040...

DE



Wie hört sich das an?

Dream_V1.07_20040329

Settings ?



Volker Fischer, Alexander Kurpiers
Darmstadt University of Technology
Institute for Communication Technology

Input
Level [dB]



AAC(24 kHz)+SBR P-Stereo / French / Varied

RTL DRM 2

Bit Rate:20.96 kbps EEP / ID:7702

1 RTL DRM 2 | AAC(24 kHz)+SBR P-Stereo / French / Varied

2

3

4

Start



Videos

Thps2 (G:)

DRM

dream

Microsoft W...

Dream_V1.07_2...

DE



17:45



Dream_100cp

Settings ?



Volker Fischer, Alexander Kurpiers
Darmstadt University of Technology
Institute for Communication Technology

We would be very pleased about your DRM reception report to tb@dw-world.com
QSL card guaranteed!

Input level [dB]



AAC(24 kHz)+SBR LC Stereo / No language specified / Information


DW-Wertachtal

Bit Rate:17.46 kbps EEP / ID:1001

1 DW-Wertachtal | AAC(24 kHz)+SBR LC Stereo / No language specified / Information

2

3

4

ream...

Start

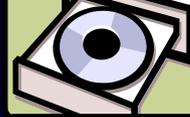
Dream_100cp

Paint Shop Pro

DE

17

Software (Zusatzdienste)



DRM Software Radio 1.0.21

Input

Spectrum

Status

- Audio
- Data
- Sync

Level dBFS

0

-10

-36

-54

-72

Time

UTC: 17:32:43

local: 19:32:43

Control

Start

Record

Setup

About

Deutsche Welle

-- Multimedia 8.2 kbps -- German -- Information -- Audio AAC 51

Multimedia: Picture Radio

Germany -- German -- Multimedia 8.2 kbps

Multimedia: DRM Deutschland

Germany -- German -- Multimedia 8.2 kbps

no service

DRM - That's Sound Quality

Volume

DRM Software Radio-M (PLN-00000140)

hael.Dressen

ester@br-online.de

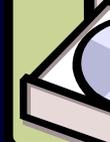
1374 850E

DRM Multimedia Player



Ready

Software DRM Darstellung



Dream_100cp

Measures

Carrier Frequency of DRM Signal:
7697.22 Hz

Sample Frequency Offset:
1.30 Hz

Doppler / Delay:
67 Hz / 4.92 ms

MSC CRC:
SDC CRC:
FAC CRC:
Frame Sync:
Time Sync Acq:
I/O Interface:

Settings

MLC: Number of Iterations: 1

Flip Input Spectrum

Mute Audio

Log File, Freq: kHz

Channel Estimation: T

Wiener

Channel Estimation: F

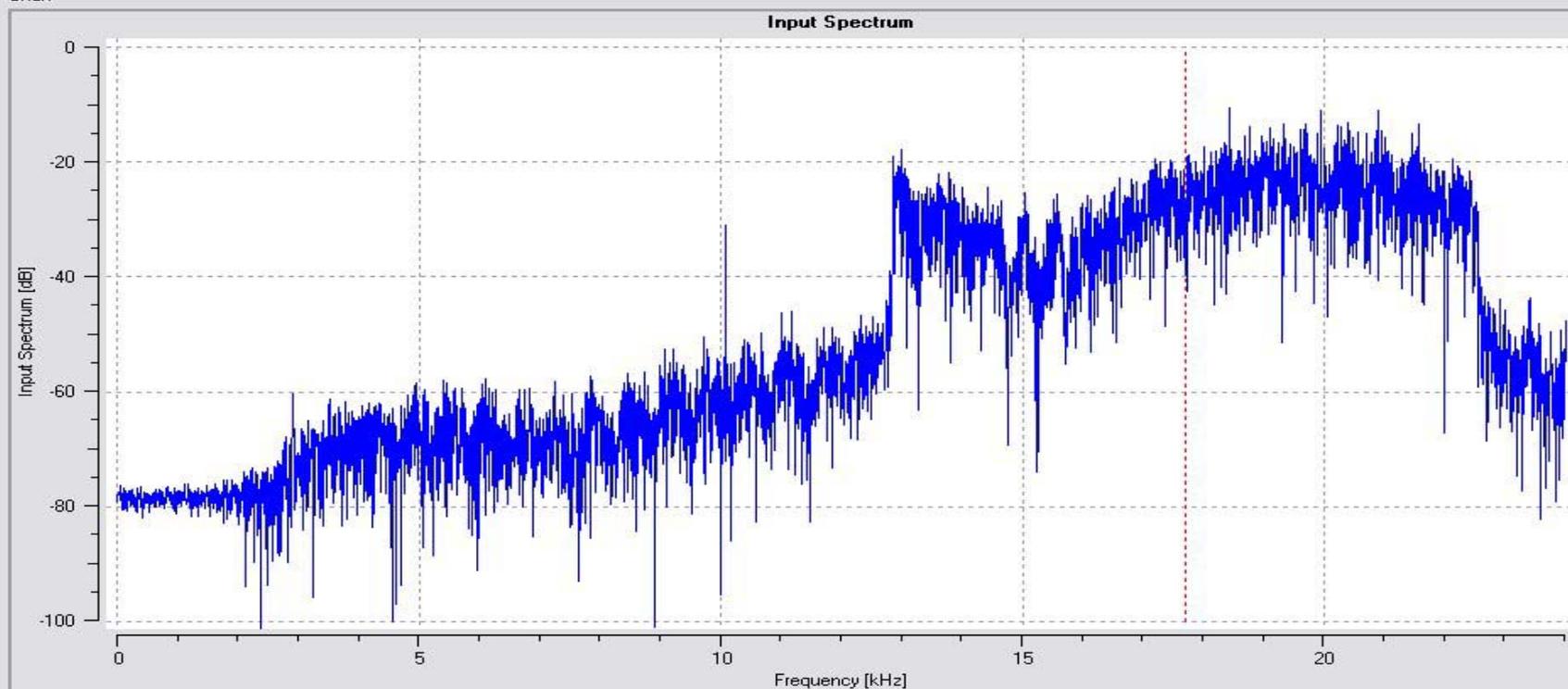
Wiener Linear

Time Sync Tracking

Guard Energy

CNR
3 dB

Chart



DRM Mode / Bandwidth:

B / 10 kHz

Interleaver Depth:

2 s (Long Interleaving)

Modulation / MSC Mode:

4-QAM / SM 64-QAM

Adapt. Level (B / A):

0 / 0

Number of Services:

Audio: 1 / Data: 0

Received time - date:

Tue Mar 23 16:22:00 2004

Software aufwendige AM/SSB Demodulation

- DREAM sucht sich den stärksten Träger und subtrahiert dessen Frequenz vom oberen Seitenband des empfangenen Signals.
- Das Programm arbeitet also wie ein SSB- Empfänger.
- Es lassen sich auch SSB/RTTY/CW-Signale und Wetterfax empfangen. (Versuche haben geklappt)
- Vorteile der Einseitenband-Demodulation gegenüber der Hüllkurvendemodulation:
 - Selektives Fading führt zu starken Verzerrungen (selektives Trägerfading) mit DREAM ist einwandfreier Empfang möglich.
 - Extrem gutes umschaltbarer Tiefpassfilter FFT Analyse/Synthese
 - Regelzeitkonstante umschaltbar
 - Auswahlmöglichkeit auf das weniger gestörten Seitenbandes (USB/LSB)



