

Protokoll

KT Labor Hard Disc-Recording

Gruppe 3

Durchführung: 26. 01. 2005, 13:00 E-N 324

Rücksprache: 07. 02. 2005, 18:00 E-N 324

Betreuer: Dipl. Ing. Folkmar Hein

Teilnehmer:

Kristin Peukert

Robert Damrau

Vladimir Cholakov

Dimitre Poydovski

Alexander Lösch

Erik Detzner

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1 Einleitung.....	3
2 Situation im Studio.....	4
3 Transfergeschwindigkeiten	7
3.1 Messung von Transfergeschwindigkeiten.....	7
3.2 Berechnung des benötigten Datendurchsatzes für die Übertragung von 16 Audiospuren.....	8
3.3 Durchführung eines Benchmarktests.....	9
4 DigiDesign ProTools TDM 6.7 – Software	10
4.1 Erstellen einer Session	11
4.2 Audibearbeitung.....	12
4.3 Import von Audiofiles	13
4.4 Plugin – Architektur.....	14
4.5 Erstellen eines Surroundmixes	15
4.6 Surround-Dateiformate	16
5 Der TH-S – Soundfile-Player	17

1 Einleitung

Aufgrund der schnell fortschreitenden Entwicklung im Bereich der Computerindustrie ist es mittlerweile möglich, große Datenmengen, welche bei der Aufzeichnung von Audiomaterial anfallen, zu verarbeiten. So werden bei vielen Produktionen Hard Disk-Recording- Systeme eingesetzt, die sich durch besonders vielfältige Editiermöglichkeiten, schnellen Zugriff auf die Audiodaten sowie durch eine kompakte Integration der wichtigsten Elemente eines Studios auszeichnen.

Hard Disk-Recording hat gegenüber der Schallspeicherung auf Band einige wesentliche Vorteile:

- Durch die (meist vorhandene) grafische Oberfläche wird dem Benutzer ein sehr übersichtliches und bequemes Arbeiten ermöglicht.
- Die Bearbeitung des Audiomaterials kann nicht-destruktiv erfolgen. Das bedeutet, dass die ursprünglich aufgenommene Audiodatei nicht verändert wird.
- Es entfallen die Umspulzeiten, die bei Bandaufzeichnungen nicht vermieden werden können.
- Im Arrangement mehrfach vorkommende Audiodateien benötigen keinen zusätzlichen Speicherplatz.
- Zur Klangbearbeitung kann eine Vielzahl von Plug-Ins verwendet werden, deren Parameter beliebig geändert werden können. Dies ist teilweise auch in Echtzeit möglich. Daraus ergibt sich eine große gestalterische Freiheit.

Im Zuge der Digitalisierung treten aber auch einige Nachteile in Erscheinung:

- Die im Laufe der Zeit entstandenen unterschiedlichen Datenformate erfordern eine zeitaufwendige Konvertierung der Audiofiles.
- Für die Software ProTools speziell besteht keine Möglichkeit der Anbindung an Audio-Interfaces anderer Hersteller.

In dieser Laborübung wird ein Hard Disk-Recording-System im elektronischen Studio der TU Berlin am Beispiel von ProTools untersucht. Dazu werden Grundzüge der Software ProTools 6.7 von DIGIDESIGN erläutert sowie einzelne Messungen zum Beispiel von Datendurchsätzen vorgenommen.

2 Situation im Studio

Die folgende Auflistung enthält die Grundbausteine für das vorgestellte HD-Recording-System.

- Apple Powermac G4
Prozessor mit 933 MHz, 133 MHz Bus-Geschwindigkeit, 1 GB RAM, 2MB Cache
PCI- Slot Belegung:
Grafikkarte (Slot 1)
PCI- Digidesign HD-Core Karte mit 9 DSPs, (Slot 2)
PCI- Karte RME HDSP9652, Audio-Interface, (Slot 3)
2x interne HD; DVD Pioneer DVR-104, 24fach Lesen (CD); 2x USB 1.0;
FireWire Port; 100 MBit/s Ethernet; 2x externe FireWire HD; EMagic MT4
USB-MIDI-IF;
Software DigiDesign ProTools 6.7 (TDM-Familie);
- Midi Controller „Motor Mix“ mit Motorfadern;
- Clock-Sync I/O
organisiert die Synchronisation von Datenströmen in der Audio- und Videotechnik. Mit Hilfe von verschiedenen Formaten können Audiodaten synchronisiert werden. Es können zum einen Timecode basierte Verfahren wie z.B. VITC (Vertical Interval Timecode), LTC (Longitudinal Time Code), SMPTE und MTC (Midi Time Code) und zum anderen Maschinensteuerungsprotokolle wie etwa MMC (Midi Machine Control) und Sony 9- Pin Protokoll zur Kontrolle bestimmter Geräte (z.B. 9-PinProtokoll für Tascam DA-88) genutzt werden. Des Weiteren generiert das Sync I/O ein zentrales WordClockSignal (bis zu 192kHz).
Die Synchronisation des ProTools-Systems mit den anderen im Studio verwendeten Geräte erfolgt mittels der Sync I/O; diese liefert das Taktsignal (512-fache WC) für den von ProTools genutzten TDMII-Bus.
- I/O Interface “ 192Digital ”
16 AES/EBU Ein- und Ausgänge bei 96kHz, TDIF, ADAT, S/PDIF;
Das Sync I/O und HD192 Interface sind im Loop-Sync Modus betrieben. Hierbei werden jeweils LoopSync- Ein- und Ausgänge beider Geräte verbunden.
- TASCAM DA-88 Mehrspurrekorder

