

# D-ATV

Dr. Thomas Sailer, HB9JNX/AE4WA, t.sailer@alumni.ethz.ch  
Supercomputing Systems AG

Prof. Dr. Wolf-Henning Rech, DF9IC/N1EOW, rech@fh-pforzheim.de  
Jens Geisler, DL8SDL, geisler@fh-pforzheim.de  
Fachhochschule Pforzheim

Stefan Reimann, DG8FAC, info@sr-systems.de  
SR Systems

19. März 2002

## Inhalt

- Motivation, Analog vs. Digital
- DVB
  - System
  - DVB Physical Layer
  - DVB Physical Layer für den Amateurfunk
- Baugruppen
  - MPEG2 Encoder
  - Basisbandprozessor
  - Modulator
  - Demo PA

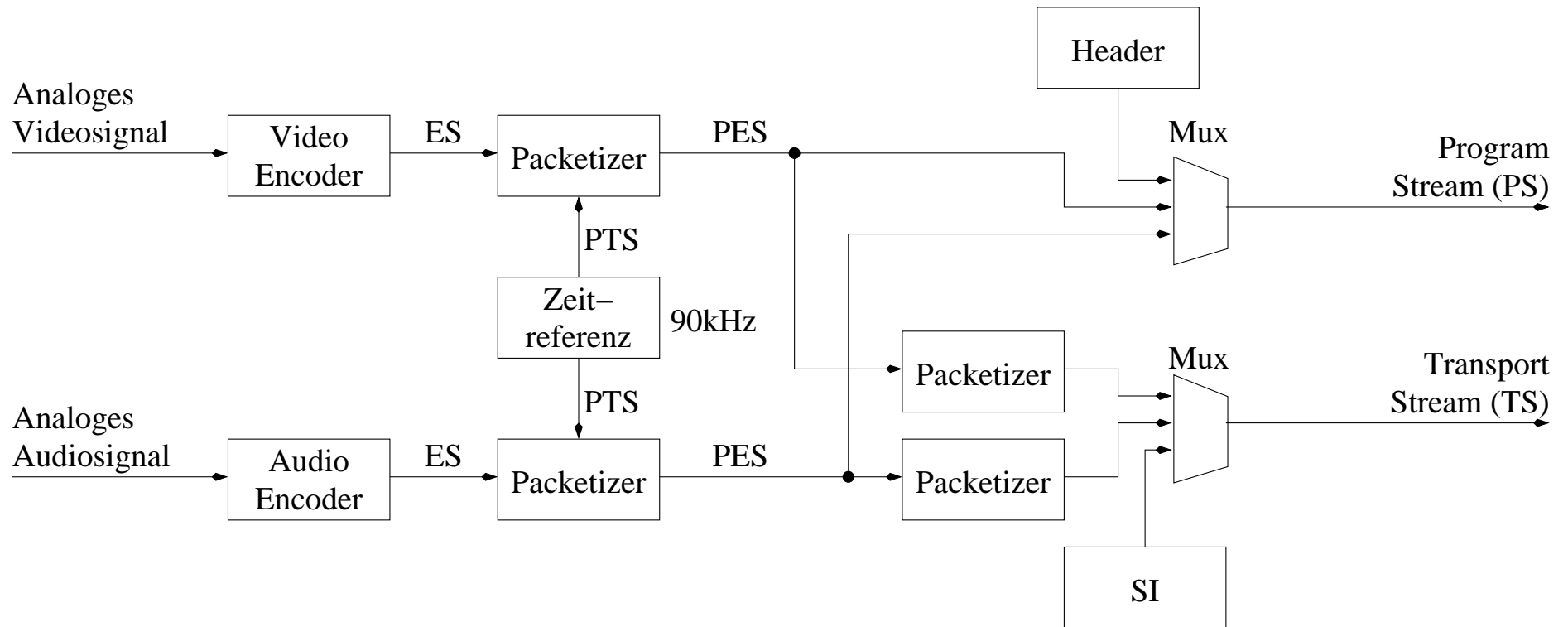
## **Analog vs. Digital, D-ATV vs. FM-ATV**

