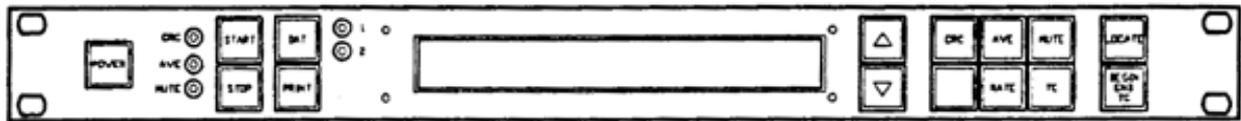


Vortrag zur 18. Tonmeistertagung  
15.-18. November 1994

# ERROR-CHECK FÜR DAT ERROR CHECK FOR DAT



VORWORT

Dipl.-Tonmeister Michael Sandner

TECHN. ERLÄUTERUNGEN

Dipl.-Ing. (FH)NT Bernd Hänsch

Süddeutscher Rundfunk

## **VORWORT**

Als das bequeme und zuverlässige R-DAT Format sich etablierte, atmeten viele U-Matic gewöhnte Digitalbenutzer auf, bis nach einer angemessenen Schonfrist die ersten Spratzler und Aussetzer sie wieder auf den Boden der ernüchternden Tatsachen holten. Das Vertrauen war angekratzt und eine Fehlerkontrolle wurde sehnlichst herbeigewünscht.

Um Ihnen die Notwendigkeit einer solchen Qualitätskontrolle zu verdeutlichen, erlauben Sie mir einen Vergleich mit dem früher fast ausschließlich verwendeten U-Matic System und dessen EIAJ Abkömmlinge auf Betamax. Diese Pseudo-Video-Übertragung der 14 bzw. 16 bit codierten Signale war rein auf Musikproduktionsabläufe abgestimmt. Darauf deuten Merkmale wie Fehlerüberwachung (DTA 2000), und lange Muteintervalle (damit der Aussetzer auch garantiert gehört wird), wie auch Timecode-Aufzeichnung, fehlende Hinterbandkontrolle, systembedingte lange Zugriffszeiten und keine Subcodemöglichkeiten, hin.

Daher war dieses System für die Sendung und den Redaktionsbetrieb genausowenig geeignet wie für den HiFi-Sektor. Dort gelten nämlich andere Anforderungen: Schneller Zugriff, Indexmöglichkeiten, leistungsfähige Fehlerkorrektur - und wenn diese versagt, lautet die Devise: "möglichst kaschieren und überbrücken". Im Consumerbereich wird eine Fehler anzeige bewußt nicht eingebaut, um den potenten HiFi-Consumenten nicht zu beunruhigen.

Anders im Produktionsbetrieb. Hier kann und darf man sich nicht ausschließlich auf eine leistungsfähige Fehlerkorrektur und das eigene Gehör verlassen. Wenn ein digitaler Fehler hörbar wird, ist es sowieso schon zu spät. Nicht rekonstruierbare Fehler, die durch Interpolation verdeckt werden, sind wegen der damit verbundenen Signalverfälschung nirgends zugelassen. Sie sollten angezeigt und idealerweise automatisch überwacht werden. Außerdem interessiert die Häufigkeit und Verteilung der Fehler, um rechtzeitig eingreifen zu können, wenn das System Recorder/Band an seine Grenze kommt.

Erlauben Sie mir hier ein Wort zur Hinterbandkontrolle digitaler Aufnahmen: Sie kann nur dazu

dienen, grobe Fehlfunktionen aufzudecken. Die meisten Bandfehler und Aussetzer, die ich erlebt habe, waren beim Hinterbandhören nicht erkennbar. d.h., daß offensichtlich eine ganze Reihe von Fehlerquellen erst bei einer späteren Wiedergabe zum Tragen kommt (z.B. Spurführung, Synchronisation). Als Vergleich möchte ich an Gleichlauf- und Geschwindigkeitsprobleme bei Analogmaschinen erinnern, die Hinterband auch nicht zum Tragen kamen.

Bisher haben sich einige Anbieter von professionellen R-DAT Recordern allenfalls zu einer unscheinbaren LED oder zu einer im Menü versteckten Anzeige der Fehler durchringen können. Damit wollten wir uns nicht zufrieden geben. Um zu einer praktikablen Lösung zu kommen, haben wir auf der Grundlage einer 1993 im SDR erstellten Diplomarbeit ein Gerät entwickelt, das eine eindeutige Erfassung der Fehler erlaubt und im Produktionsalltag leicht zu bedienen ist. Damit können alle Abspielvorgänge zuverlässig überwacht und protokolliert werden (auch im Schnittbetrieb). Das umständliche Abhören von Kopien hat damit endlich sein Ende.

