

## 1.11 Meßtechnik für das MPEG2- Protokoll

### 1.11.1 Der MPEG2 Generator DVG

Zur Simulation der MPEG2 Kodierung mit Video, Audio, Tabellen und Daten und zur Gewährleistung jederzeit wiederholbarer Messungen unter identischen Voraussetzungen wird ein TS Generator benötigt. Ein solcher Generator sollte neben den international vorgeschlagenen Transportströmen mit Lifesequenzen, z.B. Flowergarden, Table Tennis auch Meßsequenzen für spezielle Messungen, z.B. Lippensynchronität, gespeichert haben. Der DVG MPEG2 MEASUREMENT GENERATOR erfüllt alle diese Bedingungen.



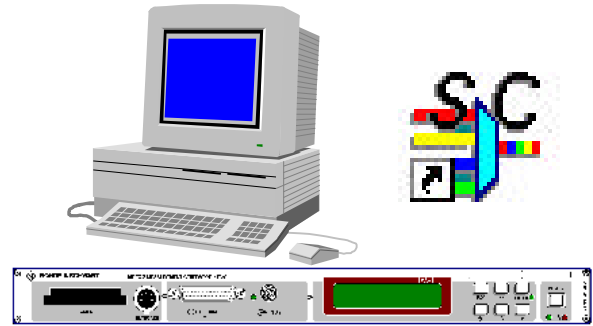
#### Kurzdaten

#### MPEG2 MEASUREMENT GENERATOR DVG

Ausgangssignale	TS nach ISO/IEC 13 818-1
Länge der TS	
DVB	188/204 Bytes
ATSC	188/208 Bytes
Datenraten des TS	0.6 bis 160 Mbit/s
Signalausgänge gemäß DVB-A010	1x SPI, 2x ASI
	oder
	1x SPI, 1xASI, 1x SMPTE 310 und
	Synchroner paralleler MPEG2 Datenstrom nach RS 422
Signale	525/625 Zeilennorm
Schnittstellen für internen PC	2 x RS 232-C (davon 1 x Mouse) Tastatur- und VGA-MonitorAnschlüsse Drucker (parallel) PCMCIA

Die unterbrechungsfreien Endlossequenzen des DVG sind in Entwicklung, Fertigung und bei Abnahmemessungen unentbehrlich. Nur so kann beispielsweise an unterschiedlichen Standorten im SFN (Single Frequency Network) mit gleichen Bedingungen die Senderabnahme durchgeführt werden.

### 1.11.2 DVG-B1 Stream Combiner



Sind für spezielle Untersuchungen am Transportstrom nach dessen Signalverarbeitung z.B im TS Dekoder oder nach der DVB Übertragung Sondereinstellungen gefordert, so kann die Softwareoption DVG-B1 Stream Combiner® aus existierenden Elementarströmen neue Transportströme erzeugen.

Die zugehörigen Tabellen werden automatisch mit generiert, oder sind im Expert Mode frei editierbar.

Um unterbrechungsfreie Endlossequenzen in Video und Audio zu garantieren, passt die zum Stream Combiner® gehörende Softwareerweiterung ES2Loop (Elementarstrom zur Schleife) ES Video und ES Audio in der Länge aneinander an. Mit dieser Option ist die Signalvielfalt im DVG MPEG2 MEASUREMENT GENERATOR unbegrenzt.

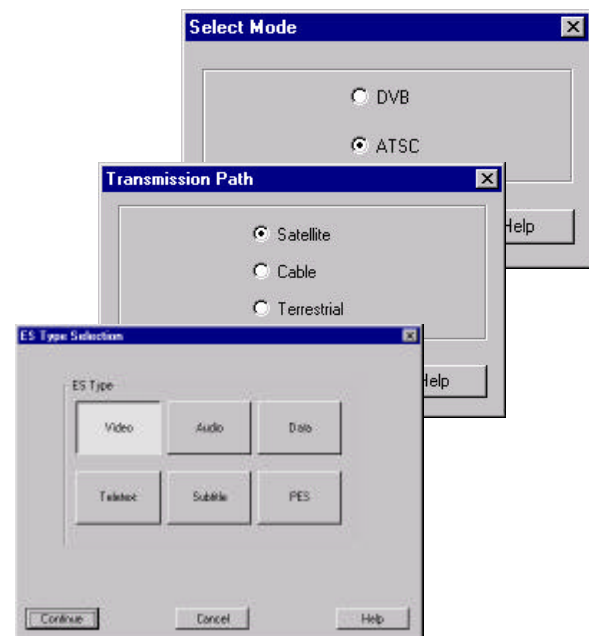


Bild 1.5 Wahl der Modi mit Stream Combiner®



Die Aufzeichnung endet schließlich nach einer einstellbaren Verzögerungszeit, die auf das Triggersignal hin folgt. So können Transportstromdaten sowohl vor („Pretrigger“) als auch nach („Posttrigger“) dem Triggerzeitpunkt gespeichert werden.

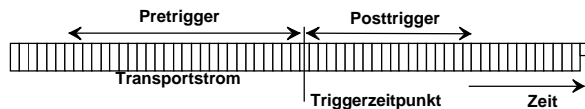


Bild 1.8: Die Länge der Pre- und Posttrigger-Anteile des Transportstromes können beim DVRG für getriggerte Aufzeichnung eingestellt werden.