- Flexibilität
  - Bandbreite/Datenrate
  - Bildqualität/Bildfolgerate
  - Anzahl Programme
- Vernetzung ohne Qualitätsverlust
- 5. . . 15dB weniger SNR nötig
- Quellencodierung: PAL Qualität mit etwa 4–5MBit/s
- grössere Funktionalität von Repeatern
- Datendienste
- Linearere Leistungsverstärker
- Kommerzielle Provider: Astra 19.2° Ost
  - 750 digitale Programme
  - 50 analoge Programme

## DVB

- komplette Eigenentwicklung im Amateurfunk nicht machbar (Entwicklerkapazität)
- Digital Video Broadcast
  - durch ETSI standardisiert
  - etabliert
  - grosse Vielfalt an günstigen, ausgereiften Empfängern

# DVB System (1)



## DVB System (2)

- Video
  - MPEG2
  - Auflösung typ. D1 (704×576)
- Audio
  - MPEG2 Layer II
  - optional MPEG2 Layer III
  - optional AC-3, für 5.1 Surround Sound
- Program Stream für Storage-Anwendungen (DVD)
- Transport Stream für Sendetechnik
  - TS Pakete 188 Bytes, einfach zu multiplexen
  - System Information (SI) Tabellen beschreiben Transportstrom

## DVB Physical Layer (1)

### DVB-C DVB-Cable

- für schmalbandige, aber verzerrungsfreie Kanäle
- QAM mit bis zu 256 Konstellationspunkten
- sehr lineare Leistungsverstärker, sehr hohes SNR nötig

### DVB-S DVB-Satellite

- für nichtlineare Wanderfeldröhrenverstärker und schwache Signale
- QPSK
- einfache Sendertechnik
- lineare Verstärker oder Filter dem Nachbarkanal zuliebe

## DVB Physical Layer (2)

### DVB-T DVB-Terrestrial

- für schmalbandige Kanäle mit starkem Fading/Mehrwegeausbreitung
- OFDM
- Gleichwellennetze (SFN, Single Frequency Networks)
- aufwendige Signalverarbeitung
- sehr lineare Verstärker nötig
- relativ neu, weniger ausgereifte Produkte

### ATSC A/53 US Standard für Terrestrische Aussendung

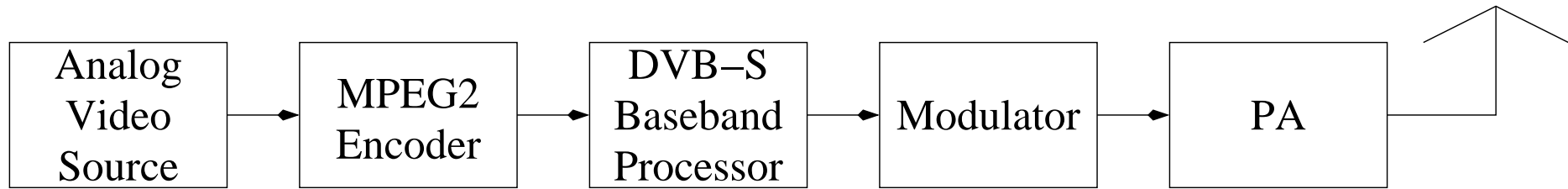
- VSB
- einfacher als DVB-T
- funktioniert sehr schlecht bei Mehrwegeausbreitung/Fading
- lineare Verstärker nötig
- DVB-T technisch unterlegen



## DVB Physical Layer für den Amateurfunk

- wenig Mehrwegeausbreitung durch (einseitigen) Einsatz von Richtantennen
  - eher schwache Signale
  - moderater Aufwand für Leistungsverstärker
  - kleiner Aufwand für Empfänger wünschbar
- DVB-S für den Amateurfunk geeignet
- ausgereifte Empfänger günstig (ab €200) im Satelliten-TV Handel erhältlich
  - selber entwickelte Sendebaugruppen