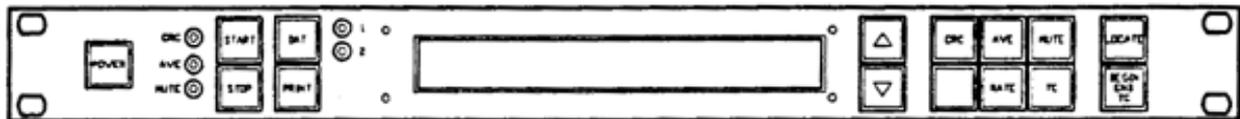


Abb. 1 Error Analyser

Ein wesentlicher Aspekt ist auch die Langzeitüberwachung von Archivbändern. Auf einem kürzlich über das Thema "Rettung der Archivebestände" stattgefundenen Symposium wurde ein Schreckenszenario aufgezeigt. Wie drastisch sich Verschmutzungen bei magnetischer Aufzeichnung durch die entstehenden Abstandsverluste auswirken, wie temperaturempfindlich Magnetband ist, und vieles mehr. Es fiel sinngemäß folgende Aussage: "Wenn Ihr Lesekopf an einer solchen verschmutzten oder beschädigten Stelle am Magnetband vorbeikommt, dann ist Ihre kostbare Information nicht mehr lesbar". Dem Moderator der Veranstaltung blieb am Ende des Vortrags nur die betroffene Frage, daß es ihn wundere, wie wir mit einem solchen Speichermedium überhaupt 24 Stunden am Tag senden können.

## TECHNISCHE ERLÄUTERUNGEN

Es beunruhigt kein bißchen, daß bei einem Magnetband bei weitem nicht die kompletten, dort gespeicherten Informationen lesbar sind, es wird sogar damit gerechnet. Nichts von dieser Betroffenheit nach dem oben erwähnten Vortrag macht sich breit. Ein solcher Fall wird von vornherein angenommen. Die Nachrichtentechnik spricht vom gestörten Kanal. Und genau um einen solch gestörten Übertragungskanal handelt es sich auch bei der DAT-Aufzeichnung.

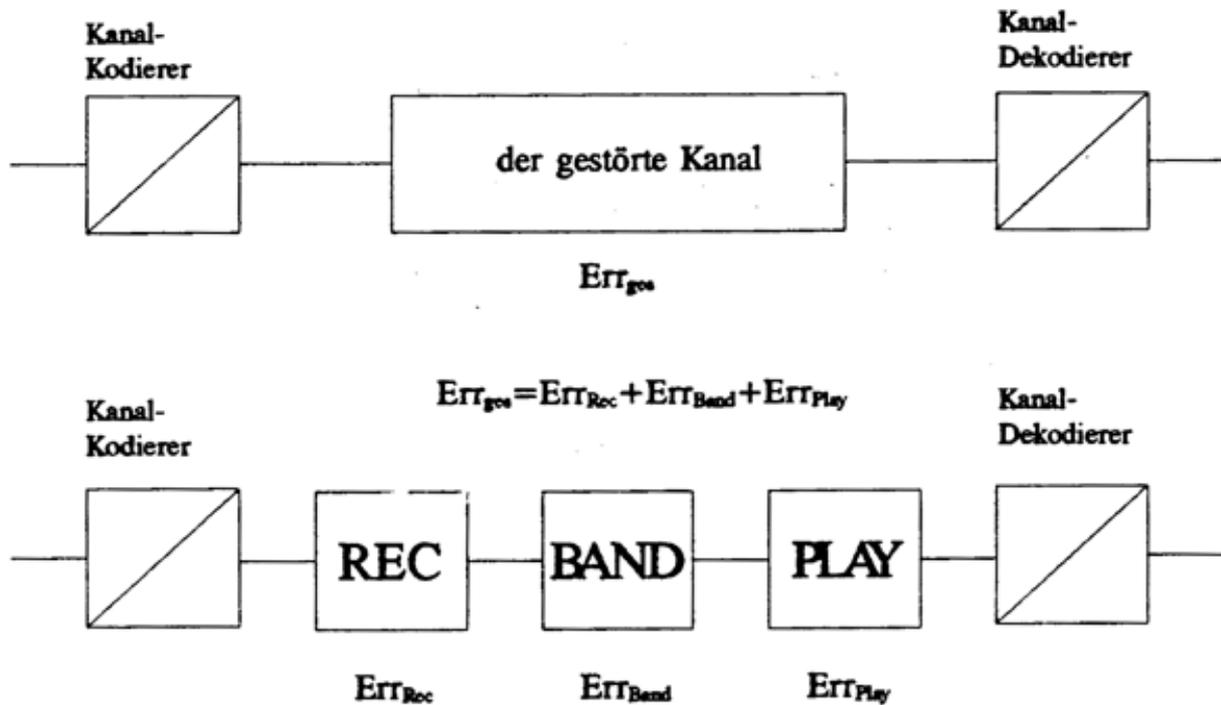


Abb. 2 Der gestörte Übertragungskanal bei DAT-Aufnahmen

## **EINLEITUNG**

Bei der DAT-Aufzeichnung läßt sich der gestörte Kanal im wesentlichen in drei Teile unterteilen: 1. der Aufzeichnungsvorgang, 2. das Band und 3. der Lesevorgang. Wenn die Güte einer DAT-Aufnahme beurteilt werden soll, interessieren nur die beiden erstgenannten Teile des gestörten Übertragungskanals; die Fehler, die beim Aufnahmevorgang auf den Informationsträger mit aufgeprägt wurden und der Anteil der Fehler, der im Laufe der Lebensdauer des Trägers hinzugekommen ist. Uninteressant bei der Beurteilung einer DAT Aufnahme ist der Teil des Gesamtfehlers, der beim Abspielvorgang entsteht. Dies gilt natürlich nicht beim Anhören oder Senden einer Aufnahme. Leider läßt sich die auf dem Träger vorhandene Information nicht anders als eben durch einen solchen Abspielvorgang entnehmen. Darin liegt eines der Hauptprobleme bei der Beurteilung von Aufzeichnungen auf DAT-Bändern. Gemessen werden kann nur der Gesamtfehler und nicht nur der Anteil, der auf dem Band vorhanden ist. - Dies kann auch unser Gerät nicht. Bei anderen Aufgabenstellungen, z.B. der automatischen Überwachung eines Abspielvorgangs zur Erstellung einer digitalen Kopie der Information, stellt dies freilich kein Problem dar.

