

Digital Amateur TeleVision (D-ATV)

Vernetzung von Repeatern

Thomas Sailer, HB9JNX/AE4WA, Stefan Reimann, DG8FAC

22. März 2003

1 Einleitung

Die im letzten Jahr [9, 10, 6, 8, 5] vorgestellten D-ATV Baugruppen erlauben den einfachen Aufbau eines D-ATV Senders. In der Zwischenzeit sind noch einige weitere Baugruppen dazu gekommen, z.B. QPSK-Tuner (Bild 1), die nun den einfachen Aufbau von vernetzten D-ATV Repeatern erlauben. Dieser Beitrag soll einen Einblick in die Möglichkeiten der Nutzung digitaler Einstiege, der Vernetzung von D-ATV Repeatern und der Konfiguration dieser Repeater, damit der Sendersuchlauf eines Empfängers auch alle verfügbaren Programme findet.

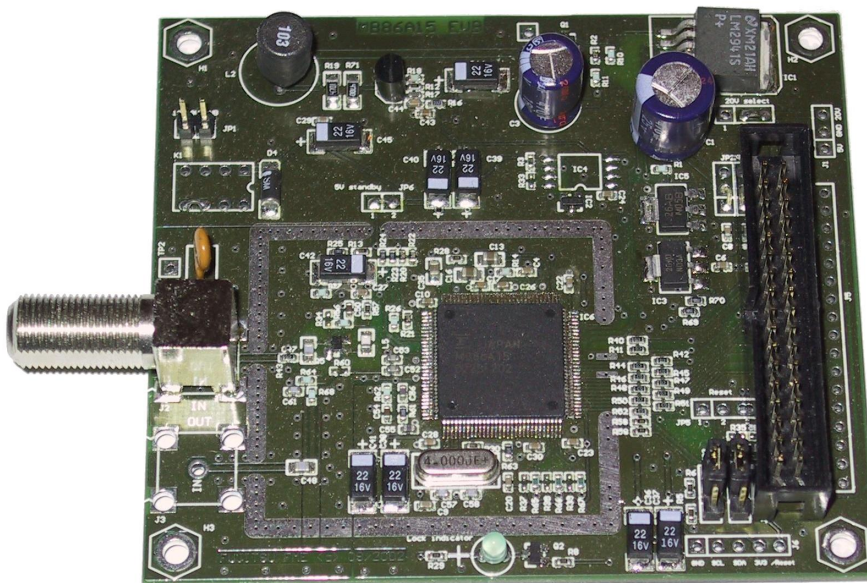


Abbildung 1: QPSK-Tuner

2 Aufbau des DVB-Sendersignals

Jedes Programm besteht aus einem oder mehreren Datenströmen, den sogenannten Elementary Streams (ES). Beispiele für Elementary Streams sind der Videodatenstrom, der Audiodatenstrom, und der Teletextdatenstrom.

Die digitale Technik erlaubt es, mehrere Programme über denselben Sender auszustrahlen. Ebenso kann die gesamte Bandbreite sehr flexibel den einzelnen Programmen zugeteilt werden. Dazu wird jeder Elementary Stream in 188 Byte lange Pakete aufgeteilt. Diese Transport-Stream (TS) Pakete enthalten einen 4 Byte Header, welcher einen 13 bittigen Packet Identifier (PID) enthält. Dieser PID ermöglicht es dem Empfänger, jedes dieser Transport-Stream Pakete einem Elementary Stream zuzuordnen. Jeder Elementary Stream benötigt eine eigene PID.

2.1 Das “Inhaltsverzeichnis”: Die DVB-Tabellen

Damit ein Empfänger ein Programm erfolgreich decodieren und anzeigen kann, muss er etliche Parameter wissen. Neben den eigentlichen Senderparametern (Frequenz, Symbolrate, Fehlerschutz (FEC)) muss er den PID jedes zum Programm gehörenden Elementary Streams wissen.