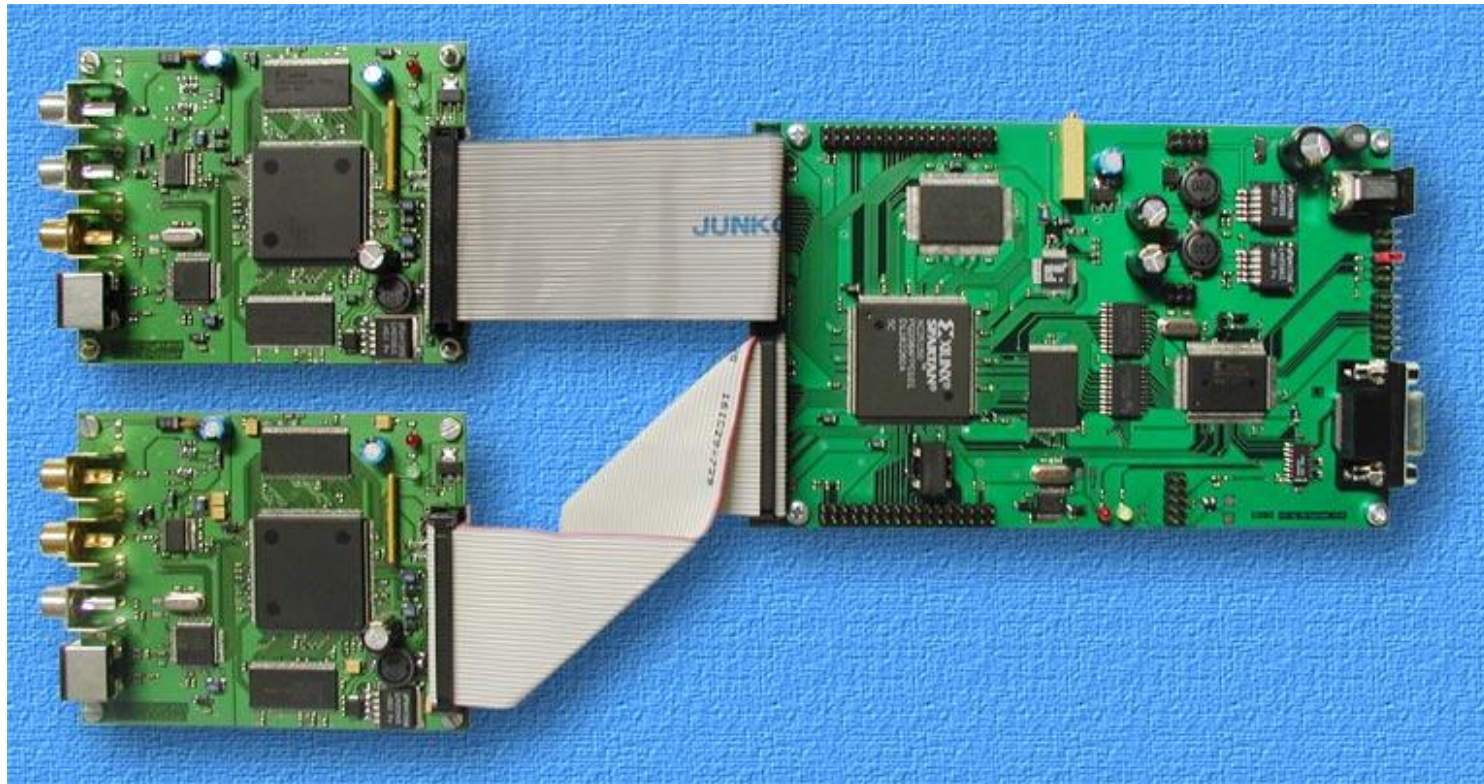
## Baugruppen



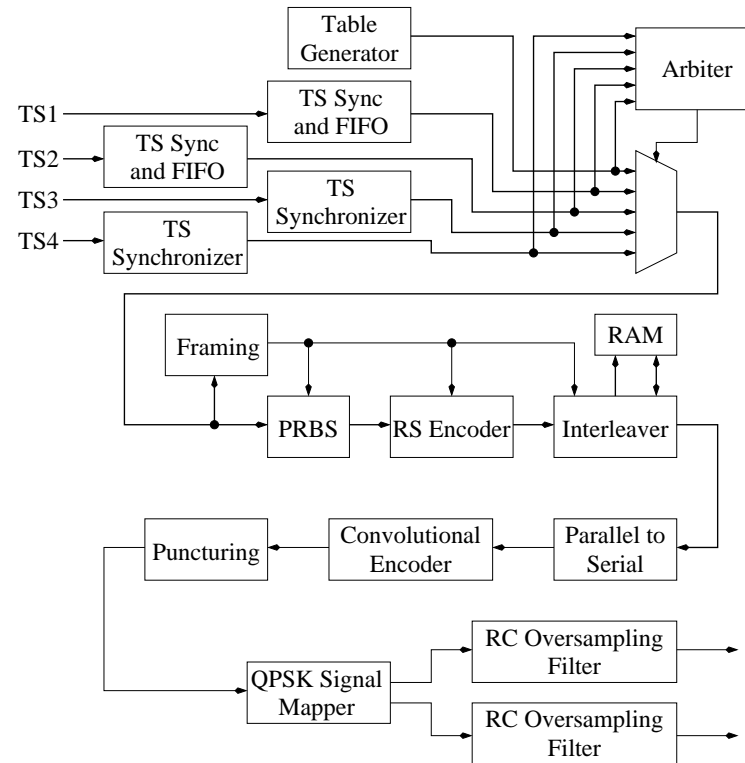
## MPEG2 Encoder

- Eingänge
  - Composite
  - S-Video
- Ausgang
  - Transport Stream (8 Datenleitungen, 1 Byteclock)
- verwandt mit dem Fujitsu-Eval-Board für den MB86390 “Single Chip” MPEG2 Encoder
- Bausteine
  - Fujitsu MB86390 MPEG2 Encoder
  - SDRAM
  - Philips SAA7113 Video ADC
  - TI (ex. Burr Brown) PCM1800 Audio ADC