Gemessen wird im allgemeinen die Blockfehlerrate. Dabei handelt es sich um ein Maß, das angibt, wie stark die Fehlerkorrekturmechanismen arbeiten. Ermöglicht wird eine Fehlerkorrektur durch fehlererkennende und fehlerkorrigierende Codes. Dabei werden der eigentlichen Information Zusätze beigefügt, die es erlauben, bei einem gestörten Datenblock die ursprüngliche Information wieder herzustellen, Im vollständig korrigierten Datensignal ist kein Unterschied zum Original feststellbar. Vergleichbar ist dieser Vorgang damit, eine Urlaubspostkarte noch lesen zu können, die während ihrer "Übertragung" vom Urlaubsort mit zum Adressaten mit Regentropfen in Verbindung kam. Trotz teilweiser Zerstörung der dort aufgezeichneten Linien ist es uns in der Regel möglich, die Information zu decodieren. Selbst wenn einzelne Buchstaben vollkommen zerstört sind, ist es aufgrund der in unserer Sprache vorherrschenden Redundanz möglich, die Karte zu lesen. Dieser Vorgang ist mit der Fehlerkorrektur vergleichbar. Da diese Vorgänge nun alle in integrierten Schaltkreisen innerhalb der Signalverarbeitung der DAT-Geräte ablaufen, erlaubt die Fehlerratenmessung dem Benutzer einen Blick in die Aktivität der Korrekturmechanismen.

## **SYSTEMBETRACHTUNG**

Diese allgemeinen Betrachtungen sollen helfen, die Meßergebnisse, die mit dem im nachfolgend beschriebenen Erroranalyser ermittelt werden können, richtig zu interpretieren. Der Erroranalyser arbeitet mit DAT-Recordern aus der Serie Sony PCM 7000 zusammen. (PCM 7030 und PCM 7050). Dabei werden die in der Signalverarbeitung verwendeten Fehlerflags über die RS232 Schnittstelle der DAT-Recorder ausgelesen und verarbeitet. Die Fehlerflags geben an, wie oft und wie stark die Fehlerkorrekturbausteine in den einzelnen Korrekturstufen arbeiten. Es handelt sich um eine Lösung, die Standardbaugruppen verwendet und keine Modifikationen an den DAT-Geräten erfordert.

Der DAT-Recorder übergibt dem Erroranalyser auf Anfrage für jede von ihm gelesene Spur die Anzahl der defekten Blöcke, die zugehörige Zeitadresse des Timecodes, sowie das Auftreten von Interpolationen oder Stummschaltungen. Pro Umdrehung der Kopftrommel werden für zwei Spuren diese Werte ausgetauscht. Um sicherzustellen, daß für jedes Spuren paar ein Datensatz angefordert und entgegengenommen werden kann, ist der eigentliche Meßzyklus mit der Kopftrommelumdrehung synchronisiert. Dabei wird der Zusammenhang des Word-Clock Signals und der Kopftrommelumdrehung verwendet. In der Literatur wird meist auf die Unabhängigkeit der Kopftrommelumdrehung von der Abtastfrequenz hingewiesen. Dies stimmt nur für die Unterscheidung der Standard-Abtastraten. Dort wird durch geeignete Maßnahmen eine konstante Datenrate bei der Aufzeichnung erzeugt. Innerhalb einer vorgewählten Abtastrate ist die Kopftrommelumdrehung dagegen eine lineare Funktion der Abtastrate und damit des Word-Clock Signals. Beide Signale sind über den Kopftrommelservo verkoppelt. Aus dem Word-Clock wird ein Signal abgeleitet, das in Abhängigkeit von der vorgewählten Standardabtastfrequenz der Kopftrommelumdrehung äquivalent ist.,, Dieses Signal wird, interruptgesteuert, zum Auslesen der Fehler benützt und garantiert somit die Erfassung jeder einzelnen Spur. Durch die Synchronisation des Meßzyklus auf die Kopftrommelumdrehung wird auch ein Messen im Varispeed Modus ermöglicht. Bei einer 120er Aufnahme und einer Einstellung von 12,s % Varispeed entspricht dies einem zeitlichen Gewinn von 15 min.

Für ein Einbinden des Erroranalysers in eine automatisierte Umgebung ist eine Remote Schnittstelle verfügbar, über die die wichtigsten Funktionen ferngesteuert werden können. Zugänglich sind im einzelnen: Start, Stop, Umschaltung DAT1/2 sowie das Auslösen eines Protokollausdrucks. Im übrigen lassen sich die Funktionen, wie Start und Stop, auch über die automatisch an die Steuerung der DAT-Maschine gekoppelten Meßfunktionen steuern.