Software AM-Demodulation DW-Nachrichten

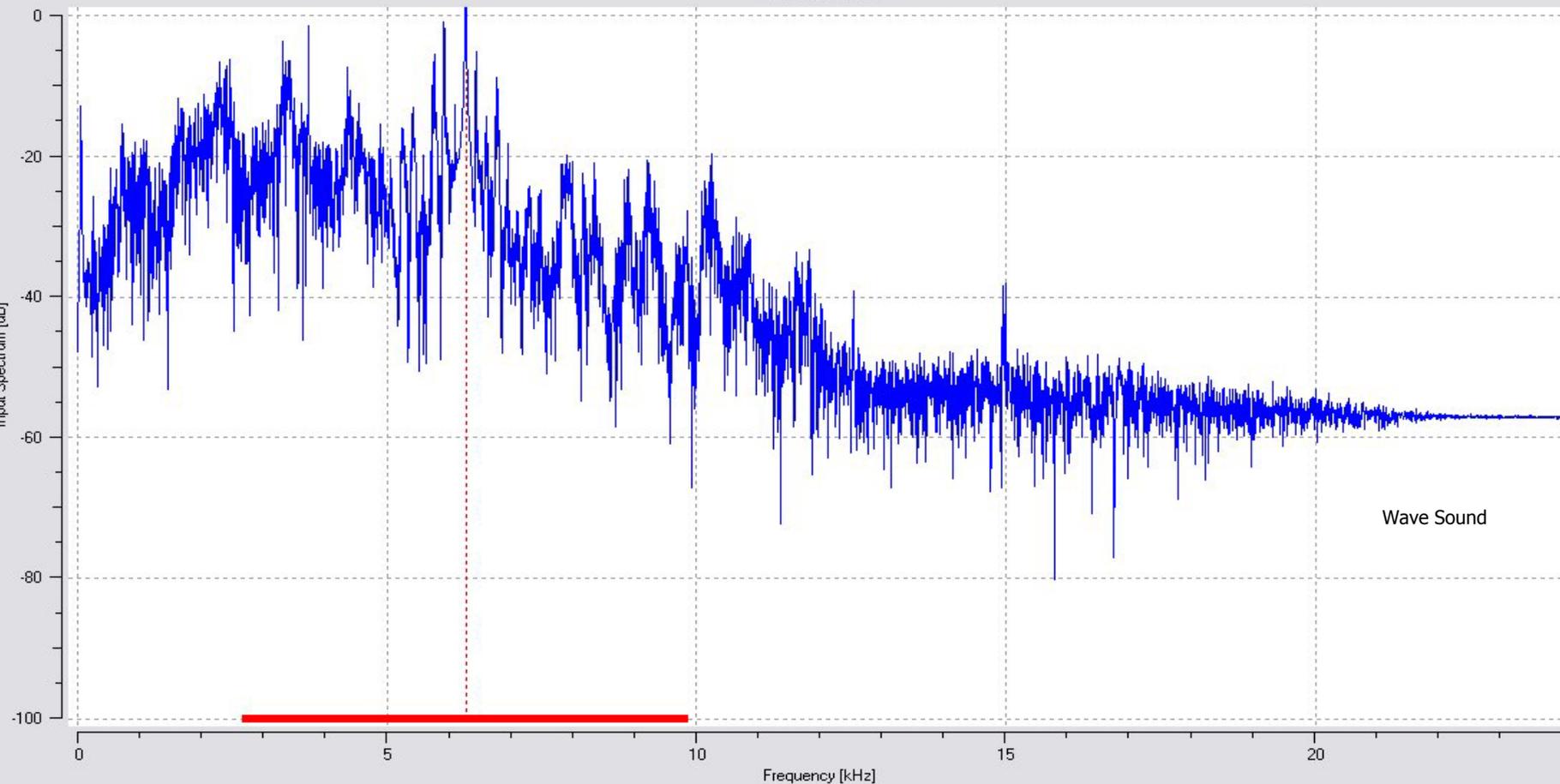


Dream_V1.07_20040329

Carrier Frequency: 6272.77 Hz

chart

Input Spectrum



bandwidth [kHz]

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15

demodulation

- AM
- LSB
- USB

AGC

- Off
- Slow
- Med
- Fast

Audio

- Mute Audio
- Save Audio as WAV

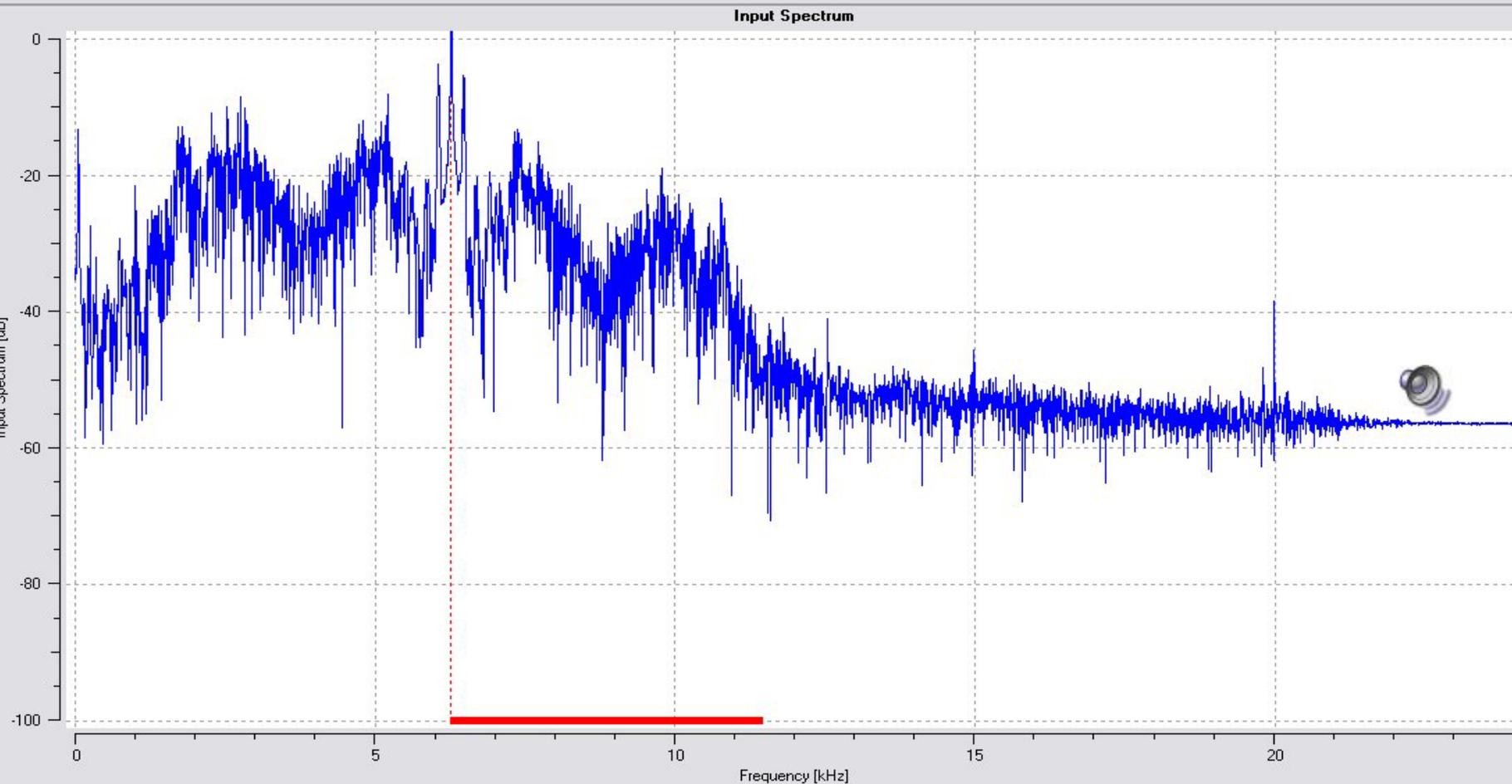
Close

Software USB-Demodulation DW-Nachrichten

Dream_V1.07_20040329

Carrier Frequency: 6269.02 Hz

chart



bandwidth [kHz]