Bei den meisten DVB-S-Empfängern kann man diese Parameter im “Profi”-Modus von Hand eingeben und ansehen, bequemer jedoch ist die automatische Einstellung mittels eines Sendersuchlaufs. Damit der Sendersuchlauf die Programme finden kann, muss der Empfänger das “Inhaltsverzeichnis” des Datenstromes kennen. Dieses wird als DVB-Service Information (SI) [4] Tabellen in den Datenstrom eingebettet.

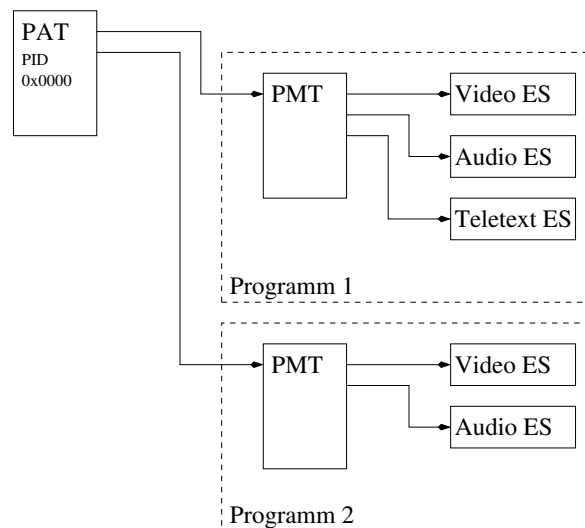


Abbildung 2: SI-Tabellen

Figur 2 die Struktur der wichtigsten SI-Tabellen. Die Program Allocation Table (PAT) bildet den Ankerpunkt. Sie wird immer auf PID 0 ausgestrahlt und enthält einen Verweis auf die Program Map

Table (PMT) jedes Programmes. Die PMT wird auf einem beliebigen PID ausgestrahlt und enthält ein Verzeichnis der zu diesem Programm gehörenden Elementardatenströme (ES).

Die Service Descriptor Table (SDT) wird auf PID 0x11 ausgestrahlt und enthält die Sendernamen, Sprachen und den Typ des Senders (z.B. TV, Radio). Die Event Information Table (EIT) auf PID 0x12 enthält den elektronischen Programmführer. Daneben gibt es noch einige weitere, weniger wichtige Tabellen.

3 Szenarien

Im Folgenden sollen einige mögliche Szenarien beschrieben werden.

3.1 D-ATV Repeater mit Digitaler Eingabe

Das QPSK (DVB-S) Tuner Board macht den Aufbau eines Repeaters mit einer digitalen Eingabe sehr einfach. Figur 3 zeigt ein Blockschaltbild eines solchen Repeaters.

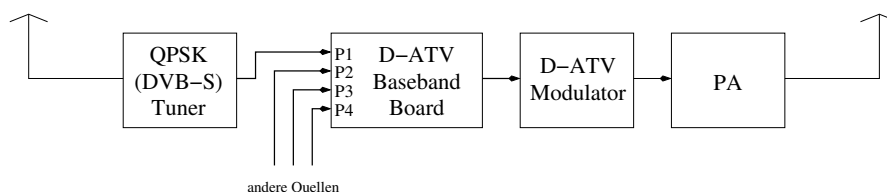


Abbildung 3: Blockschaltbild Repeater mit digitaler Eingabe

Sämtliche nötigen SI-Tabellen werden durch den μC auf dem Basisband-Board erzeugt. Der QPSK-Tuner liefert nur die Elementardatenströme für Video, Audio und allenfalls Teletext. Dies ermöglicht es dem Sendersuchlauf eines Empfängers auf der Ausgabe, sämtliche Programme zu finden, auch solche, die gerade nicht aktiv sind.

Somit müssen nun, neben der normalen Konfiguration des D-ATV-Senders, zwei Dinge konfiguriert werden. Erstens muss auf dem Eingang (in diesem Fall am Transport Stream Port 1) ein Filter definiert werden, welches nur den Video- und den Audioelementardatenstrom durchlässt, und zweitens müssen diese beiden Datenströme als externes Programm deklariert werden, damit der μC die benötigten Tabellen generiert.