- Midi-Interface MT4 und AMT8
- Spezielle USB-Verlängerung (Firma ICRON)
- Ein- und Ausgabeperipherie wie Maus/Tastatur und Monitor

Die eigentliche Signalverarbeitung ist von den Bedieneinheiten räumlich getrennt und findet im Maschinenraum des TU-Studios statt. Dies hat den Vorteil, dass die Lärmemission einiger Geräte (Lüfter, Laufwerke, etc.) sich nicht störend bemerkbar macht. Um die Steuerung der Geräte im Maschinenraum möglich zu machen werden Tastatur und Maus mittels einer speziellen USB- Verlängerung (ICRON USB HUB via Ethernetkabel) angeschlossen: mit einem Transmitter- und einem Receivergerät können Verlängerungsstrecken bis 100m erreicht werden.

Das Blockschaltbild nach Abbildung 1.1 beschreibt die Situation des Recording-Systems im Studio: Schreib- und Lesevorgänge von Audiodaten werden auf den lokalen oder via FireWire angeschlossenen Festplatten durchgeführt. Die PCI-Karte HD-Core ist mit dem Audiointerface *HD 192 Digital* verbunden (via DigiLink) und bildet zur Anbindung von Ein- und Ausgangskanälen die Schnittstelle zwischen Rechner und Peripherie. Die Steuerung und Verwaltung wird durch die Software ProTools ermöglicht. Die Audiosignalwege sind in blauer Linienfarbe gehalten.

Um ein Audiosignal abzuhören sind Ein- und Ausgänge des AudioInterface mit dem Mischpult AMS/Neve Logic2 im Abhörraum verbunden. Von dort aus kann das Signal zu den Lautsprechern gegeben und abgehört werden.

Um die digitalen Audiodaten zu synchronisieren sind zum einen Sync I/O und Audio Interface durch die LoopSync gekoppelt, zum anderen wird das Taktsignal von einer zentralen WordClock durch Sync I/O und AudioInterface hindurchgeschliffen. Durch diese Verschaltung ist es dem Nutzer freigestellt, welches Gerät in seiner Funktion als Master und welche Geräte als Slave fungieren. Für den Fall dass ein Gerät ohne externen Takteingang angeschlossen wird (z.B. DVD-Player), kann das von ihm ausgegebene Signal als MasterClock-Signal definiert werden, so dass alle weiteren Geräte auf dieses Signal synchronisiert werden. Signalwege zur Synchronisierung sind durch orange Linien gekennzeichnet.