### 1.11.3.2 Testsignale

Der DVRG bietet eine Vielzahl von verschiedenen vorkonfigurierten MPEG2-Transportströmen in den Standards DVB und ATSC, die auf Tastendruck abrufbar sind. Sie setzen sich aus mehreren Elementarströmen zusammen und bestehen aus Bild-, Ton- und sonstigen Daten (z.B. Teletext oder PRBS). Der Signalvorrat umfasst sowohl Sequenzen mit bewegten Bildinhalten als auch einige statische Testsignale. Darunter befinden sich bekannte Signale wie die Farbbalken, Zonenplatte, CCIR17/18/331 und viele mehr, sowie das Rohde & Schwarz-Codec-Testbild mit den ITU Prüfzeilen im oberen und unteren Bildbereich. Mit diesem Testbild lassen sich die analogen Ausgänge einer Set-Top-Box (oder IRD's Integrated Receiver Decoder) mit den Videoanalysatoren VSA oder UAF von R&S in wenigen Sekunden vermessen.

Audiodatenströme mit unterschiedlichen Sampling-Raten und über MPEG1 Layer 2 bzw. Dolby AC-3 kodiert, beinhalten den Begleitton zu den Videosequenzen sowie spezielle Audiotestsignale. Selbstverständlich enthalten die Transportströme alle von MPEG2 und ATSC bzw. DVB geforderten Programminformations-, Service- und Systemtabellen (PSIP bzw. SI), je nach gewähltem Standard.

Jeder beliebige Transportstrom kann in dem DVRG aufgezeichnet werden. Fehlt in dem fest angelegten Signal- "Directory" für eine spezielle Anwendung der passende TS, wird er über den Stearm Combiner® erzeugt oder mittels eines MPEG2 Encoders generiert und mit der Recorderfunktion des DVRG aufgezeichnet. Die Testsignalpalette ist damit nahezu unbegrenzt.

### 1.11.3.3 Bedienung

Für die wichtigsten Aktionen wird der DVRG als separates Gerät über die Tasten an der Frontplatte zusammen mit der Anzeige auf dem LC-Display bedient. Der DVRG beinhaltet aber eine vollständige PC-Plattform mit dem Betriebssystem Windows NT oder Windows 95/98, dessen Möglichkeiten durch den Anschluss von VGA Monitor, Tastatur und Maus verfügbar werden. So lassen sich z.B. weitere Softwarepakete zur Analyse oder Erzeugung von Transportströmen installieren. Auch die Vernetzung des DVRG zur Fernbedienung und zum Übertragen von Transportstromdateien ist mit dem standard-mäßig vorhandenen 100BaseT-Anschluß äußerst einfach.

Das dabei verwendete Netzwerkprotokoll ist TCP/IP mit SCPI-Befehlen. Über diese Netzverbindung können auch beliebige Sequenzen, die vom DVRG aufgezeichnet wurden oder abgespielt werden, von und zu anderen PCs oder DVRGs übertragen.

Eine Fernbedienung über RS232 ist mit denselben SCPI-Befehlen wie über Ethernet ebenfalls möglich.

### 1.11.4 Der MPEG2 Analysator

Der Transportstrom TS überträgt Daten gemäß dem MPEG2 Protokoll. Der Inhalt der Transportstrom-Pakete ist aber ohne die Überwachung des MPEG2 Protokolls nicht eindeutig zu bestimmen. Am Ausgang der Studios ist es deshalb unabdingbar die Tabellen und damit die mitgeführten Programme, die Datenraten und auftretende Fehler über die "Fehlerstatistik" zu überwachen. Das gleiche gilt am Eingang des Datenverteilungsnetzes. Der Netzbetreiber muß sicherstellen, daß die richtigen Programme mit der nötigen Protokollsicherheit zu den Kabelkopfstationen, den terrestrischen Sendern im SFN (Single Frequency Network) oder MFN (Multi Frequency Network) und auch zum Satelliten-Uplink gelangen.

Für diesen Zweck hat die europäische Norm ETR 290 eindeutige Meßkriterien bestimmt. Die Grundlage bilden wichtige Parametern, die in drei Kategorien unterteilt sind. Die drei Kategorien spiegeln die unterschiedlichen Anwenderbereiche wieder. In Tabelle 1.8 sind die Parameter aufgelistet.