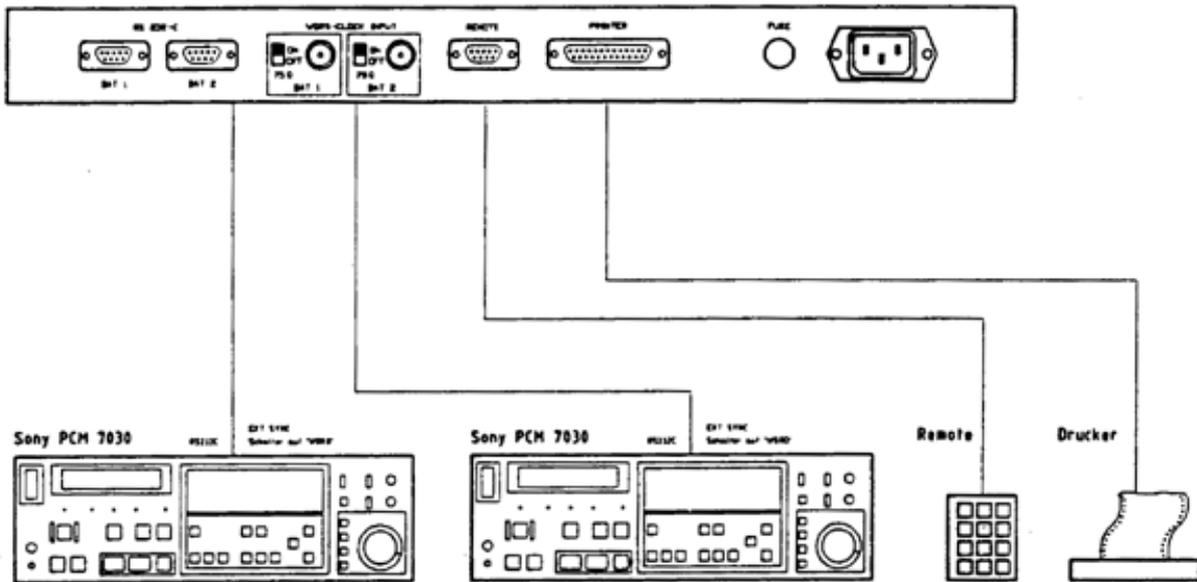


Abb. 3 Anschlußmöglichkeiten Erroranalyser

Weiter verfügt der Erroranalyser über eine Centronics kompatible Schnittstelle ZUT Ansteuerung eines Druckers. Es sind Druckertreiber für IBM-kompatible, Epsonkompatible und HP Deskjetkompatible Drucker implementiert. Damit besteht die Möglichkeit, die Messung zu dokumentieren. Der Druck erfolgt dabei auf der rechten Seite eines wahlweise perforierten DIN A 4 Papiers in DAT-Labelgröße, so daß die Meßergebnisse zur Archivierung oder als Beilage zu den Masterunterlagen auch abgeheftet werden können.

## DIE MESSGRÖSSEN

Das Protokoll beginnt mit einem Kopf, der nach der Messung vom Prüfer ausgefüllt wird. Die Bandnummer wird am Beginn der Messung aus der USER-Nummer des Time Codes ausgelesen. Im nächsten Block werden allgemeine Daten zur Aufnahme, wie Abtastfrequenz, Timecodeformat, Emphase, Kopiermode und gemessener Zeitbereich, dargestellt.