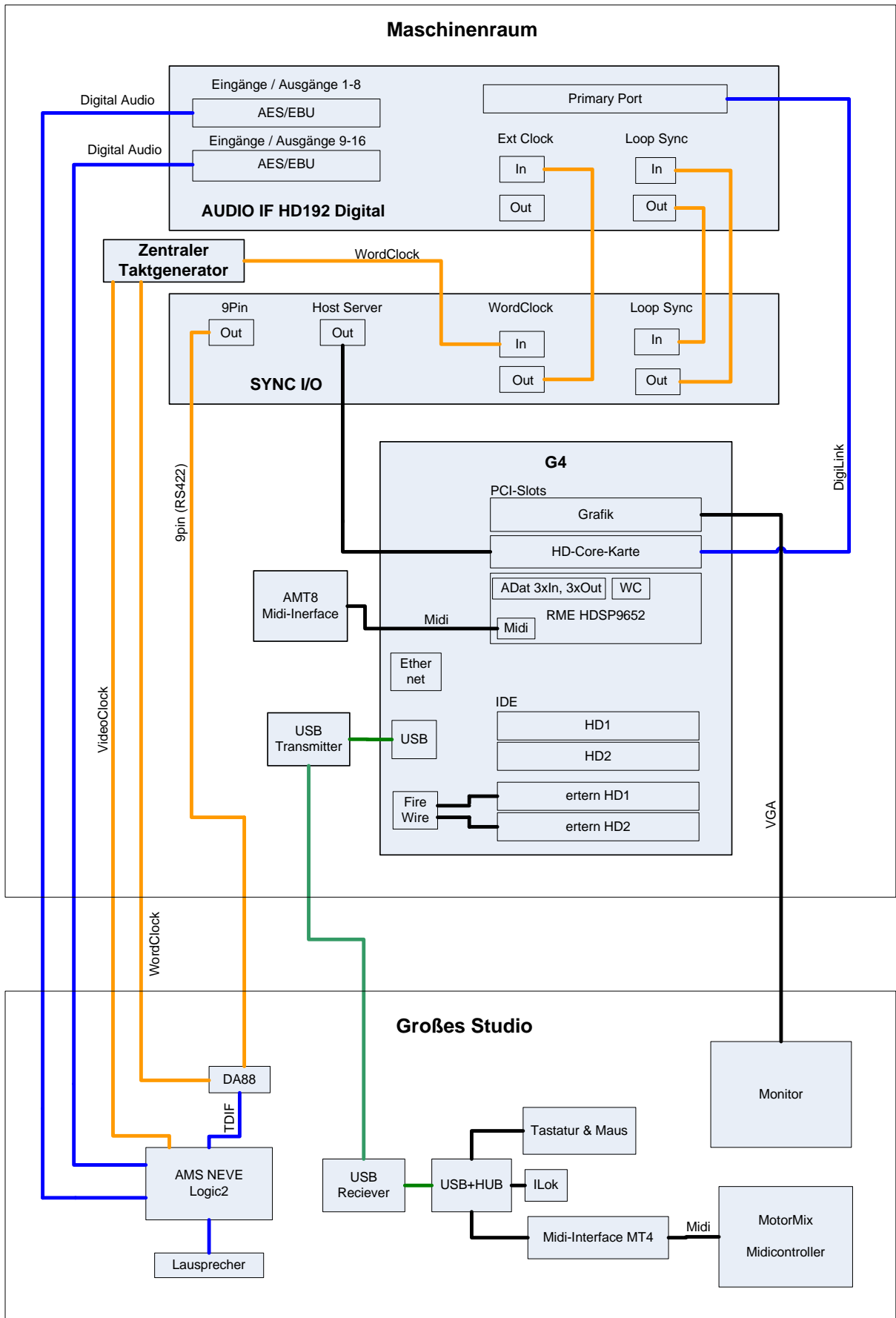


Abbildung 1.1: Blockschaltbild Grundverkabelung

Die PCI-Karte RME HDSP9652 in Slot3 des G4-Rechners bietet die Möglichkeit, drei ADAT-Ein- und Ausgänge sowie Midi- und WordClock-Anschlüsse zu nutzen. Hier werden Geräte wie eine MOTU-ADAT-Bridge (an ADAT-Ein- und Ausgang, sowie an WordClock) und ein Midi-Interface AMT8 (an Midi) angeschlossen.

Die bereits angesprochene USB-Strecke zwischen Maschinenraum und Abhörraum wird nicht nur dafür genutzt, die Vorteile eines USB-Hubs im Abhörraum (z.B. für ILok) zu verwenden, sondern dient auch zur Anbindung eines Midi-Interface im Abhörraum: Die externe Steuerungseinheit MotorMix kann somit eine Vielzahl von Befehlen an ein Recordingprogramm senden bzw. empfangen und das Programm durch diese Midi-Befehle quasi fernsteuern. Einstellungen an Fadern und Potentiometern können somit in „gewohnter Weise“ (hardwarenah, wie beispielsweise an analogen Mischpulten) vorgenommen werden, darüber hinaus gespeichert oder im Detail aufgezeichnet werden.

3 Transfergeschwindigkeiten

3.1 Messung von Transfergeschwindigkeiten

Im Folgenden werden Transfergeschwindigkeiten zwischen vorhandenen Speichermedien ermittelt. Dazu werden die jeweiligen Transferzeiten mit einer Stoppuhr gemessen. Für diese Messung wird eine Datei (114 MB) über unterschiedliche Übertragungswege auf die Festplatte transportiert.

Die erste Kopie erfolgt via 100MBit/s Ethernetleitung von einem Rechner außerhalb des TU-Studios (die Festplatte ist an ein RAID-0-System angeschlossen). Die zweite Kopie wird von einem internen DVD-RW Laufwerk geladen. Die Messergebnisse sind in folgender Tabelle 3.1 dargestellt:

	Transferzeit	Datendurchsatz in MB/s	
		ermittelt	Herstellerangabe
Ethernet	17s	6.7	12.5
DVD	3min 11s	0.6	~3.5

Tabelle 3.1: Vergleich Ethernet - DVD

Zur Berechnung des Datendurchsatzes wird die Dateigröße durch die zum Transfer benötigte Zeit dividiert.

Aus der Tabelle ist zu erkennen, dass die Übertragungsgeschwindigkeit für einen Transport einer Datei mit einer Größe von 114MB bei einer Übertragung über das Ethernet ca. 11x schneller ist als bei einem Transfer von DVD-Laufwerk auf eine Festplatte.

Eine Ursache für das langsame Kopieren von DVD liegt darin, dass die Justierung des Lesekopfes, das Anlaufen der CD bzw. die Problematik CD in einem DVD-Laufwerk eine gewisse Zeit benötigt. Weiterhin kann man nicht davon ausgehen, dass die Übertragungsgeschwindigkeit über das lokale Netz konstant ist, d.h. von der Auslastung des Netzes stark abhängt.

Des Weiteren sind beide ermittelten Werte der Datendurchsätze geringer als die der Herstellerangabe. Die Angabe des Herstellers beinhaltet, dass der angegebene Datendurchsatz in einem idealen System ermittelt wurde. Das bedeutet, dass weitere Komponenten in diesem idealen System den Datenflusses nicht beeinflussen.

3.2 Berechnung des benötigten Datendurchsatzes für die Übertragung von 16 Audiospuren.

Als Richtwert für eine Minute unkomprimiertes Stereo-Audiomaterial gilt die Datenmenge von 10 MB, also 5 MB pro Mono-Spur. Daraus errechnet sich:

- $5 \text{ MB} / 60 \text{ s} = 0,083 \text{ MB/s}$
- $0,083 \text{ MB/s} * 16 \text{ Spuren} = 1,33 \text{ MB/s} = 10,6 \text{ MBit/s}$

Der maximale Datendurchsatz über 100 MBit/s Ethernet berechnet sich somit zu:

- $100 \text{ MBit/s} = 12 \text{ MB/s}$
- $12 \text{ MB/s} / 1,33 \text{ MB/s} = 9$
- $9 * 16 \text{ Spuren} = 144 \text{ Spuren}$

Es könnten also theoretisch ca. 140 Mono- oder ca. 70 Stereo-Audiospuren gleichzeitig übertragen werden.