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

demodulation

AM LSB USB

AGC

Off Slow Med Fast

Audio

Mute Audio Save Audio as WAV

Close

Software AM-Darstellung

Dream_100cp

Settings 2

- Sound In ▶
- Sound Out ▶
- Receiver Mode ▶
 - DRM (digital) Ctrl+D ers
 - AM (analog) Ctrl+A logy
hnology

Input level [dB]

0

10

20

30

40

50

status



Analog AM Mode

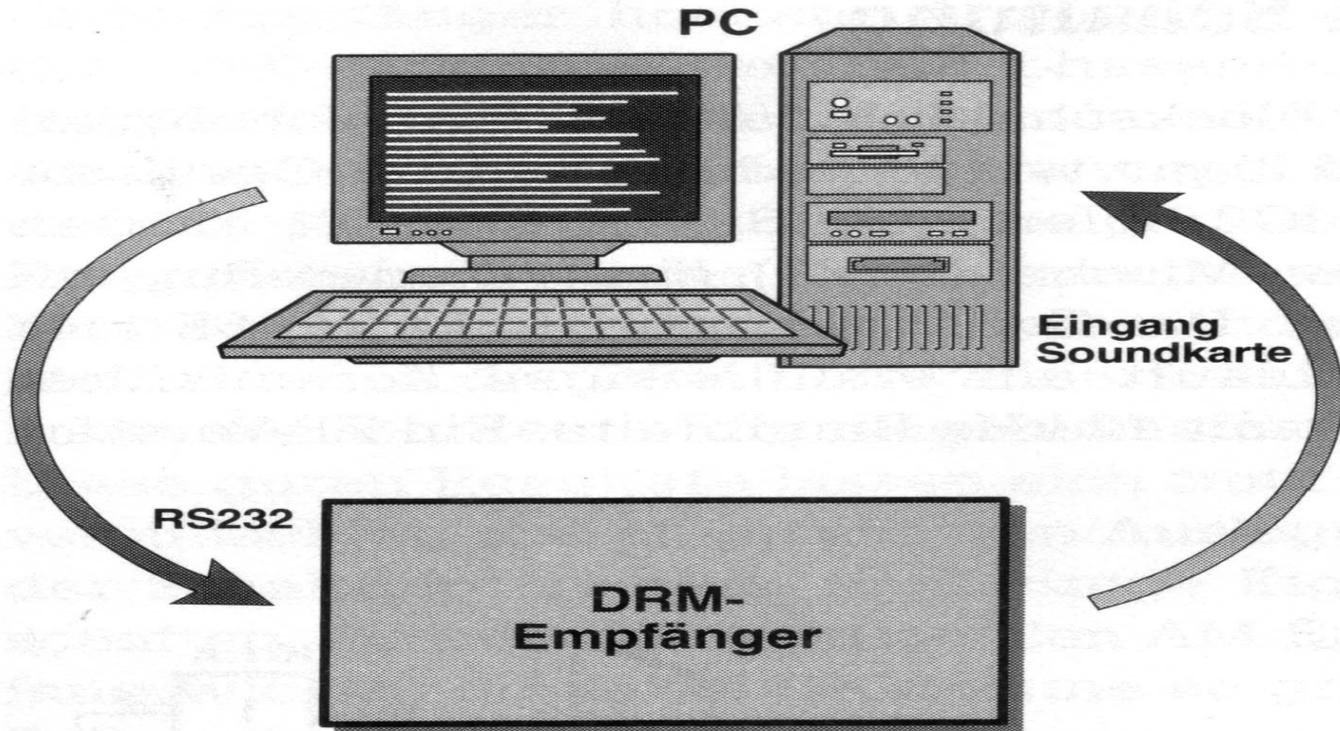
Press Ctrl+A for new Acquisition, Ctrl+D for DRM

1

2

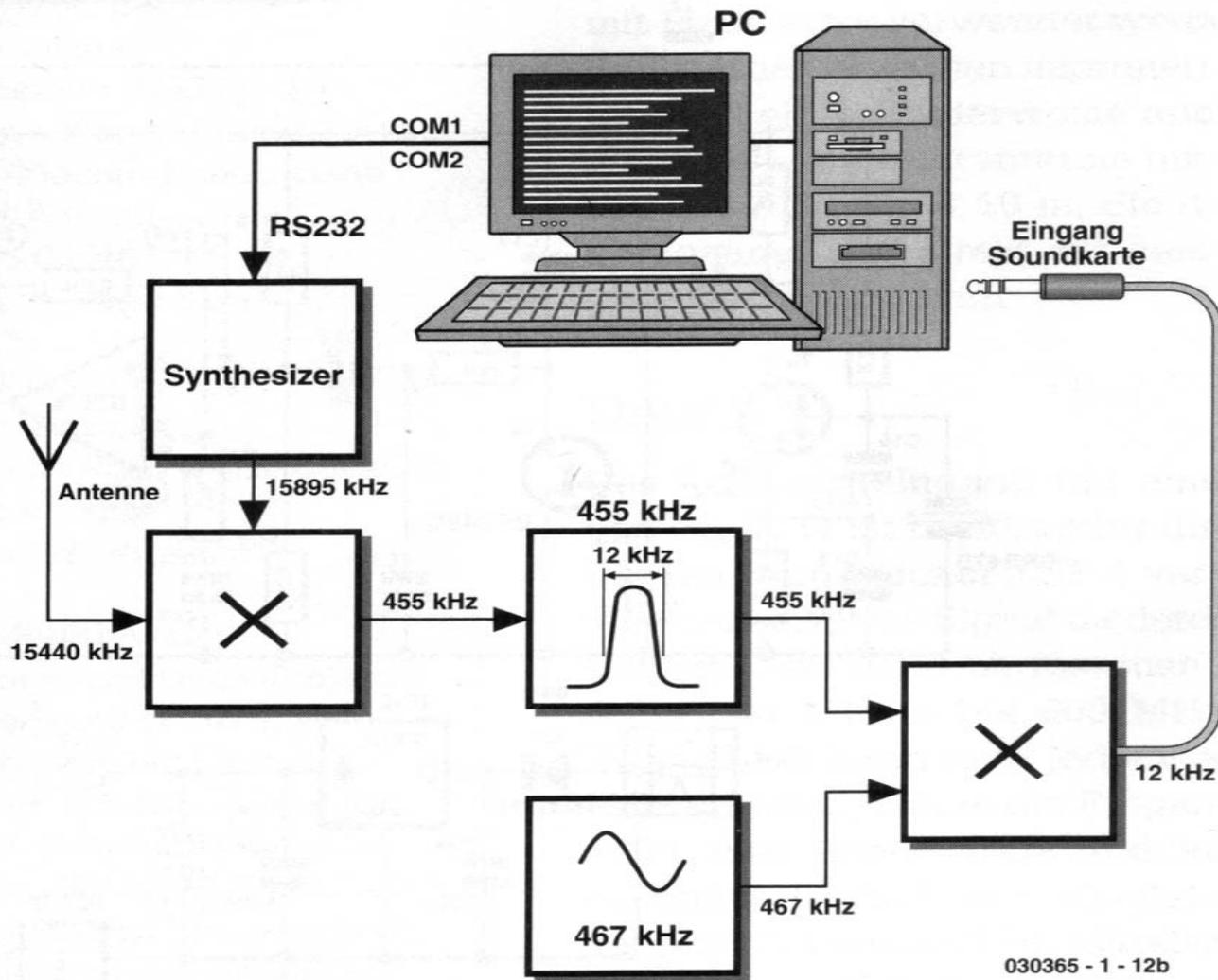
3

4



030365 - 1 - 12a

Bild 1 a. Der DRM-Empfänger hat zwei Verbindungen mit dem Computer: Eine zur seriellen Schnittstelle für die Abstimmung und eine zum Eingang der Soundkarte für die Decodierung des DRM-Signals.