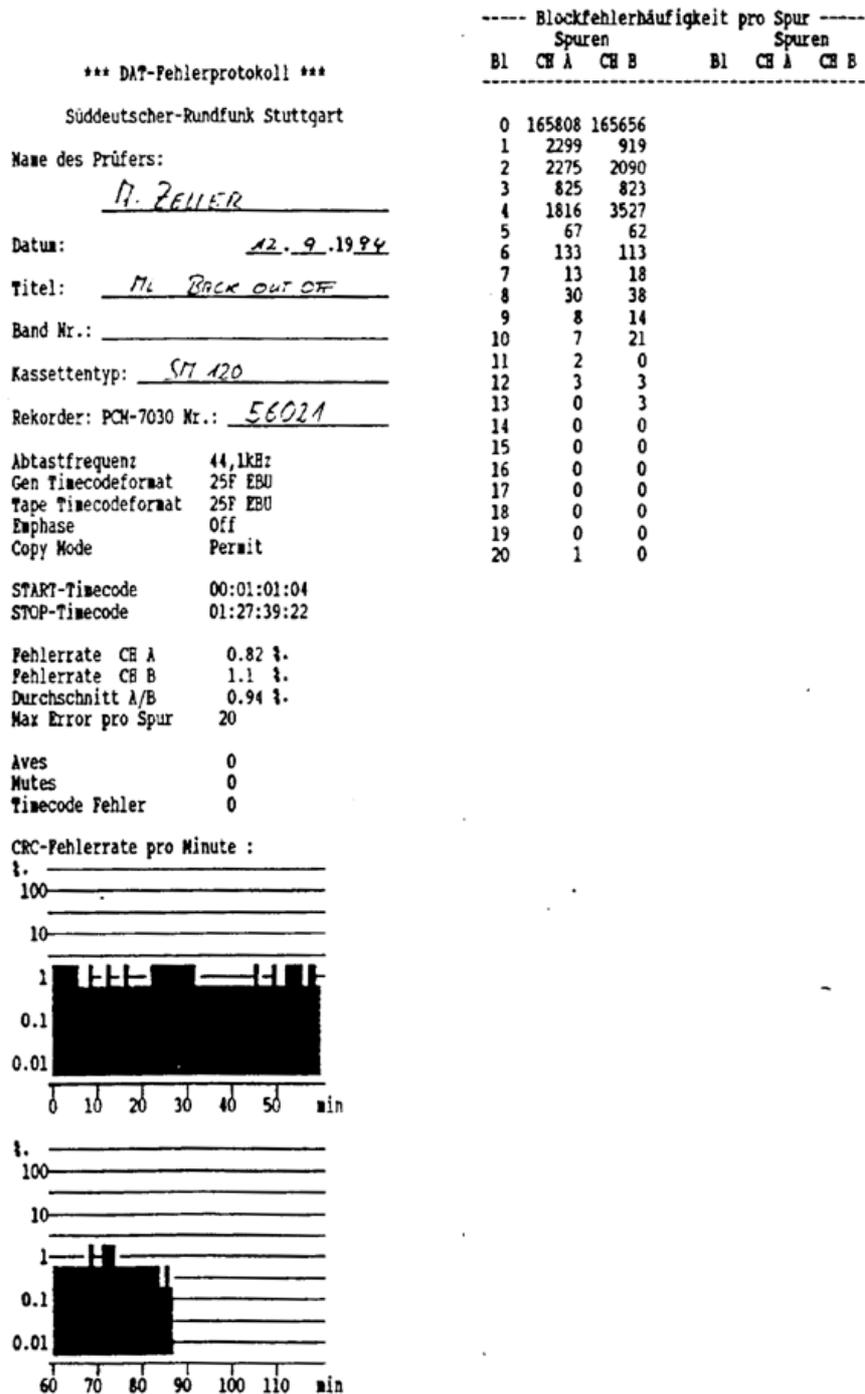


Abb. 4 Beispielprotokoll - gute Aufnahme

\*\*\* DAT-Fehlerprotokoll \*\*\*  
 Süddeutscher-Rundfunk Stuttgart

Name des Prüfers: B. HÄNSCH

Datum: 11. 9. 19 94

Titel: SAMPLER

Band Nr.: \_\_\_\_\_

Kassettentyp: SONY DTEO

Rekorder: PCM-7030 Nr.: 56021

Abtastfrequenz: 44,1kHz  
 Gen Timecodeformat: 25F EBU  
 Tape Timecodeformat: 30F SMPTE NDF  
 Emphase: Off  
 Copy Mode: Permit

START-Timecode: 00:00:32:00  
 STOP-Timecode: 01:02:19:22

Fehlerrate CH A: 0.75 %  
 Fehlerrate CH B: 0.73 %  
 Durchschnitt A/B: 0.74 %  
 Max Error pro Spur: 127

Aves: 14  
 Mutes: 4  
 Timecode Fehler: 7

00:23:15:05 1 00:23:15:05  
 00:28:28:16 1 00:28:28:16  
 00:35:00:06 4 00:35:00:08

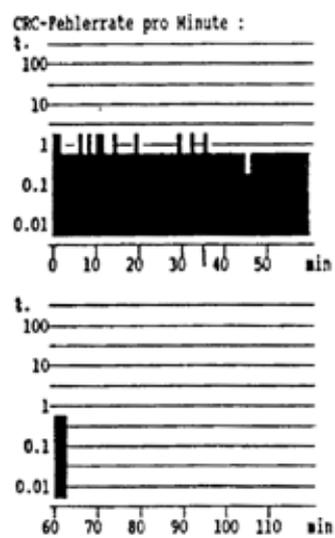
-----MUTE-----  
 Anfang Anzahl Ende  
 00:35:00:14 3 00:35:00:16  
 00:53:12:18 1 00:53:12:18

-----TIMECODE SPRUNG-----  
 Letzter Timecode Nächster Timecode  
 00:35:00:16 00:35:00:06  
 00:53:02:14 00:48:44:00  
 00:48:44:01 00:53:02:19  
 00:53:12:20 00:57:55:05  
 00:57:55:05 00:53:13:19

-----TIMECODE STILLSTAND-----  
 Timecode Anzahl der Stillstände  
 00:48:44:01 7  
 00:57:55:05 10

----- Blockfehlerhäufigkeit pro Spur -----  
 Spuren Spuren  
 Bl CH A CH B Bl CH A CH B

0	117895	118450	64	0	1
1	2760	1716	65	0	0
2	2171	2545	66	0	0
3	124	140	67	0	0
4	460	523	68	0	0
5	36	29	69	0	0
6	71	95	70	1	0
7	11	5	71	0	0
8	20	27	72	0	0
9	3	12	73	0	0
10	6	12	74	0	0
11	1	1	75	0	0
12	4	4	76	0	0
13	1	2	77	0	0
14	4	3	78	0	1
15	1	0	79	2	0
16	1	4	80	0	0
17	0	1	81	0	0
18	2	5	82	0	0
19	1	0	83	0	0
20	0	1	84	0	1
21	0	1	85	0	0
22	2	0	86	0	0
23	0	0	87	1	0
24	0	1	88	0	0
25	0	1	89	0	0
26	0	2	90	0	1
27	1	2	91	0	0
28	1	0	92	0	0
29	0	0	93	0	0
30	0	0	94	0	0
31	0	0	95	0	0
32	0	0	96	0	0
33	1	0	97	0	0
34	0	0	98	0	0
35	0	0	99	0	0
36	0	0	100	0	0
37	0	1	101	0	0
38	0	0	102	0	0
39	0	0	103	0	0
40	0	0	104	0	0
41	0	0	105	0	0
42	0	0	106	1	0
43	0	0	107	0	0
44	0	0	108	0	0
45	0	0	109	0	0
46	0	0	110	1	0
47	1	0	111	0	0
48	0	0	112	0	0
49	0	0	113	0	0
50	0	0	114	0	0
51	0	1	115	1	0
52	1	0	116	0	0
53	0	0	117	0	0
54	0	1	118	0	0
55	0	0	119	0	0
56	0	0	120	0	0
57	0	0	121	0	0
58	0	0	122	0	0
59	0	0	123	0	0
60	0	0	124	0	0
61	0	0	125	0	0
62	0	0	126	0	0
63	0	0	127	4	1