Erste Priorität (nötig für Dekodierbarkeit)	
Parameter	Fehlerbeschreibung
TS SYNC LOSS	TS Paketstruktur nicht eingehalten oder kein TS vorhanden
SYNC BYTE ERROR	Sync Byte hat nicht den Wert 0x47
PAT ERROR	Tabelle mit Table ID 0x00 und PID 0x00 wiederholen sich nicht mindestens alle 0.5 s die Scrambling Control Bits sind nicht 00
CONTINUITY COUNT ERROR	TS Pakete haben nicht richtige Reihenfolge Pakete sind öfter als 2 mal vorhanden Pakete sind nicht vorhanden
PMT ERROR	Tabellen mit Table ID 0x02 (d.h. die PMT) wiederholen sich nicht mindestens alle 0.5 s für alle in der PAT beschriebenen PMT-PIDs in diesen Tabellen sind die Scrambling Control Bits nicht 00
PID ERROR	die PID wird nicht innerhalb eines wählbaren Zeitintervalls übertragen, das Intervall sollte nicht größer als 5 s sein
Zweite Priorität (eingesetzt zur dauernden oder periodischen Überwachung)	
TRANSPORT ERROR	Bit TEI im TS Paket-Header ist auf "1" gesetzt (im Demodulatorteil der STB sind die Vorwärtsfehlerkorrekturen FEC nicht in der Lage alle aufgetretenen Fehler zu korrigieren, Paket kann nicht verwertet werden)
CRC ERROR	ein CRC Fehler ist in PAT, CAT, PMT, NIT, EIT, BAT, SDT oder TOT aufgetreten
PCR REPETITION ERROR	Intervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden PCR Werten ist größer als 40 ms (nach ETR290)
PCR DISCONTINUITY INDICATOR ERROR	die Zeitdifferenz von zwei aufeinanderfolgenden PCR Werten ist außerhalb des Bereichs 0...100 ms ohne daß der "Discontinuity Indicator" gesetzt ist
PCR ACCURACY ERROR	der PCR Wert des gewählten Programmes ist außerhalb des 500 ns Fensters
PTS ERROR	die Wiederholzeit der PTS ist größer als 700 ms
CAT ERROR	Pakete mit Scrambling Control Bits nicht 00 sind vorhanden, aber nicht Tabellen mit der Table ID 0x01 Tabellenabschnitte mit einer anderen Table ID als 0x01 sind in der Tabelle mit der PID 0x01 (d.h. CAT) vorhanden
Dritte Priorität (hier eine Auswahl von Parametern, die je nach Anwendung zu überwachen sind)	
NIT ERROR	es existieren Tabellenabschnitte mit anderen Table IDs als 0x40, 0x41, 0x72 (d.h. NIT oder SDT) in Tabellen mit der PID 0x10 die Table ID 0x40 (aktuelle NIT) fehlt für mehr als 10 s in der Tabelle mit der PID 0x10 zwei Tabellenabschnitte mit der Table ID 0x40 erscheinen unter der PID 0x10 innerhalb eines wählbaren Intervalls ( $\leq 25$ ms)
SI REPETITION ERROR	Wiederholraten der "Service Information" Tabellen sind außerhalb der spezifizierten Grenzen (Grenzen sind manuell oder nach ETR290 oder ISO/IEC 13818 gesetzt)
UNREFERENCED PID	eine PID mit einem Wert erscheint, der in den PMTs oder einer CAT innerhalb von 0.5 s nicht enthalten ist
SDT ERROR	es existieren Tabellenabschnitte mit anderen Table IDs als 0x42, 0x46, 0x4A oder 0x72 (d.h. aktuelle SDT) in Tabellen mit der PID 0x1 die Table ID 0x42 (aktuelle SDT) fehlt für mehr als 2 s in der Tabelle mit der PID 0x11 zwei Tabellenabschnitte mit der Table ID 0x42 erscheinen unter der PID 0x11 innerhalb eines wählbaren Intervalls ( $\leq 25$ ms)

EIT ERROR	der Tabellenabschnitt "section 0" mit der Table ID 0x4E (gültige EIT-P im aktuellen TS) fehlt für mehr als 2 s in der Tabelle mit der PID 0x12 (EIT) der Tabellenabschnitt "section 1" mit der Table ID 0x4E (als nächste gültige EIT-F im aktuellen TS) fehlt für mehr als 2 s in der Tabelle mit der PID 0x12 es existieren Tabellenabschnitte mit anderen Table IDs als 0x4E bis 0x6F oder 0x72 in Tabellen mit der PID 0x12 zwei Tabellenabschnitte mit der Table ID 0x4E (EIT-P/F im aktuellen TS) erscheinen unter der PID 0x12 innerhalb eines wählbaren Intervalls ( $\leq 25$ ms) (EIT-P present EIT EIT-F following EIT)
RST ERROR	es existieren Tabellenabschnitte mit anderen Table IDs als 0x71 oder 0x72 in Tabellen mit der PID 0x13 (RST) zwei Tabellenabschnitte mit der Table ID 0x71 (RST) erscheinen unter der PID 0x13 innerhalb eines wählbaren Intervalls ( $\leq 25$ ms)
TDT ERROR	Tabellenabschnitte mit der Table ID 0x70 (aktuelle TDT) fehlt für mehr als 30 s in der Tabelle mit der PID 0x14 Tabellenabschnitte mit anderen Table IDs als 0x70, 0x72 (ST) oder 0x73 (TOT) finden sich unter der PID 0x14 zwei Tabellenabschnitte mit der Table ID 0x70 (TDT) erscheinen unter der PID 0x14 innerhalb eines wählbaren Intervalls ( $\leq 25$ ms)
NIT OTHER ERROR	Zeitintervall zwischen Tabellenabschnitten mit derselben Section_Number und der Table ID 0x41 (NIT other) unter der PID 0x11 ist größer als das gewählte Intervall ( $> 10$ s)
SDT OTHER ERROR	Zeitintervall zwischen Tabellenabschnitten mit derselben Section_Number und der Table ID 0x46 (SDT other) unter der PID 0x11 ist größer als das gewählte Intervall ( $> 10$ s)
EIT OTHER ERROR	der Tabellenabschnitt "section 0" mit der Table ID 0x4F (gültige EIT-P im TS mit anderer ID) fehlt für mehr als 10 s (gewähltes Intervall) in der Tabelle mit der PID 0x12 der Tabellenabschnitt "section 1" mit der Table ID 0x4F (als nächste gültige EIT-F im TS mit anderer ID) fehlt für mehr als 10 s (gewähltes Intervall) in der Tabelle mit der PID 0x12
SI OTHER ERROR	Wiederholraten der Tabellen NIT OTHER, SDT OTHER und EIT OTHER des "anderen" TS mit anderer ID sind außerhalb der spezifizierten Grenzen (Grenzen sind manuell oder nach ETR290 oder ISO/IEC 13818 gesetzt)
Weitere Parameter	
DATA RATE ERROR	die Datenraten der "Nullpakete" mit der PID 0x1FFF sind größer oder kleiner als die gewählten Raten
MULTIPLEX ERROR	die TS ID ist außerhalb des definierten Wertebereichs
MIP ERROR	das "Megaframe Initialisation Packet" ist in Plausibilität und Konformität außerhalb der Norm

Tabelle 1.8 Die Protokollparameter in den drei Prioritäten und weitere Parameter

Zusätzlich ist die MPEG2 Kodierqualität am Studioausgang zu vermessen, damit die auszustrahlenden Programme nur innerhalb eines vom Programmanbieter festzulegenden Bildqualitätsbereichs das Studio verlassen.