030365 - 1 - 12b

Bild 1 b. Blockschaltbild des DRM-Empfängers, der das Signal eines DRM-Senders als Doppelsuper zuerst auf eine Zwischenfrequenz von 455 kHz und dann auf 12 kHz heruntermischt.

Etwas mehr Aufwand Elektor März 2004

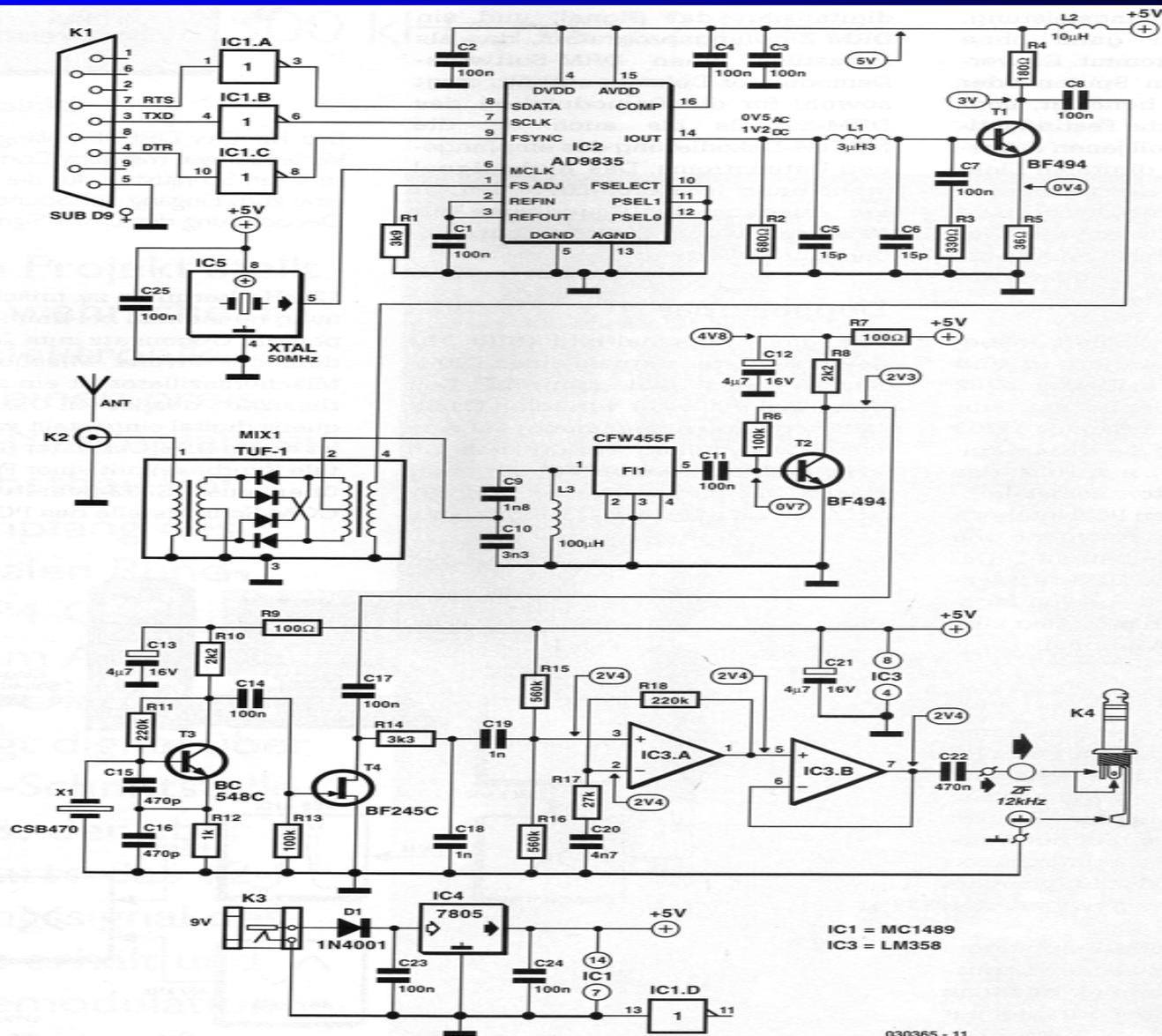


Bild 2. Die Schaltung des DRM-Empfängers zeichnet sich durch die PC-gesteuerte Abstimmung eines DDS-Oszillators und durch eine PLL-gestützte Mischung aus.

Verbesserung des Empfangs durch abstimmbare- Vorselektion aus Elektor 4/2004 für alle DRM-Empfänger

Bild 3. Ein frei abstimmbarer Kreis zur Vorselektion.

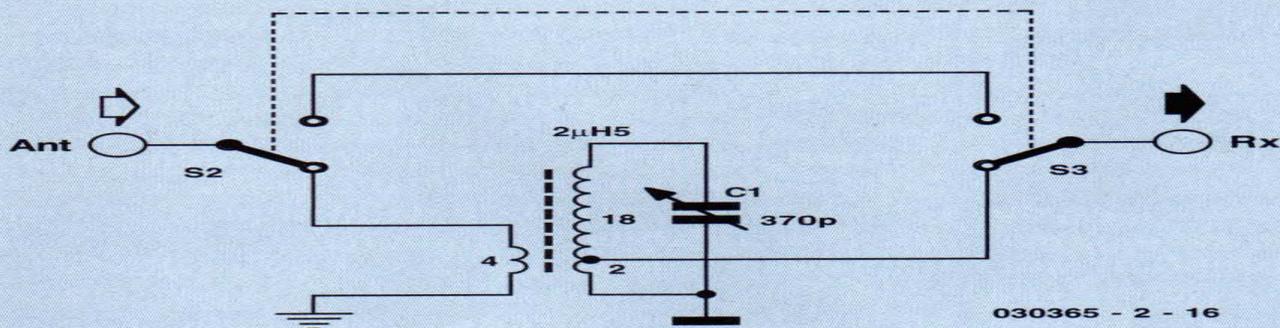


Bild 4. Abstimmung mit Kapazitätsdiode statt Drehkondensator.