SERVO wurde während Messung UNTERBROCHEN  
 Begin bei Timecode: 00:53:02:21  
 Begin bei Timecode: 00:57:55:05

-----AVERAGE-----  
 Anfang Anzahl Ende  
 00:01:47:07 1 00:01:47:07  
 00:06:06:05 1 00:06:06:05  
 00:09:55:04 1 00:09:55:04  
 00:10:29:04 2 00:10:29:05  
 00:14:04:20 3 00:14:04:22

Abb. 5 Beispielprotokolle sehr schlechte Aufnahme

Anschließend folgt eine Zusammenfassung der Meßergebnisse. Fehlerraten (getrennt und gemeinsam für beide Köpfe) zur Beurteilung der im Mittel auftretenden Aktivität der Fehlerkorrektur. Dieser Wert wird weiter unten noch im Minutenraster über der Meßdauer graphisch aufgetragen, so daß eine Beurteilung über die zeitliche Verteilung der Gesamtfehlerrate erfolgen kann. In beiden Fällen handelt es sich um Mittelwerte. Diese können nur begrenzt zur Beurteilung der Sicherheitsreserven herangezogen werden, sind aber im Rahmen der Fehlermessungen durchaus gebräuchliche Angaben. Es zeigt sich, daß Aufnahmen mit relativ niedrigen mittleren Fehlerraten (z.B.  $0.7 \cdot 10^{-3}$ ) bereits Interpolationen aufweisen, während Aufnahmen mit relativ hohen, mittleren Fehlerraten ( $2.4 \cdot 10^{-3}$  bis hin zu  $56 \cdot 10^{-3}$ ) hingegen noch ohne Probleme abspielbar sind. Im Rahmen einer Dauermessung, bei der eine Bandstelle von 10 min. 1224 mal gemessen wurde, wurde die Korrelation zwischen mittlerer Fehlerrate und Ausnutzung der Fehlerkorrektur genauer untersucht. Es zeigt sich, daß bei statistisch gleichverteilten Fehlern die Fehlerrate bis weit über  $50 \cdot 10^{-3}$  ansteigen kann, ohne daß Interpolationen auftreten. Bei den ersten, im Rahmen dieses Dauerversuchs aufgetretenen Interpolationen wurde die Zeit rund um die Interpolation im PC-Mode des Erroranalysers im Detail analysiert. Der PC-Mode erlaubt für komplexere Analysen eine Weiterleitung der Meßergebnisse jeder Spur an einen PC.