### 1.11.5 Messungen mit DVMD und DVRM

Zunächst soll das "TS Protokoll" betrachtet werden. Als optimale Meßgeräte zu dessen Überwachung werden der MPEG2 MEASUREMENT DECODER DVMD oder auch der REAL TIME MONITOR DVRM eingesetzt.



#### Kurzdaten

#### DVMD MPEG2 MEASUREMENT DECODER

Eingangssignale	TS nach ISO/IEC 13 818-1
Länge der TS	
DVB	188/204 Bytes
ATSC	188/208 Bytes
Datenraten des TS	bis zu 54 Mbit/s
Signaleingänge	
DVB	1x SPI
	2x ASI
ATSC	1x SPI
	1x ASI
	1x SMPTE 310
Messungen	Parameter nach ETR290 (für ATSC angepaßt)
	TS Protokoll
	Datenraten von
	Gesamt TS
	Programmen und Einzelströmen (PID)
	Überwachung
	TS_ID
	"Other Tables" (DVB)
	Paradigma Bedingung (nur ATSC)
	Trigger on Error
Decoderausgänge	2x FBAS, 1x Y/C
Video	1x ITU 601,
Audio	1x AES/EBU
	2x analog Audio R/L
Schnittstellen	RS 232-C

Da der DVRM MPEG2 REAL TIME MONITOR immer in ein System eingebunden ist, werden alle Messungen am Bildschirm des steuernden PC's abgebildet.

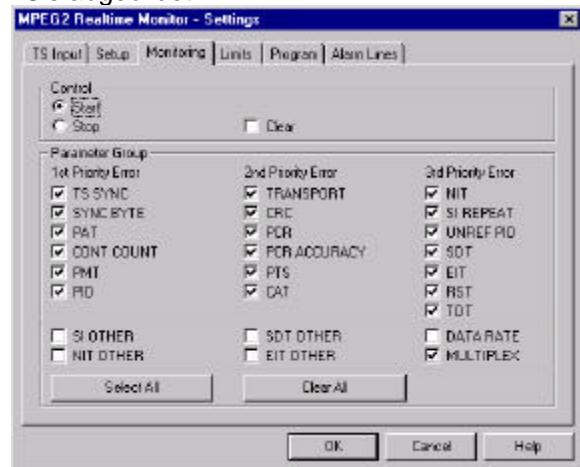


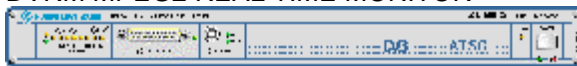
Bild 1.9 MPEG2 REAL TIME MONITOR: Wahl der zu überwachenden Parameter



Bild 1.10 MPEG2 REAL TIME MONITOR: Tree Navigator, Statistics und Report

Für reine Monitoringzwecke ist die preisgünstige Version DVRM MPEG2 REAL TIME MONITOR das geeignetere Meßgerät.

#### DVRM MPEG2 REAL TIME MONITOR



Die Protokollanalyse ist zu der des DVMD identisch, nur auf die dekodierten Signalausgänge für Video und Audio. und eine manuelle Bedieneinheit wurde verzichtet.

Die Systemfähigkeit wird noch zusätzlich durch die Softwareschnittstellen COM (Component Object Model) und DCOM (Distributed COM) erweitert.

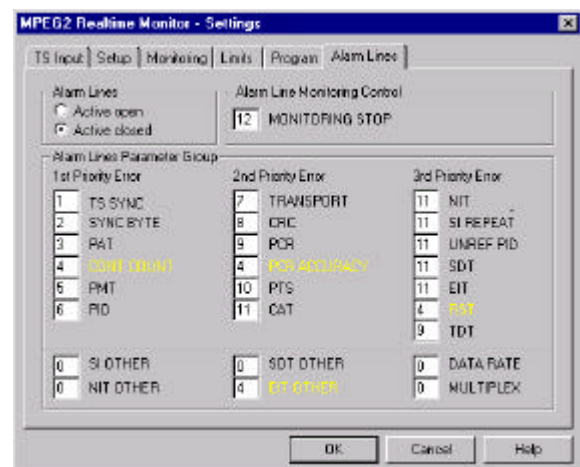


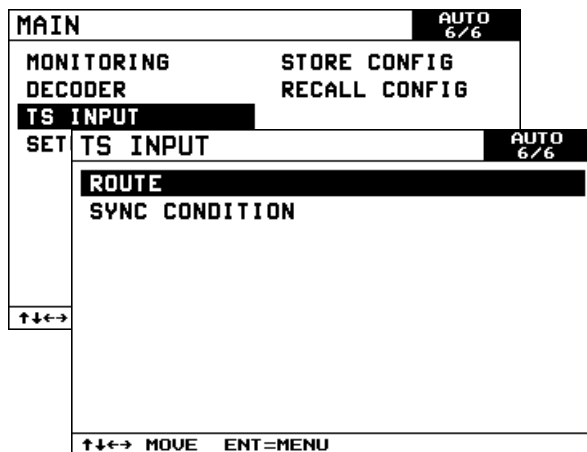
Bild 1.11 MPEG2 REAL TIME MONITOR: Einstellung der Alarmkontakte