Figur 4 zeigt die relevanten Angaben im Konfigurationsfile des D-ATV Senders. In diesem Beispiel wird ein Videodatenstrom mit PID 0x100 und ein dazugehöriger Audiodatenstrom auf PID 0x101 erwartet. Das PID Filter lässt alle Pakete durch, deren PID nach Maskierung mit 0x1ffe 0x100 ergeben, also nur Pakete mit PID 0x100 und 0x101. Beide PIDs werden ebenfalls als externes Programm eingetragen. Zudem wird der μC angewiesen, eine PMT für dieses Programm auf PID 0x102 zu generieren (PMT PID), und der Empfänger wird angewiesen, als Abspieltakt den Takt des Videodatenstromes zu nehmen.

Der QPSK-Tuner kann natürlich nicht nur zur Realisation einer Digitalen Benutzereingabe benutzt werden, sondern auch zur Realisation eines Links.

```

transportstream 1 {
    tuner mode = mb86a15;
    tuner frequency = 1270M;
    tuner symrate = 4000k;
    tuner fec = 1/2,2/3,3/4,5/6,7/8;
    pidfilter = none plus 0x0100/0x1ffe;
};

external program {
    pmt pid = 0x102;
    pcr pid = 0x100;
    service provider name = "DB0xyz";
    service name = "DB0xyz";
    language = "DEU";
    video stream {
        pid = 0x100;
        language = "DEU";
    }
    audio stream {
        pid = 0x101;
        language = "DEU";
    }
};

```

Abbildung 4: Konfiguration Repeater mit digitaler Eingabe

3.2 D-ATV Repeater mit Analoger und Digitaler Eingabe auf derselben Frequenz

DVB-S Empfänger können sehr günstig erworben werden, teilweise unter 200€. Das Sendeequipment ist aber teurer. Eine frequenzökonomische Möglichkeit, auch Benutzer mit analoger Sendetechnik über den Repeater funken zu lassen und den Umstieg auf die digitale Sendetechnik graduell voranzutreiben ist, eine analoge und eine digitale Eingabe auf derselben Frequenz zu betreiben. Figur 5 zeigt das Blockschaltbild einer solchen Anordnung.

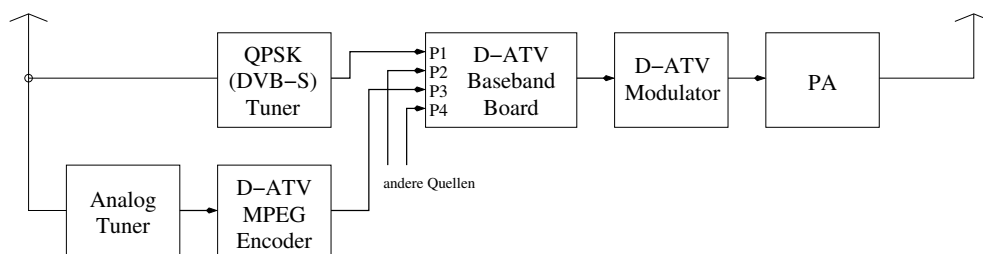


Abbildung 5: Blockschaltbild Repeater mit analoger und digitaler Eingabe auf derselben Frequenz

3.3 Separate Sender für Ausgabe und Link

Damit nun aber nicht beide Programme auf derselben Ausgabe miteinander ausgegeben werden müssen und so die doppelte Bandbreite beansprucht wird, bietet es sich an, den analogen Eingang abzuschalten, wenn am digitalen Eingang ein Programm empfangen wird. Der QPSK Tuner verfügt über eine robuste Trägererkennung, er meldet eine erfolgreiche Synchronisation auf ein anliegendes Digitalsignal erst, wenn er eine gültige DVB-S Rahmenstruktur für einige Zeit empfangen hat.

Figur 6 zeigt den dazu nötigen Eintrag im Konfigurationsfile.

```
transportstream 1 {  
    tuner port disable = 3;  
};
```

Abbildung 6: Konfiguration Repeater mit analoger und digitaler Eingabe auf derselben Frequenz

3.3 Separate Sender für Ausgabe und Link

Die einfachste Möglichkeit zwei Repeater zu vernetzen, ist sicherlich, einen Repeater mit einem QPSK-Tuner auf der Frequenz des andern auszustatten. Es ist aber auch möglich, mehrere D-ATV-Sender an einer digitalen Quelle zu betreiben. Figur 7 zeigt ein Blockschaltbild dieser Konfiguration.