3.3 Durchführung eines Benchmarktests

Im folgenden Abschnitt wird ein Vergleich von Datendurchsätzen zwischen unterschiedlichen Volumen durchgeführt.

Die erste der beiden lokalen Festplatten (Seagate Barracuda ATA IV ST360021A) im Rechner ist in drei Partitionen unterteilt: Morton (System), Claude und Edgard. Der Benchmarktest (Software Version 1.1.3) wird auf die Partitionen Morton und Claude, sowie auf eine sich nicht im Studio befindende Kapazität (Netzvolumen, RAID0) angewendet. Der Test beinhaltet den Betrieb mit sequentiellen und zufälligen Schreib- und Lesevorgängen.

Volume	Schreib-/Leseart	Datendurchsatz in MB/s				Hersteller- Angabe
		Schreibvorgang		Lesevorgang		
		4K	256K	4K	256K	
Netzvolume	Sequential	4.34	10.84	4.84	10.39	k.A.
	Random	4.17	9.32	4.48	10.48	
Morton	Sequential	11.83	20.50	11.90	29.79	~69.4
	Random	1.12	13.29	0.58	16.33	
Claude	Sequential	29.45	28.38	17.76	27.74	
	Random	1.19	16.46	0.59	16.73	

Abb.3.3: Vergleich von Datendurchsätzen für verschieden Volumen

Unter der Annahme, dass 1min unkomprimiertes Stereo-Audiomaterial ca. 10MB Speicherplatz benötigt (Abschnitt 3.2), kann man erkennen, dass für alle Volumen ein ausreichend großer Datendurchsatz vorhanden ist, um mindestens 16 Monospuren zu übertragen.

Allgemein gilt, dass der Schreib- und Lesevorgang in 256KB grossen Blöcken mit höherer Geschwindigkeit abläuft. Grund dafür ist, dass die Zeit, die nach dem Beschreiben des kleineren Sektors (4KB) bis zum nächsten Schreibvorgang im darauf folgenden Sektor ungenutzt bleibt. Im Gegensatz dazu kann ein größerer Teilbereich mit mehr als 4kB, hier mit 256kB in der gleichen Zeit beschrieben

werden. Die Zeitliche Ausnutzung ist demnach für diesen Schreib- und Lesevorgang günstiger, der Datendurchsatz erhöht sich.

Weiterhin ist zu bemerken, dass sequentielles Schreiben und Lesen mit einer höheren Datenrate stattfindet. Hintereinander liegende Sektoren können schneller angesprochen werden, als bei einer zufälligen Auswahl an Sektoren. Der Vorgang des „random- write and read“ (zufällige Verteilung der Daten) läuft daher mit einem geringeren Datendurchsatz ab.

Anhand der Datenraten ist zu erkennen, dass Partition Claude die größten Datendurchsätze im sequentiellen Betrieb aufweist. Vermutlich ist Claude eine weiter außen liegende Partition. Im random Betrieb zeigt Claude in grober Näherung identische Zugriffszeiten wie Morton. Ein Grund für die identischen Datenraten wäre, dass Volumen Morton und Claude zwei Partitionen einer physikalischen Festplatte sind.

Im Vergleich zu der Herstellerangabe liegen die erreichten Datendurchsätze deutlich niedriger. Unklar sind dabei die Rahmenbedingungen des Tests für die Angabe des Herstellers. Vermutlich sind Abweichungen durch Unterschiede der Testsoftware, verwendete Sektorengröße, Busgeschwindigkeit, Dateigröße und Vor- bzw. Nachteile durch Test auf defragmentierten Abschnitten.

Im Vergleich mit den ermittelten Angaben in Abschnitt 3.1. kann man erkennen, dass für interne (nur im Rechner selbst stattfindende) Prozesse höhere Datendurchsatzraten aufgrund des schnelleren IDE-Busses, als für den durch Peripherie angebundene Datenaustausch erreicht werden.

4 DigiDesign ProTools TDM 6.7 – Software

ProTools ist eine HD-Recording- und Editierungssoftware, welche auf die Verwendung mit spezieller Hardware der Firma DigiDesign abgestimmt ist.

Die Kommunikation zwischen DSPs und ProTools erfolgt mittels TDM II-Bus, welcher eine gleichzeitige Übertragung von 512 Timeslots pro Abtastintervall (1/Samplerate Sekunden) ermöglicht. Als Brücke zum Transport von Audiosignalen zwischen dem GUI (Graphische Benutzeroberfläche) von ProTools und den signalverarbeitenden Prozessoren (DSPs) der Core-Karte dient die DAE (Digidesign Audio Engine).

Die DAE ist ein eigenständiges Programm, sie übernimmt die Audioverarbeitung und kann auch von Audio-Programmen anderer Hersteller genutzt werden (z.B. Apple Logic, Bias PEAK, Cycling '74 Max/MSP).

Vor dem Start der Applikation ProTools gilt es zu überprüfen ob alle nötigen Komponenten richtig eingeschaltet, installiert und autorisiert sind, um einen

fehlerfreien Start der Software mit entsprechender Betriebsbereitschaft der DAE zu gewährleisten.

In der Startphase wird eine Autorisierungsabfrage über das ILOK durchgeführt: Das Programm erhält eine Rückmeldung über die Autorisierungsrechte des Benutzers. Anschließend folgt eine Überprüfung der installierten Plug-Ins.