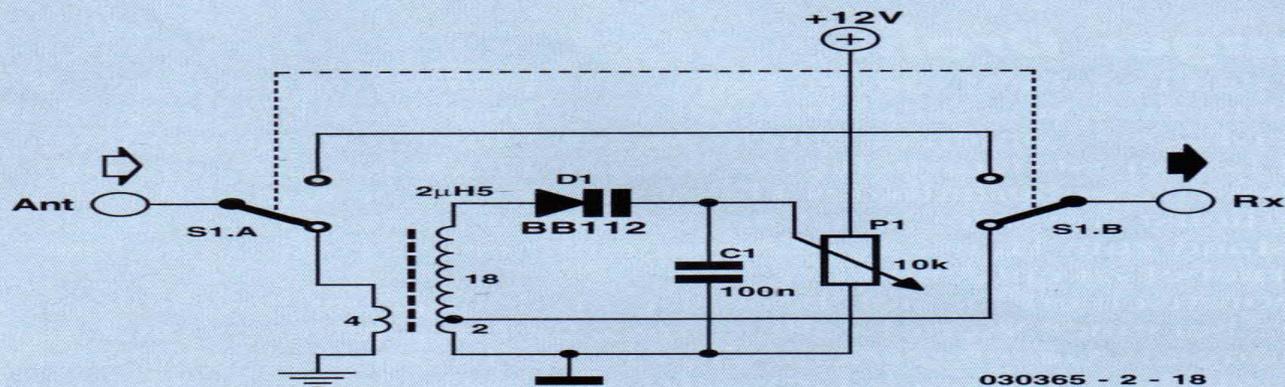
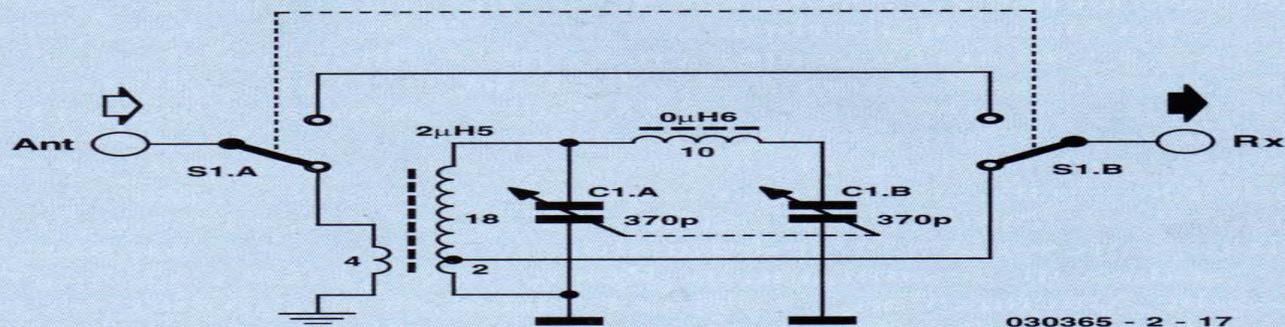


Bild 5. Abstimmung von 3 MHz bis 30 MHz mit einem Doppel-Drehkondensator.



Verbesserung des Empfangs durch Vorselektion aus Elektor 4/2004 für alle DRM-Empfänger (Festfrequenzfilter)

Bild 6.
Ein Antennenfilter
für 1296 kHz.

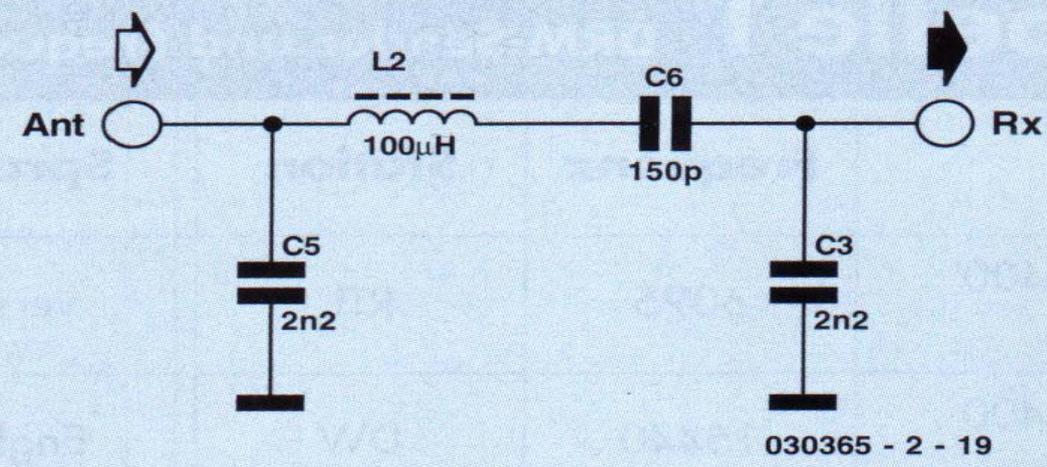
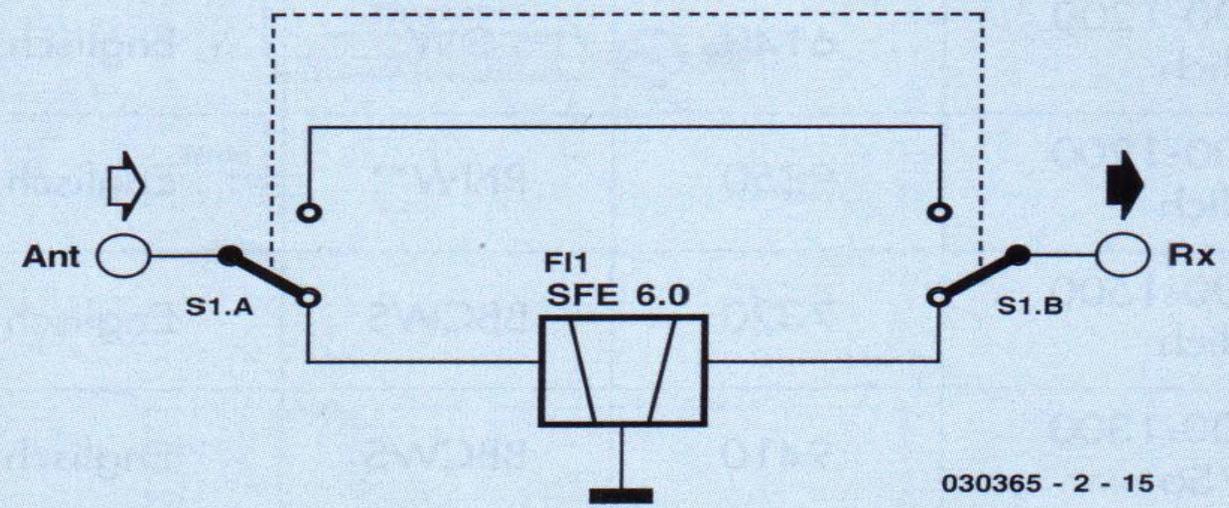


Bild 7. Verwendung
eines Keramik-ZF-
Filters zur
Vorselektion.