### 1.11.6 Die On Screen Displays des DVMD (OSD) zur Protokollüberwachung

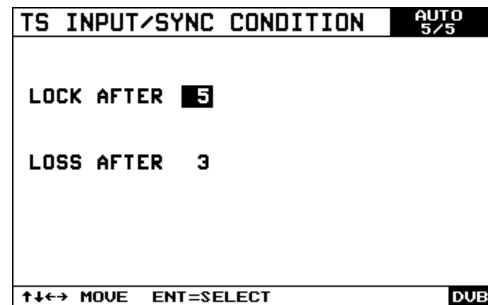
Es ist sehr hilfreich alle DVMD Einstellungen und Meßergebnisse als großflächiges OSD auf einem Monitor abzubilden



Die Transportstromzuführung zum DVMD ist zuerst zu wählen

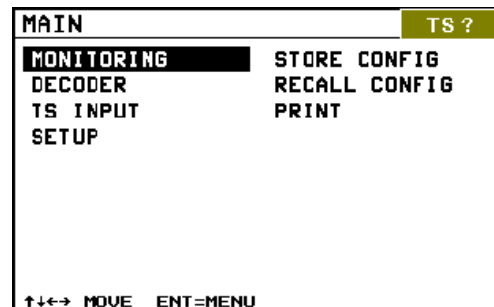


Über ROUTE sind die drei Eingänge wählbar:  
ASI Front-/ Rückseite und  
SPI Frontseite



Die Synchronisationsbedingungen lassen sich frei bestimmen. Hier ist die empfohlene Einstellung gezeigt.

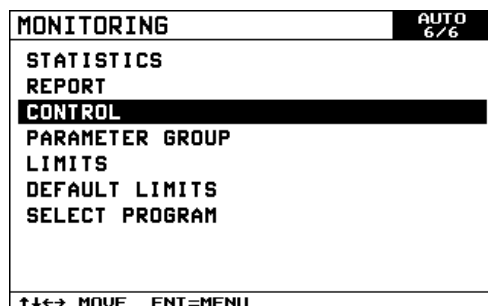
Das Hauptmenue zeigt die Übersicht der Meßmöglichkeiten



Fehlt der TS wird dies im gelben Feld rechts oben in der Statuszeile angezeigt. "TS?" heißt, es sind keine decodierbaren MPEG2 Daten an den DVMD angelegt.



Auch im kleinen OSD wird nach dem Transportstrom gefragt.



Nachdem "MONITORING" aufgerufen ist erscheint der Überblick über alle Einstellmenues.



Die Anzeige STATISTICS zählt alle anfallenden Fehler gemäß den drei Prioritäten (siehe auch Tabelle 1.8) am ON SCREEN DISPLAY:

weiß      kein Fehler in der überwachten Zeit  
 (hier schwarz dargestellt)  
 gelb      Fehler vor mehr als 1 sec  
 magenta   Fehler im Augenblick  
 grau      nicht überwachter Parameter

MONITORING/STATISTICS		AUTO 6/6
<b>FIRST PRIORITY ERROR</b>		
[000] TS SYNC	[002] SYNC BYTE	
[000] PAT	[002] CONT COUNT	
[001] PMT	[002] PID	
<b>SECOND PRIORITY ERROR</b>		
[002] TRANSPORT	[004] CRC	
[002] PCR	[001] PCR ACCURACY	
[016]*PTS	[001] CAT	
<b>THIRD PRIORITY ERROR</b>		
[---] NIT	[001] SI REPEAT	
[002] UNREF PID	[---] SDT	
[---] EIT	[---] RST	
[---] TDT		
<b>ELAPSED TIME 00:01:34</b>		
↑↓←→ MOVE ENT=SPC.REPORT ↔ CONTROL		

PARAMETER GROUP erlaubt die Wahl der zu überwachenden Parameter

MONIT./PARAMETER GROUP		AUTO 6/6
<b>FIRST PRIORITY ERROR</b>		
[X] TS SYNC	[X] SYNC BYTE	
[X] PAT	[X] CONT COUNT	
[X] PMT	[X] PID	
<b>SECOND PRIORITY ERROR</b>		
[X] TRANSPORT	[X] CRC	
[X] PCR	[X] PCR ACCURACY	
[X] PTS	[X] CAT	
<b>THIRD PRIORITY ERROR</b>		
[X] NIT	[X] SI REPEAT	
[X] UNREF PID	[X] SDT	
[X] EIT	[X] RST	
[X] TDT		
↑↓←→ MOVE ENT=CHANGE STATE		

Vor dem Neu-Start von STATISTICS oder REPORT können die Fehlerzähler zurückgesetzt werden.

MONITORING/CONTROL		AUTO 5/5
*START		
STOP		
CLEAR		
↑↓←→ MOVE ENT=SELECT		DVB

Auch die Toleranzgrenzen der zeitlichen Abstände bzw. der Wiederholraten sind zu überprüfen.