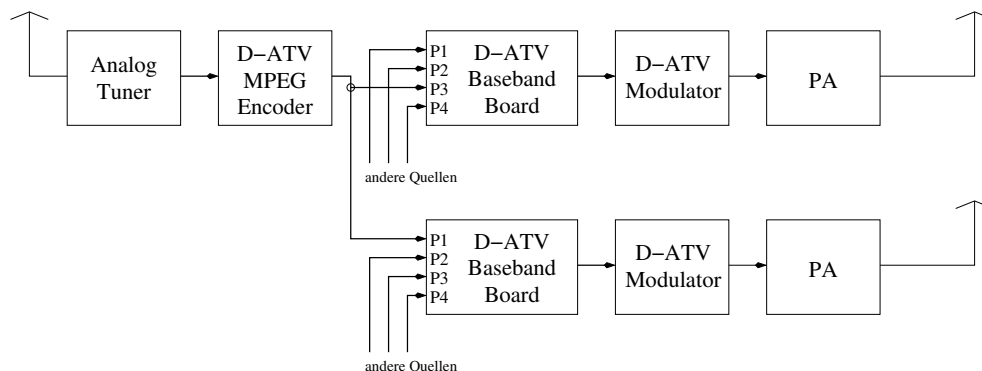


Abbildung 7: Zwei D-ATV Sender an einer Quelle

Tabelle 1 zeigt die Anschlussbelegung des Transport-Stream-Anschlusses, der die digitalen Datenquellen (MPEG Encoder, QPSK Tuner) mit dem Basisbandboard verbindet. Die eigentlichen Transport-Stream-Daten werden über ein acht Bit breites paralleles Interface übertragen. Die Daten werden über die Leitungen D0–D7 übertragen, CK überträgt den Takt. VL, SY und EN sind Handshake-Leitungen. Diese Leitungen können einfach von einer Quelle parallel an mehrere D-ATV Basisband-Boards angeschlossen werden.

Normalerweise treibt das Basisband-Board die Clock-Leitung CK beim Anschluss eines D-ATV MPEG Encoders. Wenn mehrere Basisband-Boards parallel an einen MPEG-Encoder angeschlossen werden, darf natürlich nur ein Board diesen Clock treiben. Die andern Boards dürfen daher nicht im Modus “datvencoder”, sondern müssen im Modus “extclock” betrieben werden.

Neben den Transport-Stream-Datenleitungen sind noch einige andere Leitungen nötig, um ein D-ATV-MPEG-Encoder zum Leben zu erwecken. Dies sind z.B. die Spannungsversorgung (V5.0),

Signal	Pins	Signal
V5.0	1 2	V5.0
V5.0	3 4	V5.0
SDA	5 6	XERROR or IRQ_VC
SCL	7 8	XRESET
GND	9 10	GND
CK	11 12	SY
VL	13 14	EN
D6	15 16	D7
D4	17 18	D5
D2	19 20	D3
D0	21 22	D1
GND	23 24	GND
SDOUT	25 26	PLLTHR
SCLK	27 28	SDIN
GND	29 30	GND
MCLKI	31 32	ASCLK
RSTDA	33 34	BCLK

Tabelle 1: Transportstream-Anschluss

Clock-Signale (MCLKI, ASCLK), Reset-Signale (XRESET, PLLTHR, RSTDA) und Signale für den Download der Firmware (SDIN, SDOUT, SCLK). Diese Signale dürfen ebenfalls nur mit dem Basisband-Board verbunden werden, welches den Clock treibt (im Modus “datvencoder” betrieben wird).