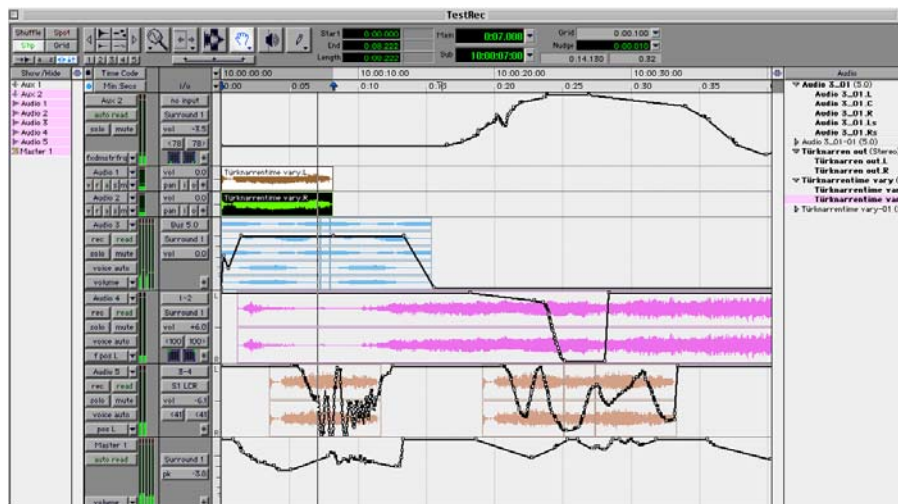
ProTools überprüft das Vorhandensein von Plugins und lädt diese gegebenenfalls. In dieser Laborübung registriert ProTools einen Fehler beim Ausführen der WAVES-Plugins. Aufgrund der von ProTools vorgeschriebenen Ordnerstruktur konnte dieses Plugin nicht geladen werden.

4.1 Erstellen einer Session

Nachdem in der Startphase die PlugIn- und Systemkonfigurationen überprüft werden, kann man mit dem Erstellen einer Session beginnen. Eine Session enthält alle relevanten Informationen eines ProTools- Projekts:

- zeitliche Anordnung der Regionen (Region: ganzes Soundfile oder Audiofile-Ausschnitt), Position von Markern
- Liste der in der Session verwendeten Audio-Files
- Automationsdaten (z.B. Lautstärkeregelung)
- Abtastrate, Bit-Tiefe, Time Code Format

ProTools bietet verschiedene Fenster zur übersichtlichen Bedienung an:



Das Edit-Fenster ermöglicht eine Bearbeitung der Regionen sowie die Automatisierung von Parametern und ermöglicht den Zugriff auf alle entsprechenden Funktionen und Werkzeuge.

Abb. 4.1 a Edit-Fenster

Das Mix-Fenster visualisiert das Mischpult für die Session. Es werden vorhandene Tracks, Gruppen, Routings und Kanalzüge mit Fadern und Statusinformationen (z.B. Solo, Mute, Rec, etc.) dargestellt. Des Weiteren werden für jeden Kanalzug die verwendeten PlugIns angezeigt.

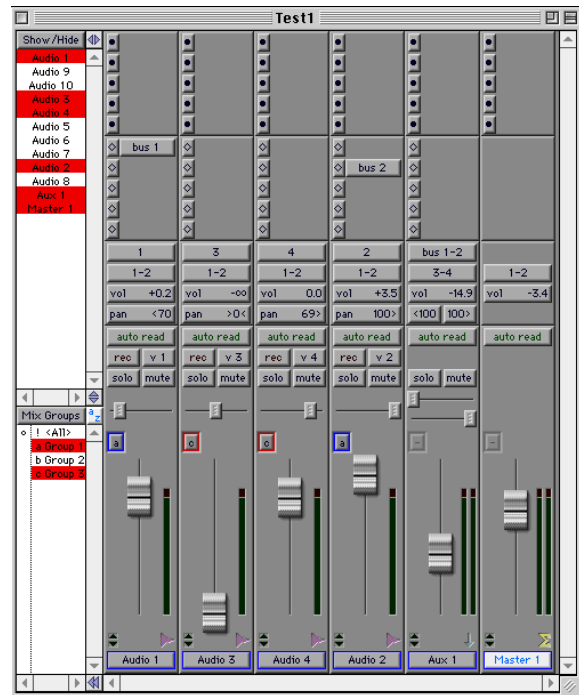


Abb. 4.1 b Mix-Fenster

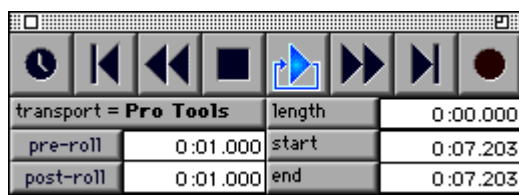


Abb. 4.1 c Transport-Fenster

Das Transport-Fenster ermöglicht die Kontrolle der Abspielparameter wie z.B. Wiedergabe, Vorlauf/Rücklauf und Aufnahme. Des Weiteren werden Zeitinformationen (Abspielposition, Gesamtdauer, etc.) angezeigt.