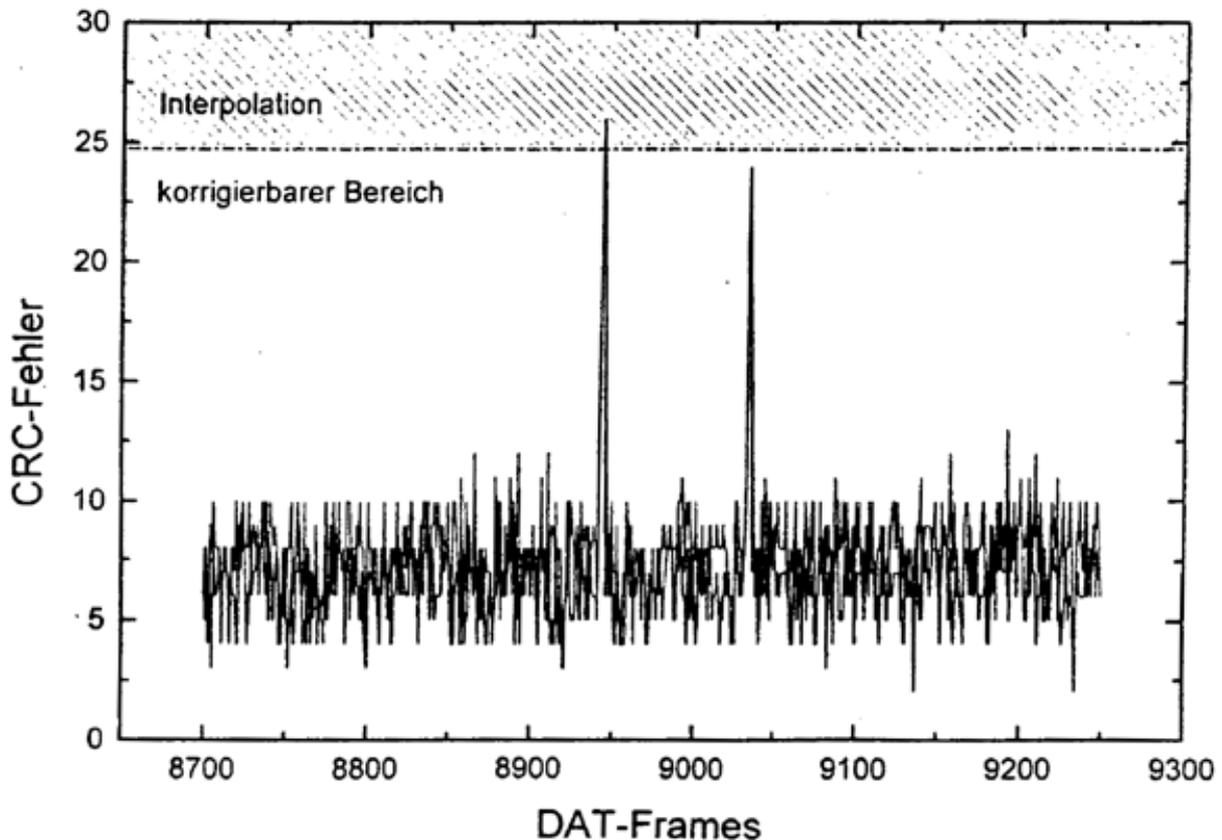


Abb. 6 Im PC-Mode analysierte Bandstelle mit Interpolation

Es zeigt sich, daß Interpolationen immer an lokalen Fehlstellen auftreten. Solche lokalen Fehlstellen wirken sich jedoch auf die Mittelwerte praktisch nicht aus. Aufnahmen nach lokalen Fehlstellen zeitbezogen zu analysieren, wurde jedoch eine Datenflut auslösen. Aus diesem Grund wurde eine weitere statistische Erfassung mit in die Meßroutine aufgenommen. Im Histogrammode, ebenfalls eine erweiterte Betriebsart, die im normalen Meßablauf nicht zugänglich ist, wird im Anschluß an das eigentliche Meßprotokoll noch die Verteilfunktion der Blockfehlerhäufigkeit als Tabelle ausgegeben. Darin werden für jeden möglichen Wert der Blockfehlerhäufigkeit die Anzahl der mit diesen CRC Fehlerwerten aufgetretenen Spuren notiert. Diese Werte unterliegen keiner Integrationszeit, so daß jede einzelne Spur sicher erfaßt wird. Der maximal auftretende Wert der Blockfehlerhäufigkeit pro Spur wird im Standardmeßprotokoll als Größe angegeben. Dieser Wert erlaubt eine detaillierte Aussage über die absolute Größe der Sicherheitsreserve bei dem gemessenen Abspielvorgang. Beschäftigt man sich mit der Theorie der in DAT-Systemen verwendeten Fehlerkorrekturcodes, so zeigt sich, daß max. 792 fehlerhafte Symbole korrigiert werden können. Geht man von einer lokalen Verteilung der gestörten Symbole bei der Aufteilung auf die Blockstruktur aus, so läßt sich ein Wert von 25 gestörten Blöcken als Grenzwert zum Auftreten von Interpolationen angeben. Dieser Grenzwert wurde bei bisherigen Messungen bestätigt. Mit Hilfe dieser Meßgröße, und Kenntnis der Blockfehlerhäufigkeitsverteilungsfunktion, läßt sich eine gute Aussage über die noch vorhandenen Sicherheitsreserven machen.

Zu der Zusammenfassung der Meßergebnisse gehören außerdem: Die Anzahl der aufgetretenen Interpolationen, Stummschaltungen, sowie Timecodefehler. Falls derartige Fehler auftreten, werden diese, im Anschluß an die Darstellung der Blockfehlerrate über der Meßzeit, gesondert aufgelistet. Die Fehlerstelle wird mit der jeweiligen Timecodeadresse ausgegeben. Kumulierende Fehler werden dabei als Bereich ausgewiesen. Dadurch wird eine Datenflut bei größeren Fehlerstellen vermieden.

Neben der eigentlichen Auswertung der Fehlerkorrektur werden noch zwei weitere Fehlerarten bei DAT-Aufnahmen mit überwacht. Zum einen ist es die Kontinuität der Timecodeaufzeichnung, wobei im Protokoll zwischen Stillständen und Sprüngen differenziert wird. Beim Auftreten von nicht spezifizierten Time Code Formaten (spezifiziert sind: EBU 25 Frames/ SMPTE30ND-Frame) wird zusätzlich eine Warnung ausgewiesen. Zum anderen wird der Zustand der Servoschaltungen ausgewertet. Sollten während der Messung die HF-Signale der Aufzeichnung so gestört sein, daß die Einhaltung der Spurnachführung nicht mehr gewährleistet

ist, so wird die Auswertung der Fehlerflags, zur Vermeidung einer Verfälschung der Meßwerte, für die übrigen Bereiche angehalten, bis wieder eine sichere Spurnachführung garantiert ist. Diese gravierenden Fehler werden im Protokoll explizit mit den Timecodeadressen ausgewiesen.