Figur 8 zeigt die relevanten Einträge in der Konfigurationsdatei des Basisbandboards, welches die Clock-Leitung treibt, und Figur 9 die Einträge für die anderen Basisbandboards.

```
transportstream 3 {
    mode = datvencoder;
    video pid = 0x100;
    audio pid = 0x101;
    pmt pid = 0x102;
};
```

Abbildung 8: Konfiguration Basisband-Board 1

3.4 PID Kollision

Was passiert, wenn man seinen Repeater mit dem Nachbarn vernetzen möchte, dieser aber dieselben PIDs für die Elementardatenströme benutzt?

Man sollte versuchen, dieses Problem durch frühzeitige Koordination mit den Nachbarn gar nicht erst entstehen zu lassen. Falls es aber doch einmal entsteht, gibt es eine eingeschränkte Möglichkeit, PIDs im Basisbandboard zu ändern.

```

transportstream 1 {
    mode = extclock;
    clock edge = falling;
    pidfilter = none plus 0x0100/0x1ffe;
};

external program {
    pmt pid = 0x102;
    pcr pid = 0x100;
    service provider name = "DB0xyz";
    service name = "DB0xyz";
    language = "DEU";
    video stream {
        pid = 0x100;
        language = "DEU";
    }
    audio stream {
        pid = 0x101;
        language = "DEU";
    }
};

```

Abbildung 9: Konfiguration Basisband-Board 2

Die allgemeine Lösung, jede PID in jede beliebige andere zu ändern, würde viel Hardware benötigen, nämlich ein Content-Addressable Memory (CAM). Deshalb wurde eine sehr einfache und eingeschränkte Methode implementiert. Am Eingang des Basisbandboards kann zu jeder PID eine Konstante addiert werden, welche ein ganzzahliges Vielfaches von 0x400 sein muss.

```

transportstream 1 {
    pid remap = 0x400;
};

```

Abbildung 10: Konfiguration PID-Remapping

Figur 10 zeigt den relevanten Konfigurationseintrag. Damit wird der PID aller auf dem Transport-Stream Port 1 eintreffenden Pakete um 0x400 erhöht, d.h. aus 0x100→0x500, aus 0x101→0x501 usw. Achtung: der PID-Filter auf Port 1 sieht noch die ursprünglichen PID's.

4 Fazit und Ausblick

In diesem Artikel wurden einige mögliche Konfigurationen zur Nutzung digitaler Einstiege und Links mit D-ATV Sendern besprochen.

Es ist spannend, zu verfolgen, wie sich die Digital-TV-Betriebsart im Amateurfunk entwickelt. Hierzu wird das Feedback der Leute, die solche Repeater betreiben, sehr wichtig sein.

Literatur

- [1] D-ATV Forum. <http://www.forum.leipold-net.de/D-ATV/main.php>.
- [2] D-ATV Homepage. <http://www.d-atv.de>.
- [3] SR-Systems. <http://www.sr-systems.de>.
- [4] ETSI EN 300 468 V1.4.1 European Standard (Telecommunications series) Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems, 07 2000.
- [5] Björn-Iwo Schulz, DG0CBP, Abbenrode Rob Krijgsman, PE1CHY, und Wolf-Henning Rech, DF9IC. D-ATV: Erste Betriebserfahrungen. *Adacom Magazin*, (14):58–60, Juni 2002.
- [6] Stefan Reimann, DG8FAC. D-ATV: MPEG-2-Quellenencoder. *Adacom Magazin*, (14):27–32, Juni 2002.
- [7] Thomas Sailer, HB9JNX. *D-ATV Transmitter Configuration File*.
- [8] Thomas Sailer, HB9JNX, und Stefan Reimann, DG8FAC. D-ATV: Basisbandprozessor. *Adacom Magazin*, (14):33–45, Juni 2002.
- [9] Thomas Sailer, HB9JNX/AE4WA, Wolf-Henning Rech, DF9IC/N1EOW, Stefan Reimann, DG8FAC, und Jens Geisler, DL8SDL . Digital Amateur TeleVision (D-ATV). In *18. Internationale Packet-Radio-Tagung*, Darmstadt, 2002.
- [10] Wolf-Henning Rech, DF9IC, und Thomas Sailer, HB9JNX. D-ATV: Was leistet das System? *Adacom Magazin*, (14):21–26, Juni 2002.