4.2 Audiotbearbeitung

Die Bearbeitung des Audiomaterials in ProTools gestaltet sich sehr einfach. Die Regions können ausgeschnitten, verschoben, kopiert und wieder eingefügt werden. Auch die Automation der Lautstärke, des Pannings und verschiedener Plug-In-Parameter ist einfach gehalten: Via Mausklick können beliebige Kurven über die Wellenformdarstellungen der Audio-Tracks gezeichnet werden, die dann beim Abspielen der Session vom Programm umgesetzt werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit der dynamischen Automation während des Abspielens. Die verschiedenen Modi hierfür (auto touch, auto latch, auto write) lehnen sich an die aus der Mischpulttechnik bekannten Automationsmodi an.

Alle diese Bearbeitungs- und Automatisierungsmöglichkeiten sind non-destruktiv, d.h. sie können jederzeit widerrufen werden und die Audio-Files auf der Festplatte werden nicht verändert.

Die einzige ausschließlich destruktive Bearbeitungsmöglichkeit in Pro Tools ist das „Pencil-Tool“. Mit diesem Tool können die Wellenformen graphisch verändert werden. Die Audiofiles werden unwiderruflich geändert. Der Einsatz des Pencil-Tools sollte daher mit entsprechender Vorsicht erfolgen.

Im Gegensatz zum ähnlich aussehenden Werkzeug mit dem Regions beschnitten oder ausgedehnt werden können, wird mit dem Time-Stretching – Tool eine Region unter Beibehaltung des Cues tatsächlich zeitlich verkürzt oder verlängert. ProTools verändert allerdings hierbei nicht das Original-Soundfile, sondern legt ein neues Soundfile mit entsprechender Länge an. Somit ist die Bearbeitung nicht wirklich destruktiv.

Die Audiosuite-Plugins (s. 4.4) können wahlweise destruktiv oder nicht-destruktiv angewendet werden, eine entsprechender Schalter („overwrite“) befindet sich im Bedienfenster. Wenn „overwrite“ nicht aktiviert ist, legt Pro Tools auch hier neue Audiofiles mit den berechneten Audiodaten an.

4.3 Import von Audiofiles

Ein komfortables Tool zum Verwalten und Importieren von Audiofiles stellt der Workspace von ProTools dar (Abb. 4.3), hier wird zu jeder Audio-Datei eine Vielzahl von Informationen angezeigt (Samplerate, Bittiefe, Wellenform-Darstellung,...). In jeden Header der von ProTools verwendeten und abgespeicherten Audiofiles werden zusätzliche Meta-Informationen geschrieben, wie z.B. die Wellenform Darstellung und eine zufällig generierte ID-Nummer, welche eine eindeutige Identifizierung jedes Audiofiles ermöglicht. Beim Import von Audiofiles in eine Pro Tools Session sind einige Dinge zu beachten. Die Audiofiles sollten das gleiche Format (z.B. SDII, AIFF, WAV), die gleiche Sample- und Bitrate wie die Session aufweisen. Falls das nicht der Fall ist, muss das Programm die Files erst konvertieren, was entsprechend zeitaufwendig ist.

Bis zu Version 5 bietet Pro Tools keine Netzwerkanbindung. Alle Audiofiles müssen sich auf lokalen Volumes befinden. Ab der Softwareversion Pro Tools 6 kann die Verwaltung der Audiofiles auch über das Netzwerk erfolgen. Dies ist ein Vorteil in Hinblick auf Schnelligkeit und Flexibilität.