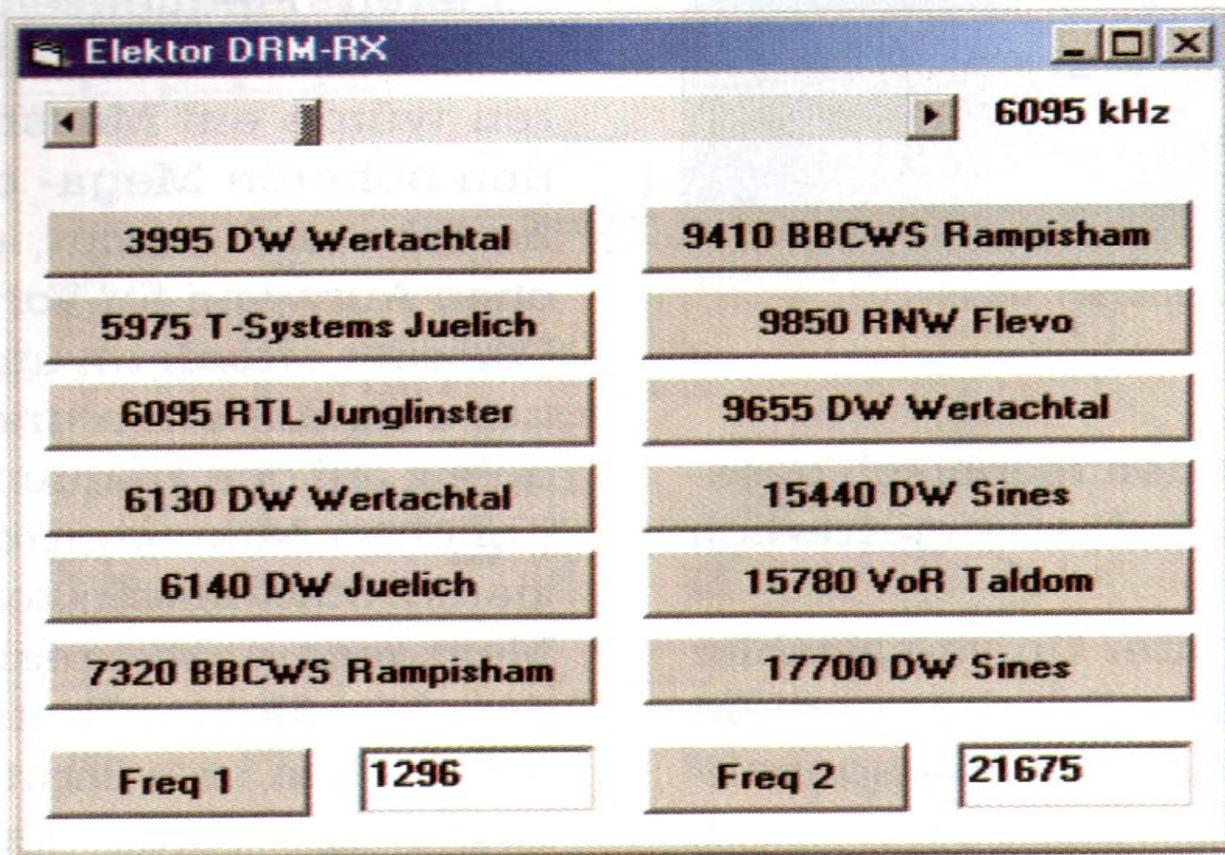
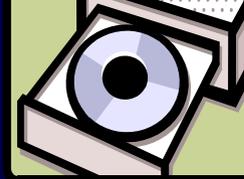
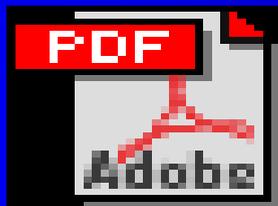


Bild 9. Die Oberfläche des Visual-Basic-Beispielprogramms zur Steuerung des DDS-Ozillators.

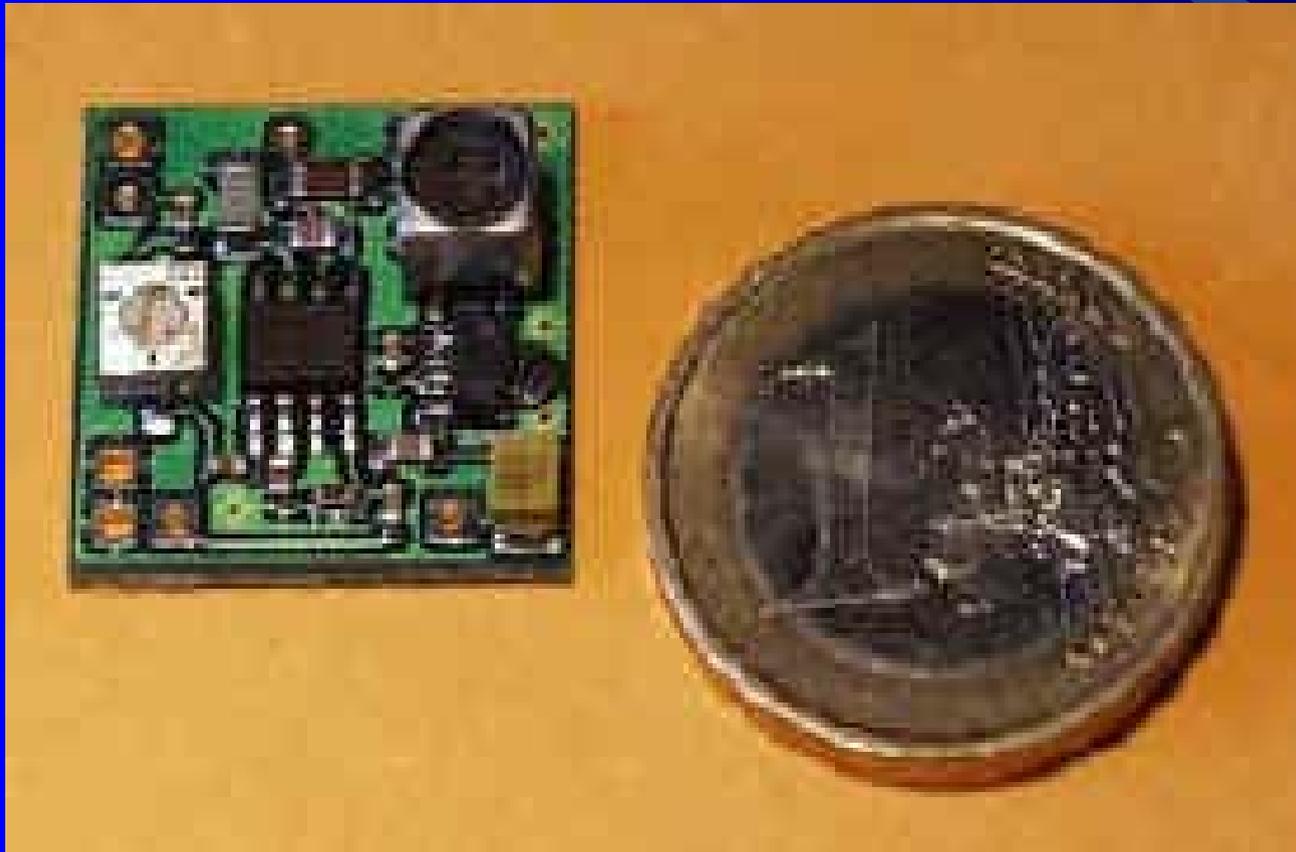
- http://www.drmrx.org/receiver_mods.html.
- z.B: Kurzwellenempfänger R100
- Handbücher für verschiedene(Sende)-Empfänger sind hier zu finden:
- <http://www.mods.dk/>



Adobe
Acrobat-Dokument

Umbauvorschläge

- Mixer von 460 KHz auf 12KHz ist hier zu finden...
- <http://home.t-online.de/home/sat-service/sat/DRM/DRM.htm>