MONITORING/LIMITS			AUTO 6/6
PARAM	MIN	MAX	
PAT DISTANCE	25 ms	0.5 s	
CAT DISTANCE	25 ms	0.5 s	
PMT DISTANCE	25 ms	0.5 s	
NIT DISTANCE	25 ms	10.0 s	
SDT DISTANCE	25 ms	2.0 s	
BAT DISTANCE	25 ms	10.0 s	
EIT DISTANCE	25 ms	2.0 s	
RST DISTANCE	25 ms	-----	
TDT DISTANCE	25 ms	30.0 s	
TOT DISTANCE	25 ms	30.0 s	
PCR DISTANCE	0 ms	0.10 s	
PCR DISCONTINUITY	-----	0.10 s	
↑↓←→ MOVE ↕ FIRST ↕ LAST ENT=EDIT			

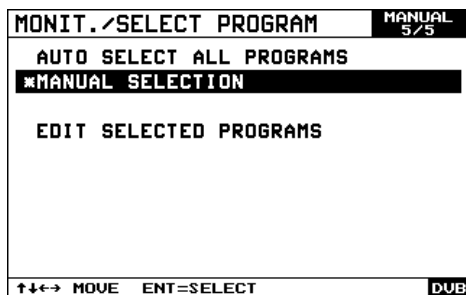
Die Toleranzgrenzen können manuell für jeden Parameter getrennt oder gemäß den Normen gesetzt werden (siehe auch Tabelle 1.6)

MONIT./DEFAULT LIMITS		AUTO 6/6
<b>RESET LIMITS TO:</b>		
DVB ETR 290	(28-JUN-96)	
MPEG ISO/IEC 13818-1	(13-NOV-94)	
↑↓←→ MOVE ENT=RESET LIMITS		

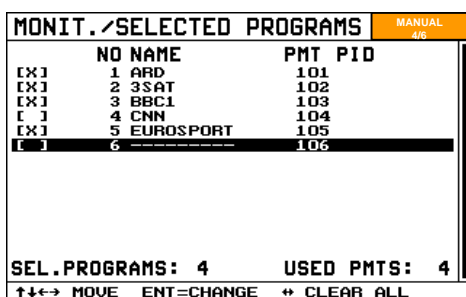
Der REPORT erfasst alle Details über aufgetretene Ereignisse und Fehler innerhalb der überwachten Zeit. Aufgelistet sind bis zu 1000 Eintragungen mit der Beschreibung was geschehen ist, unter welcher PID der Effekt auftrat und wann mit Angabe des Datums und der Uhrzeit. Er ist ein objektives Abbild des TS Monitoring.

MONITORING/REPORT				AUTO 6/6
NO	TIME	EVENT	PID	
008	13:57:05	CRC:PMT	0082	
009	13:57:05	NIT:TABLE-ID	0016	
010	13:57:05	TRANSPORT	0165	
011	13:57:08	TRANSPORT	0164	
012	13:57:08	TDT:UPPER DIST	0020	
013	13:57:08	PID MISSING	1056	
014	13:57:11	CRC:PMT	0080	
015	13:57:11	CONT.CNT:LOST PACK	1056	
016	13:57:11	POWER OFF		
017	13:57:14	POWER ON		
018	-----	04-DEC-2000		
019	13:57:14	CAT:MISSING	0001	
--- 13:57:15 04-DEC-2000				
<b>ELAPSED TIME 00:00:18</b>				
↑↓←→ MOVE ↕ FIRST ↕ LAST ↔ CONTROL				

Sind nur einige Programme für die Überwachung interessant so kann man diese Programme gezielt selektieren.



Mit Kreuzen ausgewählte Programme sind in die Überwachung aufgenommen. Die Anzahl der überwachten und aller Programme im TS zeigt der rechte Teil der Statuszeile (hier MANUAL 4/6, 4 überwachte, 6 vorhandene Programme)

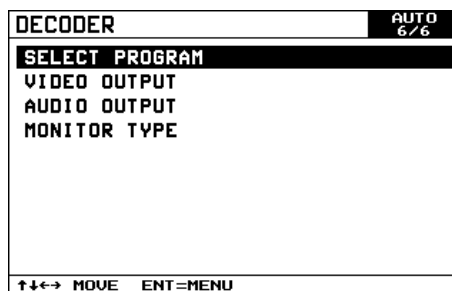


Das kleine ON SCREEN DISPLAY zeigt die wichtigsten Daten des zu dekodierenden TS.

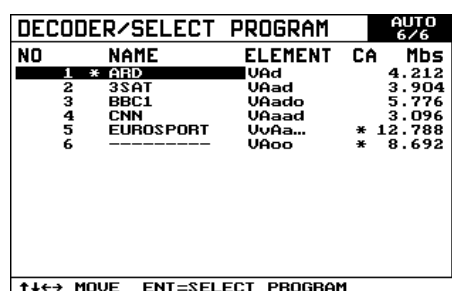


Bisher war die Rede von Einstellungen und Messungen im Bereich MONITORING im Hauptmenue. Anhand der Parameter der Tabelle 1.8 wurde die Standardkonformität der PSI und SI Tabellen überprüft. Das MPEG2 Protokoll soll aber auch unter Benutzung des Signalinhalts der einzelnen Programme im TS überwacht werden.

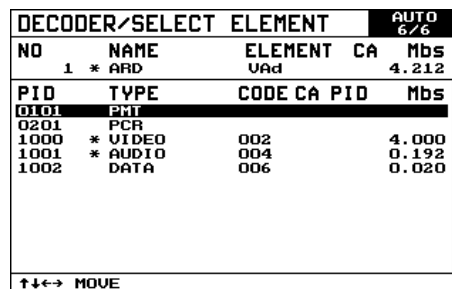
Im Hauptmenue (MAIN) wird dazu der Überblick über die DECODER Funktionen geöffnet.