Name	A	V	Kind	Size	Dz	Capacity	Free	Waveform	Abs. Durr	File	Date Modified	Date Created	# Channe	Format	Sample	Bit-Dept
Kopien_Archiv			Folder		Mi						Mo, 20. Dez 2004	Mo, 20. Dez 2004				
Kopie_Asuar			Folder								Fr, 14. Jan 2005	Do, 13. Jan 2005				
Ellen_Adern			Folder								Do, 13. Jan 2005	Do, 13. Jan 2005				
Aderngeäst 12.01.05			Folder								Mi, 12. Jan 2005	Mi, 12. Jan 2005				
Aderngeäst_24Bit.Rs			Audio File	84.6 MB	Mi			11:10.56	11:10.56		Mi, 12. Jan 2005	Mi, 12. Jan 2005	1 channels	AIFF	44100	24 bits
Aderngeäst_24Bit.Rc			Audio File	84.6 MB	Mi			11:10.56	11:10.56		Mi, 12. Jan 2005	Mi, 12. Jan 2005	1 channels	AIFF	44100	24 bits
Aderngeäst_24Bit.R			Audio File	84.6 MB	Mi			11:10.56	11:10.56		Mi, 12. Jan 2005	Mi, 12. Jan 2005	1 channels	AIFF	44100	24 bits
Aderngeäst_24Bit.Ls			Audio File	84.6 MB	Mi			11:10.56	11:10.56		Mi, 12. Jan 2005	Mi, 12. Jan 2005	1 channels	AIFF	44100	24 bits
Aderngeäst_24Bit.Lo			Audio File	84.6 MB	Mi			11:10.56	11:10.56		Mi, 12. Jan 2005	Mi, 12. Jan 2005	1 channels	AIFF	44100	24 bits
Aderngeäst_24Bit.L			Audio File	84.6 MB	Mi			11:10.56	11:10.56		Mi, 12. Jan 2005	Mi, 12. Jan 2005	1 channels	AIFF	44100	24 bits
Aderngeäst_24Bit.C			Audio File	84.6 MB	Mi			11:10.56	11:10.56		Mi, 12. Jan 2005	Mi, 12. Jan 2005	1 channels	AIFF	44100	24 bits
Bilder			Folder								Mi, 12. Jan 2005	Mi, 12. Jan 2005				
Archiv_CD-R0Ms			Folder		Mi						Mi, 22. Dez 2004	Mo, 20. Dez 2004				
AFM.temp1570518			Audio File	450.52 I	Mi			0:05.23t	0:05.23t		Mi, 19. Jan 2005	Mi, 19. Jan 2005	1 channels	AIFF	44100	16 bits
Shared Studio Storage	T	T	Volume		Mi	148.98 GE	109.11 GI				Mi, 19. Jan 2005	Do, 4. Nov 2004				
Projekte			Folder								So, 7. Nov 2004 1	Di, 13. Jan 2004				
TU_Bilder			Folder								Do, 10. Jun 2004	Mo, 5. Jan 2004				
TU-Bilder-Scans_04			Folder								Do, 10. Jun 2004	Di, 30. Dez 2003				
Soundlibrary			Folder								Di, 2. Dez 2003 1	Fr, 12. Jan 2001				
SQAM-Lib			Folder								Mi, 4. Sep 2002 1	Mo, 3. Sep 2001				
sqampt			Session Fil	35.33 KI	Mi						Do, 5. Jul 2001 1	Do, 5. Jul 2001 1		Pro Tools 5.	44100	16 bits
Soundlib_SQAM			Session Fil	44.31 KI	Mi						Mo, 3. Sep 2001	Mo, 3. Sep 2001		Pro Tools 5.	44100	16 bits
Audio Files			Folder								Mo, 11. Nov 2002	Mo, 3. Sep 2001				
Xylophon.R			Audio File	3.87 MB	Mi			0:45.93t	0:45.93t		Mo, 3. Sep 2001	Mo, 3. Sep 2001	1 channels	SD II	44100	16 bits
Xylophon.L			Audio File	3.87 MB	Mi			0:45.93t	0:45.93t		Mo, 3. Sep 2001	Mo, 3. Sep 2001	1 channels	SD II	44100	16 bits
Wind ensemt			Audio File	1.26 MB	Mi			0:14.94t	0:14.94t		Mo, 3. Sep 2001	Mo, 3. Sep 2001	1 channels	SD II	44100	16 bits
Wind ensemt			Audio File	1.26 MB	Mi			0:14.94t	0:14.94t		Mo, 3. Sep 2001	Mo, 3. Sep 2001	1 channels	SD II	44100	16 bits
Wind ensemt			Audio File	6.66 MB	Mi			1:18.94t	1:18.94t		Mo, 3. Sep 2001	Mo, 3. Sep 2001	1 channels	SD II	44100	16 bits
Wind ensemt			Audio File	6.66 MB	Mi			1:18.94t	1:18.94t		Mo, 3. Sep 2001	Mo, 3. Sep 2001	1 channels	SD II	44100	16 bits

Abb. 4.3 ProTools Workspace

4.4 Plugin – Architektur

Pro Tools TDM unterstützt grundsätzlich drei Plugin-Formate: TDM, RTAS (Real Time Audiosuite) und Audiosuite, wobei nur TDM und RTAS-Plugins echtzeitfähig sind.

Audiosuite-Plugins müssen grundsätzlich vor der Verwendung berechnet werden. Die Audiosuite enthält unter anderem Plugins, deren Verwendung in Echtzeit keinen Sinn ergibt, wie beispielsweise „Reverse“, aber auch Plugins wie Hall oder Delay, die auch als Echtzeitversion vorliegen können. TDM und RTAS – Plugins können über die Mixerstruktur in Echtzeit eingebunden werden, dadurch auftretende mögliche Latenzen werden von ProTools automatisch kompensiert (die maximale Verzögerung wird auf alle aktiven Signalwege angewendet).

Die Anzahl von gleichzeitig laufenden Plugins ist dabei nur von Rechenleistung und Arbeitsspeicher begrenzt.

RTAS-Plugins unterliegen der Einschränkung, daß sie nur in Monowegen und auch nur in Audiotracks eingesetzt werden können. TDM-Plugins sind in dieser Hinsicht flexibler. Sie liegen oftmals sowohl in Mono als auch als Stereo-Variante vor und können auch in Aux-Tracks eingebunden werden.

Wenn mit Surround-Formaten gearbeitet wird, ist zusätzlich zwischen Multi-Mono- und Multichannel-Plugins zu unterscheiden. Echte Multichannel-Plugins (die noch relativ selten sind) erscheinen im Surround-Path als „ein“ Plugin. Die Parameter werden hier grundsätzlich gelinkt für alle Surround-Kanäle gesteuert. Nicht-Multichannel-fähige Plugins werden als Multi-Mono-Plugins eingebunden.

Jedem Surround-Path wird dabei ein einzelnes Mono-Plugin zugeordnet.

Die Parametersteuerung kann dann über einen Button gelinkt werden, so dass alle Kanäle gleichermaßen bearbeitet werden. Wird der Link ausgeschaltet, ist es auch möglich, die Surround-Kanäle getrennt zu bearbeiten.

Andere Plugin-Schnittstellen, wie z.B. das weit verbreitete VST-Format (Virtual Studio Technology) oder das mit OSX eingeführte AU-Format (Audio Units), werden von Pro Tools nicht unterstützt. Zwar werden VST-Plugins oft parallel als RTAS-Variante angeboten, sie unterliegen dann aber den oben erwähnten Einschränkungen.