Eigener Umbau IC-728

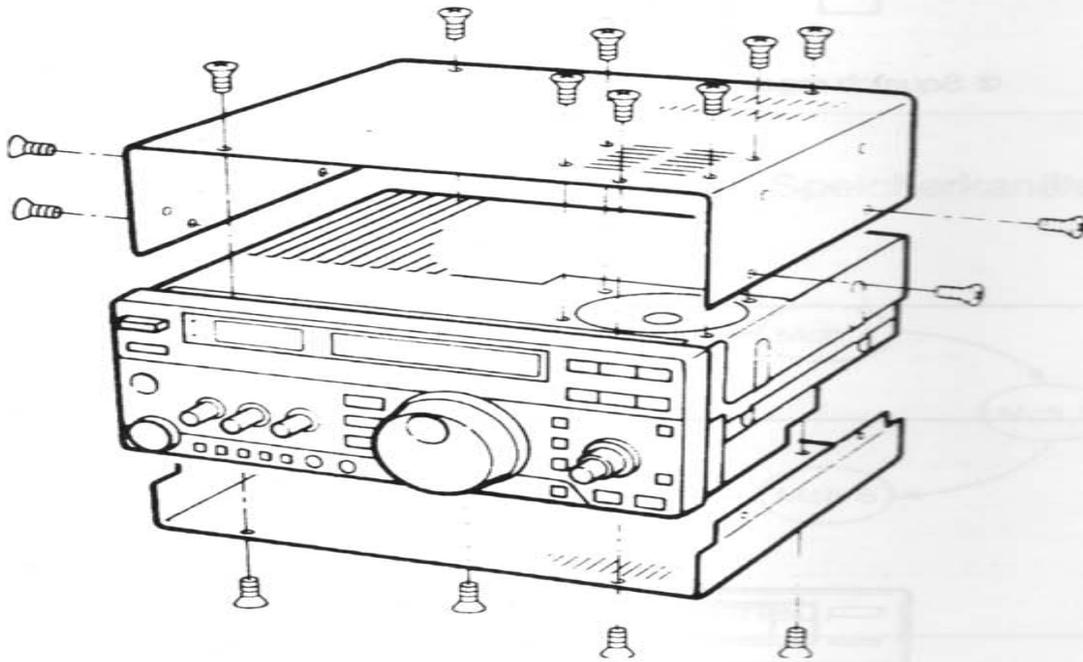


■ Zerlegen des Gehäuses

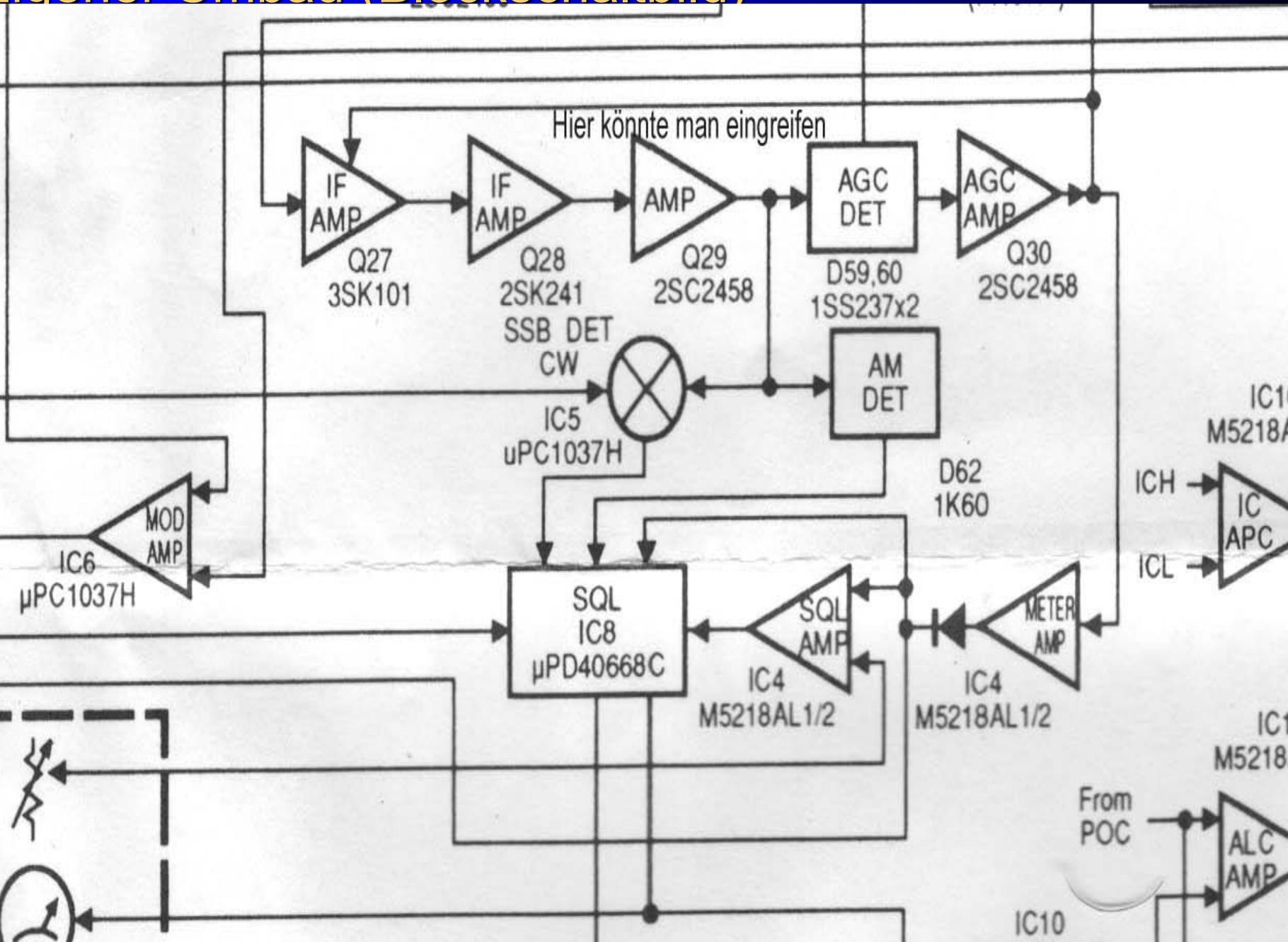
Wenn Sie Sonderzubehör einbauen oder interne Einheiten nachregeln oder eine Sicherung im Gerät ersetzen wollen, gehen sie so vor, wie es in den folgenden Abbildungen gezeigt ist.

Ⓐ Gehäusedeckel und -boden öffnen

Zum Abnehmen des Geäusedeckels und -bodens werden wie in der untenstehenden Abbildung gezeigt die 16 Schrauben herausgedreht.



Eigener Umbau (Blockschaltbild)



Wenn sie nicht so gerne mit dem
Computer umgehen.....



Dann gibt es auch was zu kaufen



Adobe
Acrobat-Dokument



Acrobat-Dokument



Acrobat-Dokument

<http://www.winradio.com/home/g303-drm.htm>

- FM ähnliche Tonqualität (Stereo)
- Mit dem Radioprogramm können ausführliche Zusatzinformationen übermittelt werden.
- Positiver Aspekt in der Powerline Diskussion
- An einer bestimmten Schwelle dann bekommt das demodulierte Signal plötzlich Aussetzer und schließlich bleibt der Empfänger einfach stumm, weil er den empfangenen Datenstrom nicht mehr lesen kann.



Also..... liebe Hobbykollegen

Nicht lange herumtändel

Schlagt zu und baut einen DRM-Empfänger

Schmalband-Digital-Audio

Der AAC-Audiocodec im DRM-System

Von Alexander Kurpiers

Der digitale Rundfunk auf Kurzwelle erlaubt trotz allen Fortschritts nur ein dünnes Bit-Rinnsal. Dass sich trotzdem eine gute Tonqualität übertragen lässt, ist ein kleines technisches Wunder, das auf den Namen "High Efficiency AAC" hört.