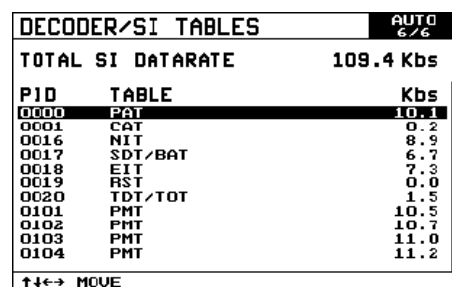
Mit SELECT PROGRAM sind die bereits interpretierte TS PAT und die PMT's aufgeschlagen.



Der Cursor wählt die ELEMENT Spalte an und mit drücken von ENTER erscheint die PMT des gewählten Programms. Nicht nur die PIDs der Programmelemente sind aufgelistet, sondern zusätzlich auch die wichtigen Informationen der in Echtzeit gemessenen Datenraten.

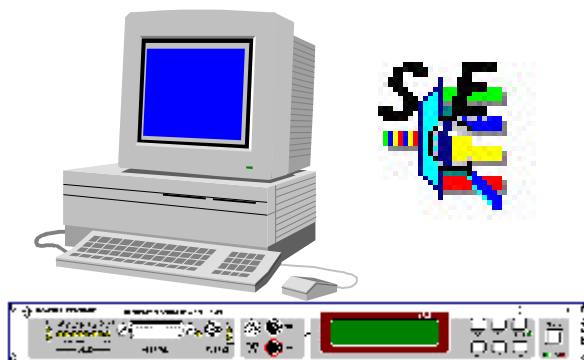


Auch die Datenraten der PSI und SI Tabellen werden in Echtzeit gemessen.





### 1.11.7 DVMD-B1 Stream Explorer<sup>®</sup>



Der DVMD MPEG2 MEASUREMENT DECODER führt neben den Dekoderfunktionen auch die umfassende Protokollanalyse durch. Um nun auch noch den Inhalt der TS Pakete und die Struktur des Gesamt-Transportstroms genau untersuchen zu können, benutzt man die Software Option DVMD-B1 Stream Explorer<sup>®</sup>. Die Baumstruktur mit allen Syntaxelementen des Gesamt-TS und auch die hexadezimale Darstellung mit ausführlicher Beschreibung der TS Headerinformationen von einzelnen TS Paketen gewähren Einblick bis zum einzelnen Bit.

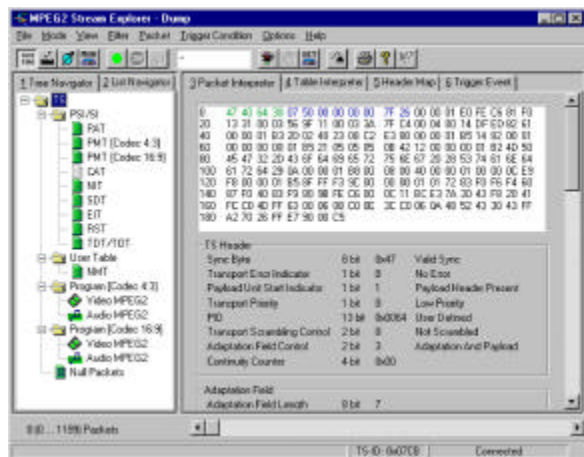


Bild 1.12 Stream Explorer<sup>®</sup>: Dump-Modus mit Klarschriftdarstellung der TS Header Informationen

Insbesondere ist der interpretierte Inhalt der PSI und SI Tabellen von Interesse.

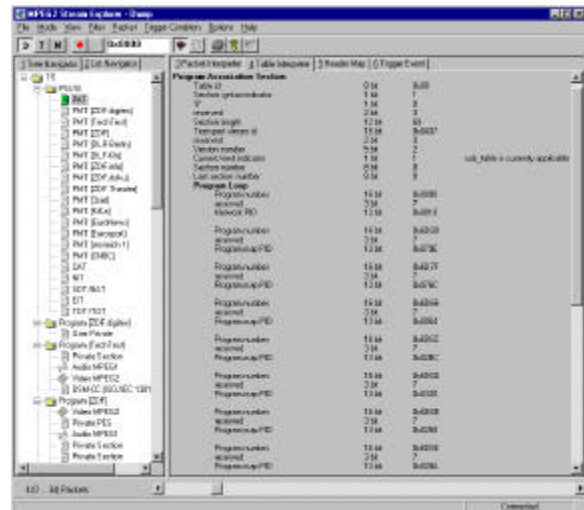


Bild 1.13 Stream Explorer<sup>®</sup> mit Table Interpreter

Treten während der MPEG2 Signalverarbeitung Fehler auf, speichert der DVMD mit der TRIGGER ON ERROR Funktion die TS Pakete in der Umgebung des Ereignisses und führt diese Daten dem Stream Explorer<sup>®</sup> zur Auswertung zu. So kann die Ursache des Fehlers oder eines definierten Triggerereignisses nachträglich genau untersucht werden. Die Speichertiefe beträgt dabei 1200 TS Pakete, zu deren Aufzeichnung auch PID Filter gesetzt sein können.

Die Meßfunktion des Stream Explorer<sup>®</sup> stellt die Systemparameter des TS übersichtlich in Balkendiagrammen dar. Systemparameter sind z.B. Datenraten von Teilströmen, Wiederholraten von Tabellen und der PCR (Program Clock Reference) und auch der PCR Jitter.