Ebenfalls zu einer Verfälschung der Meßergebnisse wurde ein Meßvorgang führen, der in einem Bereich durchgeführt wird, auf dem keine Spuren aufgezeichnet sind, z.B. am Ende der Aufnahme. Deshalb wird davon ausgegangen, daß bei fünf total gestörten Spuren (je 128 gestörte Blöcke) in Folge die Aufnahme endet. Die letzten fünf Meßwerte werden ignoriert. Dies erlaubt ein Erkennen des Aufnahmeendes auch ohne End-ID. Allgemein kann die Messung sowohl am DAT-Recorder als auch am Erroranalyser gestartet oder beendet werden. Der Status beider Geräte ist dabei wechselseitig miteinander verbunden. Dies erlaubt z.B. in automatisierten Umgebungen mit dem Start der DAT-Maschine auch den direkt gekoppelten Start der Messung. Dazu sind keine weiteren Steuersignale notwendig. Ebenso läßt sich dadurch eine Kopplung bei REC erreichen. Dies ermöglicht die Durchführung einer Hinterbandmessung direkt bei einer Aufnahme. Durch die Eingabe eines Start- und eines End-Time Codes läßt sich vom Erroranalyser aus auch ein ganz bestimmter Teil einer Aufnahme vermessen.

Nach der Messung können alle im Protokoll verfügbaren Fehleranzeigen auch am Erroranalyser selbst abgerufen werden. Dabei besteht die Möglichkeit, die DAT-Maschine auf die einzelnen Fehler zu positionieren, um die Fehlerstellen einer akustischen Überprüfung zu unterziehen. Bei laufender Messung wird das Auftreten von CRC Fehlern durch eine LED signalisiert. Averages oder Mutes werden durch ein statisches LED Signal angezeigt. Damit kann bereits während der Messung mit einem Blick erfaßt werden, ob die Aufnahme in Ordnung ist. Das Auftreten von MUTES kann zusätzlich akustisch gemeldet werden. Während der Messung läßt sich im Display dynamisch die Fehlerrate ablesen, die Integrationszeit beträgt dabei 9 sec. (300 Spuren). Ebenso wird der aktuelle Timecode, sowie bei vorgegebener Meßdauer das geplante Messungsende, angezeigt.

## **ERWEITERUNGEN**

Für weitergehende Untersuchungen an DAT-Aufnahmen sind zwei zusätzliche Meßmodule verfügbar. Zum einen handelt es sich um die Möglichkeit einer Serienmessung. Dabei wird ein bestimmter vorzugebender Zeitbereich 1-999 mal gemessen. Es können Versuchsreihen zur Überprüfung von Bandmaterialien, Abspielverhalten oder ähnlichem durchgeführt werden. Im Meßprotokoll wird dabei die Zusammenfassung der Meßergebnisse ausgegeben. Zum anderen besteht die Möglichkeit der Messung im PC-Mode. In dieser Betriebsart wird für jede gemessene Spur die Zahl der fehlerhaften Audioblöcke, ohne Integration, und für jeden Kopf getrennt, als hexadezimalcodierte ASCII-Codes an einen über den DAT1 Anschluß angebotenen PC weitergegeben. Dort können die Daten zwischengespeichert werden. Die Übertragung wird dabei mit einem Terminalprogramm abgewickelt, z.B. VTERM. Anschließend können die Daten zur weiteren detaillierten Analyse an ein geeignetes Programm übergeben werden. Zur Verfügung steht z.B. ORIGIN, ein Programm zur Auswertung wissenschaftlicher und technischer Zahlenreihen unter Windows. Damit läßt sich dann der Fehlerverlauf rund um eine lokale Fehlerstelle als Funktion der Spuren darstellen und detailliert analysieren. Auch bei diesen Analysen kann der oben bereits erwähnte Grenzwert von 25 gestörten Blöcken pro Spur sehr gut nachgewiesen werden.

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Mit dem Erroranalyser wurde ein kompaktes Gerät entwickelt. Damit ist eine umfassende Beurteilung von DAT-Aufnahmen möglich. Die Bedieneroberfläche wurde im Gespräch mit Tonmeistern und Mitarbeitern aus dem Bereich des Schallarchivs abgestimmt und auf einfache Bedienung, insbesondere der Primärfunktionen, optimiert. Ein Hauptanliegen bei der Entwicklung war, eine sichere Auswertung der Meßdaten zu erreichen. Aufgrund des kopftrommelsynchronen Auslösens eines Meßzyklus wird ein Auslesen jeder einzelnen Spur garantiert. Gegenüber bestehenden Maßaufbauten wurde eine erweiterte Meßgröße, der maximal auftretende Fehler pro Spur, eingeführt, dessen Zuhilfenahme eine Bewertung der Sicherheitsreserven bei einer DAT-Aufnahme ermöglicht. Eine Überwachung der Time Code-Kontinuität, sowie der Servoeigenschaften, ergänzen die Meßergebnisse.

Rahmenbedingungen für die Konfektionierung von DAT-Aufnahmen, wie z.B. die Ablage der Archivnummer im Bereich der USER Bits des Time Codes, oder die Verwendung bestimmter Time Code Formate, wurden bereits berücksichtigt. An den verwendeten Abspielgeräten müssen keine Modifikationen durchgeführt werden. Durch die weitgehende Verwendung von

Standartmodulen, sowohl im Hardware, als auch im Softwarebereich, wird eine gute Durchsichtigkeit des Meßaufbaus erreicht. Das Konzept ist durch geeignete Remote Funktionen auch in größeren, automatisierten Umgebungen, z.B. in Einspielstationen, für digitale Massenspeicher einsetzbar. Damit könnten wir den Übergang der als Zwischenlösung realisierten Archivierung auf DAT in die Welt des ewigen Datensatzes ohne ein erneutes, komplettes Abhören der Aufnahmen durchführen.