## MPEG2 Encoder / Basisbandprozessor



# Basisbandprozessor



## Basisbandprozessor (2)

- Eingänge
  - 4 Transport-Stream
- Ausgang
  - I/Q Analogsignale
- TS Synchronizer/FIFO
  - Synchronisation des einkommenden Transport Streams
  - Zwischenspeicherung
- Arbiter/Multiplexer
  - “gerechte” Verteilung der Sendebandbreite auf die 4 Eingänge
- PRBS (Scrambler)
  - Signalfanken für Taktrückgewinnung, keine diskreten Spektrallinien

## Basisbandprozessor (3)

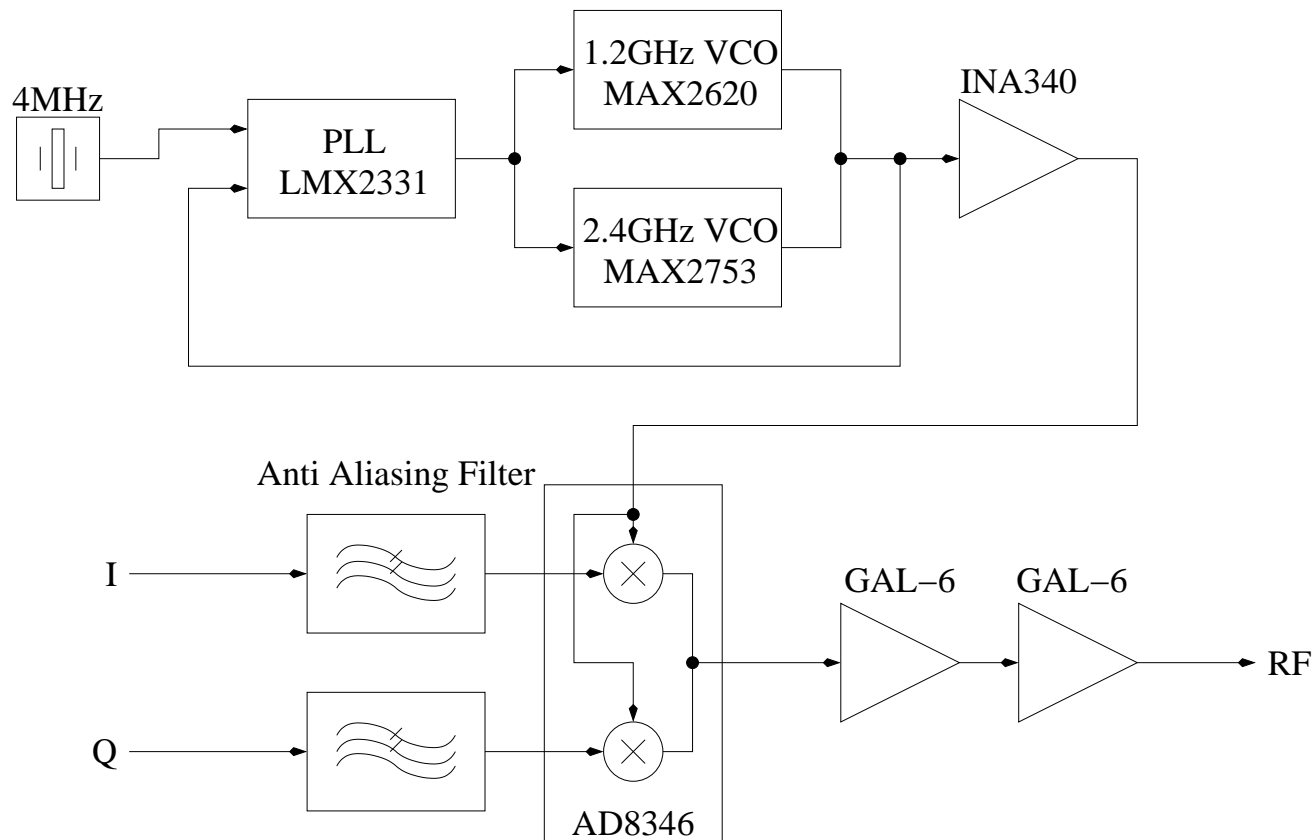
- Reed Solomon Encoder
  - Outer FEC
  - RS(255,239,8) Code verkürzt auf RS(204,188,8)
- Interleaver
  - Verteilen von Burstfehlern auf mehrere RS-Codewörter
- Parallel→Seriell-Wandler
- Faltungscoder
  - Inner FEC
  - Coderate  $\frac{1}{2}$ , punktiert  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{5}{6}$ ,  $\frac{7}{8}$
- QPSK Signal Mapper
- Oversampling-Filter
  - einfacheres analoges Antialias-Filter
  - 4–16fach Oversampling (Symbolrate softwaremässig einstellbar)