Die typischen Bitraten, die das DRM-System [1] über Kurzwelle übertragen kann, betragen 15-25 kbit/s. Bei dieser niedrigen Bitrate ist mit dem bekannten MP3-Verfahren keine vernünftige Audio-wiedergabe mehr möglich, so dass für DRM Alternativen gesucht werden mussten. Man fand eine sehr leistungsfähige Lösung im moderneren "High Efficiency AAC" (HE AAC) von Coding Technologies [2], auch "aacPlus" genannt, die zum Beispiel auch bei dem Satellitenrundfunksystem "XM Radio" Verwendung findet.

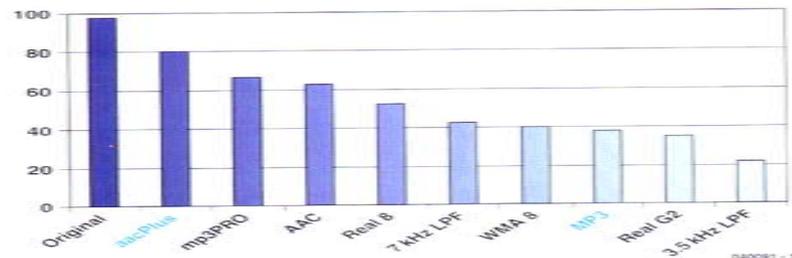
Komprimierung

Allen verlustbehafteten Audio-komprimierungsverfahren wie MP3 und AAC ist gemeinsam, dass sie die Eigenschaften des menschlichen Gehörs ausnutzen: das, was wir nicht hören können, wird nicht übertragen. Eine wichtige Eigenschaft des Ohrs ist, dass unter bestimmten Bedingungen laute Töne leise überdecken können, was man auch als Maskierung bezeichnet. Mit einem psychoakustischem Modell berechnet der Audioencoder aus dem Audiosignal, welches Geräusch momentan unhörbar bleibt. Das Audiosignal wird jetzt mit

so wenig Bits quantisiert, dass das Quantisierungsgeräusch gerade noch nicht stört. Das Anfang der 90er Jahre entwickelte MP3 (eigentlich MPEG1/2 Layer 3) komprimiert auf etwa 1/12 der Originaldatenrate. AAC verbessert die Komprimierung noch durch Einsatz zusätzlicher Algorithmen, im MPEG-4-Standard auch "Tools" genannt. So sorgt beispielsweise das "Long Term Prediction" (LTP) Tool dafür, dass Signalverläufe, die sich periodisch wiederholen, nicht ständig neu übertragen werden müssen. Zusammen mit anderen Detailverbesserungen komprimiert AAC etwa um den Faktor zwei besser als MP3. Dies würde immer noch nicht genügen, um bei den extrem niedrigen Datenraten von DRM Musik in guter Qualität zu übertragen.

Höhen rechnen

Der entscheidende Trick bei HE AAC ist aber das "Spectral Band Replication" (SBR) Tool. Dabei wird ausgenutzt, dass natürliche Geräusche spektral im Wesentlichen aus Linien mit konstantem Abstand (Grundwelle und Oberwellen) und Rauschen bestehen. Um dies auszunutzen wird nur der niederfrequente Teil des Audio-



signals mit AAC komprimiert, indem zuvor die Abtastrate halbiert wird. Die Datenrate kann dadurch deutlich reduziert werden. Das Ergebnis klingt allerdings wegen der fehlenden Höhen dumpf wie Mittelwellenrundfunk. Durch das SBR-Tool werden jetzt die fehlenden hohen Frequenzanteile im Decoder wieder "errechnet". Dabei werden die niederfrequenten Anteile ins hochfrequente Spektrum kopiert und passend spektral geformt. So kommt man dem Originalsignal schon recht nahe. Schließlich werden noch fehlende Töne und Rauschen hinzugefügt. Die Zusatzinformationen, die man für die Formung des Spektrums und die hinzugefügten Teile benötigt, kommen mit einer geringen Bitrate aus.

Testsieger

In einem Vergleichstest (siehe **Abbildung**) ermittelte die EBU (European Broadcasting Union) für aacPlus (alias HE AAC) bei 48 kbit/s einen deutlichen Vorsprung vor alternativen Technologien. Interessanterweise schneidet auch mp3PRO, das ebenfalls SBR verwendet, recht gut ab.

Mit HE AAC ist es jetzt mög-

lich, sehr gute Mono-Qualität bei 20 kbit/s zu erreichen. Über DRM übertragene Musik kommt FM-Rundfunk qualitativ schon sehr nahe. Das in DRM verwendete AAC bietet seit Dezember 2003 zusätzlich einen "Parametric-Stereo"-Modus, der bei nur unwesentlich höherer Bitrate einen stereoähnlichen Effekt bietet.

[1] DRM Homepage
www.drm.org

[2] Homepage
"Coding Technologies"
www.codingtechnologies.com

[3] Martin Dietz and
Stefan Meltzer
"CT-aacPlus - a state-of-the-art Audio coding scheme"
European Broadcasting Union
Technical Review No. 291
(July 2002)
www.ebu.ch/trev_291-dietz.pdf

[4] Martin Walters et. al.: "A close look into MPEG-4 High Efficiency AAC". 11.5th Audio Engineering Society Convention, New York, October 2003
www.telos-systems.com/techtalk/hosted/HE-AAC.pdf

Zusätzliche Informationen

- <http://www.asamnet.de/~bienerhj/digital.html#0110>
- <http://www.drm-national.de/DIGITALEKURZWELLE.PDF>
- <http://www.jbeck.org/pdf/senger.pdf>
- <http://www.addx.de/drm/drm-03.php>
- <http://www.b-kainka.de/bastel96.htm>
- <http://www.drm.org/system/centraudiov202.htm>
- <http://www.drm-info.de/forum/>
- <http://www.drmrx.org/>
- <http://home.t-online.de/home/sat-service/sat/DRM/DRM.htm>
- <http://www.owdjim.gen.nz/chris/radio/DRM/DRM.html>
- <http://www.tu-darmstadt.de/fb/et/uet/fguet/mitarbeiter/vf/DRM/DRM.html>

Zusätzliche Informationen

- <http://www.ak-modul-bus.de/shop/index.htm>
- <http://www.df9cy.de/download.htm>
- <http://home.arcor.de/carsten.knuetter/drm.htm>
- <http://www.drm.org/>
- http://www.drmrx.org/receiver_mods.html
- <http://www.rnw.nl/realradio/html/drm.html>
- http://www.drmrx.org/receiver_mods.html
- <http://www.drm-info.de/>
- <http://www.elektor.de/ln/ln.htm>
- <http://www.elexs.de/drm.htm>
- <http://www.geist-electronic.de/>
- <http://www.b-kainka.de/drmpraxis.htm>
- <http://www.elektor.de/pcbs/pcbs.htm>

Zusätzliche Informationen

- http://www.eiinfo.fh-konstanz.de/download/drm/drm_ss03.htm
- <http://www.hamgate.de/>
- <http://www.drm-national.de/>
- <http://www.b-kainka.de/drmfaq.htm#drmrX>
- <http://www.elexs.de/drm2.htm>
- <http://www.funkamateur.de/>
- <http://www.drmrx.org/forum/showthread.php?s=24fcb9899eba6542271bf900b801092c&threadid=573>
- http://www.dw-world.de/german/0,3367,2982_A_895016,00.html
- http://www.deutsche-welle.de/german/0,3367,3912_A_499028_1_A,00.html#
- http://www.deutsche-welle.de/dwelle/cda/detail/dwelle.cda.detail/download/0,3830,499028_87006,00.pdf