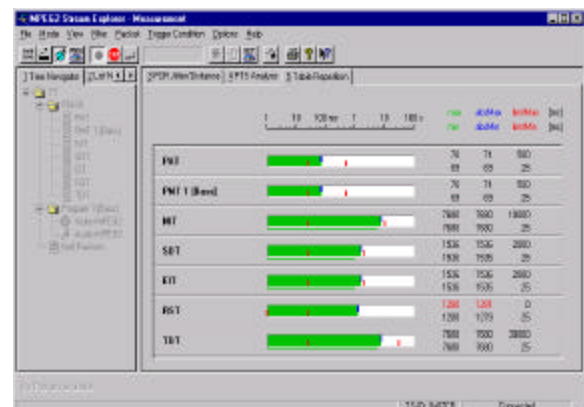


Bild 1.14 Stream Explorer<sup>®</sup> Measurements mit Wiederholraten der Tabellen

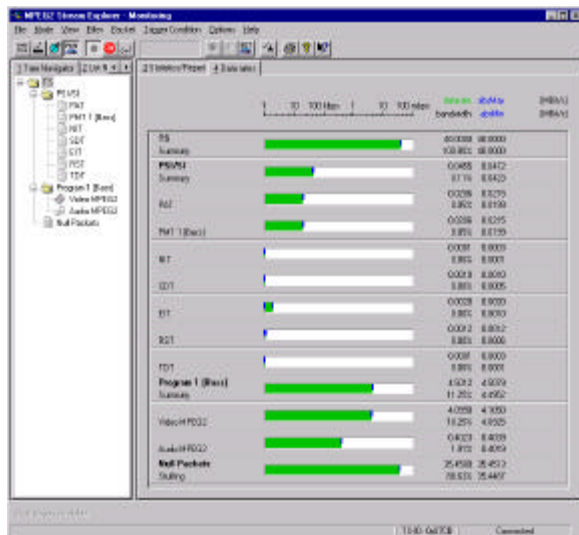


Bild 1.15 Stream Explorer® Measurements mit Datenraten der Teilströme

Auch der PCR Jitter und die PCR Wiederholraten werden gemessen. Deutlich ist zu erkennen, daß in diesem Beispiel der PCR Jitter zu jedem Zeitpunkt die spezifizierte Toleranz von  $\pm 500$  ns einhält (min. -259 ns und max. +222 ns) und die Wiederholrate der PCR bei konstant 38.5 ms liegt (min. 38.177 ms und max. 38.933 ms, diese kleinen Abweichungen wegen Meßtoleranz).

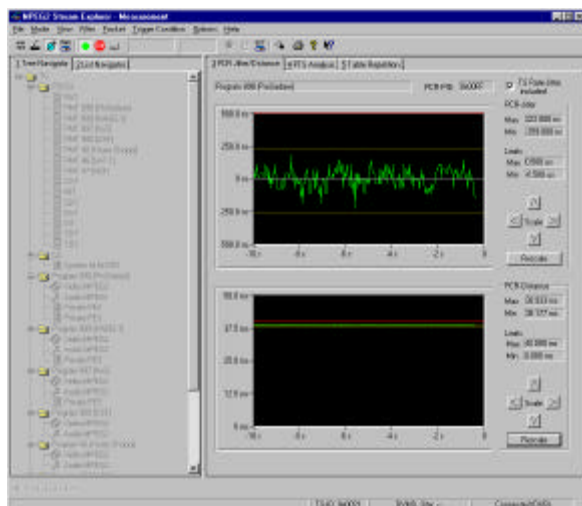


Bild 1.16 Stream Explorer® Measurements mit PCR Monitoring

Diese Meßwerte zeigen eine fast ideale PCR Berechnung und Einblendung in die "Adaptation Fields" des TS der über Satellit empfangen wurde.

Im Gegensatz dazu beweist eine weitere Messung an einem TS der über Kabel ausgestrahlt wird, daß im Remultiplexer der Kabelkopfstation offensichtlich die nötige Neuberechnung der PCR Werte unterlassen wurde und die Wiederholrate der PCR ebenfalls sehr zu wünschen übrig läßt:

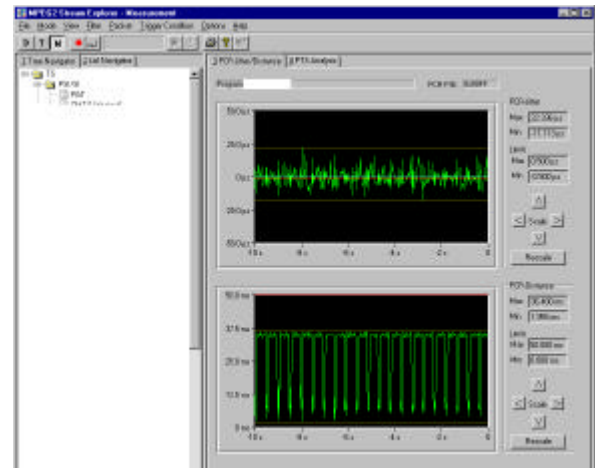


Bild 1.17 Stream Explorer® Measurements mit PCR Monitoring

PCR Jitter min. -17.113µs und max. +22.336µs  
PCR Wiederholraten min. 1.955 ms und max. 36.400 ms

Nur gute PCR Filter in der digitalen PLL in Set Top Boxen können diese Signale, die weit außerhalb der Norm liegen, noch dekodieren.