## Basisbandprozessor (4)

- Bausteine
  - Xilinx XC2S150 FPGA
    - \* TS-Multiplexer
    - \* DVB-S Basisbandsignalverarbeitung
    - \* SRAM Controller/Bridge
  - Fujitsu MB90F583 16bit Mikrocontroller
    - \* Firmware Download in FPGA/MPEG2 Encoder
    - \* SI-Tabellengenerator
    - \* Teletext-Generator
  - Analog Devices AD9709 Doppel-DAC
  - TI (ex. Burr Brown) PLL1700
    - \* Frequenzaufbereitung (27MHz, Audioclocks)
  - Synchrones SRAM
  - FLASH



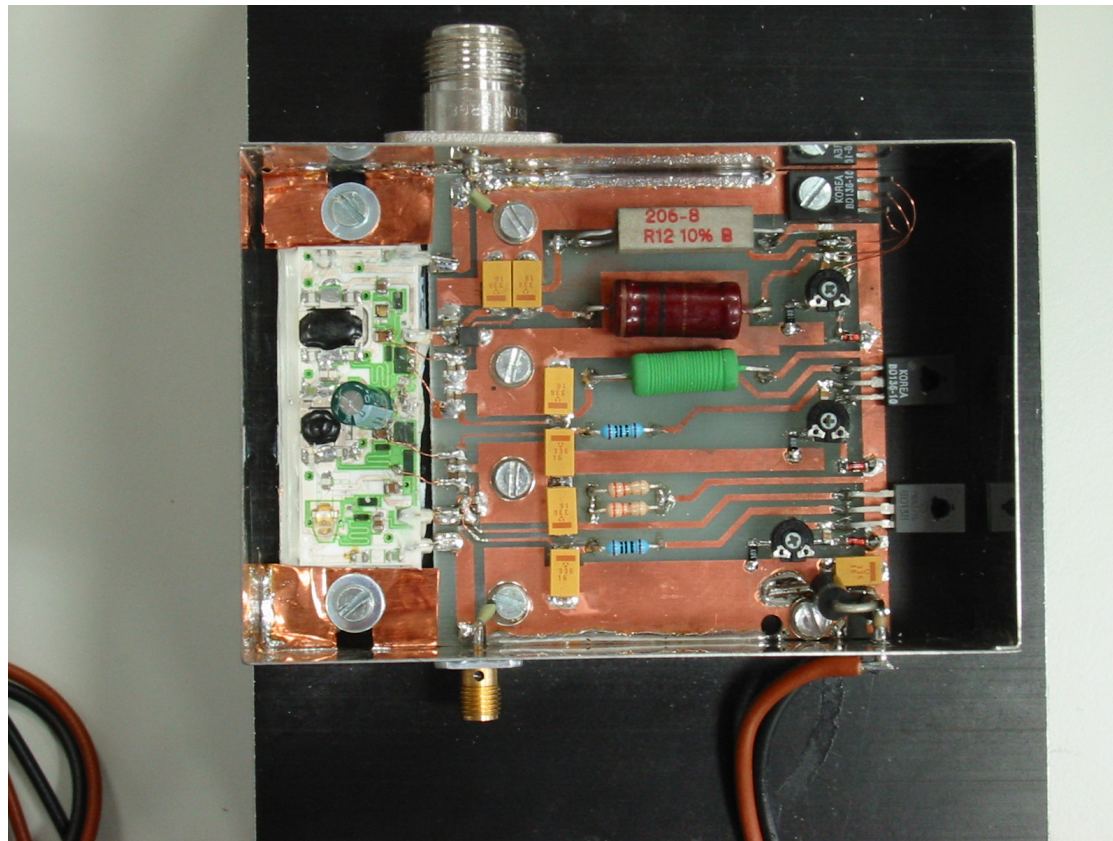
# Modulator



## PA (1)

- Mitsubishi M57762 12V PA-Modul
  - Bias umgebaut auf Klasse-A Betrieb
- 12V, 4A Ruhestrom
- Ausgangsleistung 3W

## PA (2)



## Multiplexer-Programm

- Systemtabellen
  - Automatische Einstellung der Empfängerparameter
- Standbild
  - z.B. für Repeater-Logo
  - ein I-Frame mit niedriger Wiederholrate/Datenrate
  - nicht ganz MPEG-Konform
- Teletext
  - 8 Seiten frei programmierbar
  - Multiplexer-Statistik

## Zusammenfassung

- D-ATV dank hochintegrierter Bausteine im Amateurfunk realisierbar
  - bessere Bildqualität als FM-ATV
  - weniger Bandbreite oder mehrere Programme
  - weniger SNR nötig
  - verlustfreie TV-Links möglich
  - auch Datendienste möglich
    - \* Anbindung an Knotenrechner aber noch zu definieren
- Kleinserie Baugruppen bei SR-Systemen erhältlich

## Zusammenfassung (2)

	Modulator
Band	23cm oder 13cm
	Basisband
Symbolrate	$7\frac{1}{2}$ –30 MSymbole/s (mit anderem Quarz 3 bis 31 MSymbole/s)
Bandbreite	10–40 MHz (mit anderem Quarz bis 4 MHz)
Symbolrate	7–50 MBit/s
Faltungscoderate	$\frac{1}{2}$ , $\frac{2}{3}$ , $\frac{3}{4}$ , $\frac{5}{6}$ , $\frac{7}{8}$
Oversamplingfaktor	4, $4\frac{1}{3}$ , $4\frac{1}{2}$ , $4\frac{2}{3}$ , 5, $5\frac{1}{3}$ , $5\frac{1}{2}$ , 6, $6\frac{1}{2}$ , 7, $7\frac{1}{2}$ , 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
Taktfrequenz	120 MHz ( $\leq 124$ MHz, Quarzfrequenz $\times 2$ )
Eingänge	4
PID Filter	4 frei programmierbar (PID/Maske) pro Eingang

## Zusammenfassung (3)

### MPEG-Encoder

MPEG2	MP@ML, 4:3
Auflösung	D1 (704×576), HD1, SIF, QSIF
Framerate	25/s
Bitrate	1.5–6MBit/s
Eingang	Composite oder S-Video

### Basisband-Programm

Standbild	frei programmierbar
Teletext	8 Seiten frei programmierbar
EPG	Rufzeicheneinblendung auf Knopfdruck