4.5 Erstellen eines Surroundmixes

Das Erstellen eines Surroundmixes ist in ProTools nur mit Hilfe eines „Surroundmixer“-Plugins möglich. Dieses belegt einen zusätzlichen DSP auf der Core-Karte. Die Struktur eines Surroundtracks ähnelt der eines normalen Mischpults, bietet aber dazu mehr Flexibilität bei der Zuweisung zu den Channels. Die freie Zuordnung in der Path-Matrix ermöglicht ein beliebiges Routing zwischen den Surround-Tracks und den Ausgängen.

Bei der Auswahl eines 7.1-Formates stehen automatisch 8 Sub-Paths zur Verfügung: L (Left), LC (Left Center), C (Center), RC (Right Center), R (Right), RS (Right Surround), LS (Left Surround), LFE (Low Frequency Effect). Die Surroundkanäle werden schließlich den Channels folgendermaßen zugeführt:

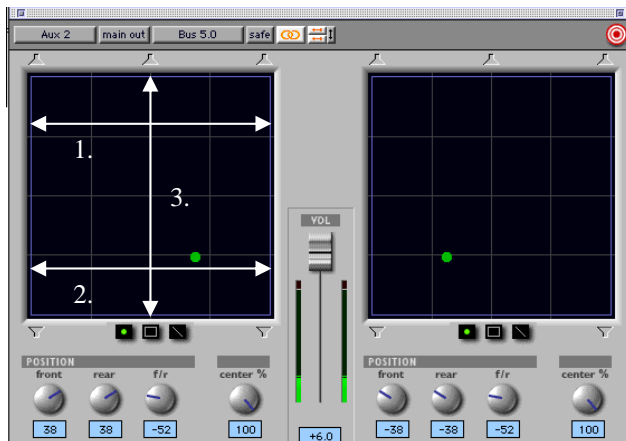
L→12	C→2	R→4	LS→9
LC→1	RC→3	RS→7	LFE→16

Beispielsweise wirkt ein Panning zwischen den Tracks LC und L als physikalisches Panning zwischen den Ausgängen 1 und 12.

Ein nützliches Instrument stellt das Surround Scope-Fenster dar. Es ermöglicht eine visualisierte Implementierung der Stereoideologie bei der Surroundabmischung.

Durch eine Bewegung des Surround-Spots wird ein Panning zwischen den drei Parametern realisiert:

1. Vorne Links - Vorne Rechts
2. Hinten Rechts - Hinten Links
3. Vorne - Hinten



Das Fenster kann als ein Kartesisches Koordinatensystem mit einem zusätzlichen Parameter interpretiert werden.

Abb. 4.5 Surround Scope-Fenster

Bei einer Automatisierung der Parameter werden somit drei verschiedene Kurven von ProTools aufgezeichnet.

4.6 Surround-Dateiformate

Die von Pro Tools unterstützten Multichannel-Formate sind: LCR, Quad, LCRS, 5.1/5.0, 6.1/6.0 und 7.1/7.0. Für die Codierung in herstellerspezifische Soundfile-Formate wie z.B. DTS, SDDS, Dolby Surround oder AC-3 sind in der Regel zusätzliche Plugins erforderlich.

Das DTS (Digital Theatre System) wurde für die Wiedergabe von Mehrkanal-Ton in Kinos entwickelt. Die Grundidee besteht darin, Ton und Bild auf unterschiedlichen Medien aufzuzeichnen. Im Gegensatz zu Dolby Digital werden die Toninformationen nicht mehr auf den Filmstreifen aufgezeichnet, sondern separat auf einer CD gespeichert. Das ermöglicht eine gegenüber Dolby Digital deutlich höhere Datenrate, was der Audioqualität zugute kommt. Um die Synchronisation von Bild und Ton zu gewährleisten, trägt der 35mm-Film (neben den analogen Tonspuren) eine Steuerungsspur, welche die Timecode-Informationen enthält.

Beim DTS erfolgt eine Zusammenfassung von 6 diskreten Audiokanälen zu einem Datenstrom. Die Audio-Informationen werden durch eine spezielle Kodierung soweit reduziert, dass die Datenmenge auf einer CD bzw. DVD untergebracht werden kann. Die typischen Datenraten beim DTS-Verfahren sind 768 kBit/s bzw. 1536 kBit/s (Dolby Digital: 384 kBit/s oder 448 kBit/s). Es werden fünf Kanäle mit einer Übertragungsbereich von 20 – 20 kHz wiedergegeben. Der sechste Kanal wird als LFE (Low Frequency Effect) –Kanal bezeichnet und überträgt nur Frequenzen von 20 – 120 Hz. Seit einiger Zeit existieren auch CD- bzw. DVD-Player für den Heimkinobereich, die in der Lage sind, den DTS-Datenstrom zu dekodieren.

5 Der TH-S – Soundfile-Player

TH-S ist ein Multiformat-Soundfile-Player, der für den Live-Einsatz z.B. im Theater konzipiert wurde. Die Oberfläche besteht aus mehreren Slots (in der aktuellen Version vier Stereo- und zwei 8-Spur-Player), in denen Audiofiles zunächst abgelegt und dann z.B. auf Mausklick abgefahren werden können. Die Steuerung ist auch über Tastatur, externe MIDI-Controller oder Faderstart von digitalen Mischpulten möglich, womit TH-S auch für den Rundfunkbereich sehr interessant ist (z.B. als Cartplayer-Ersatz). Jeder Slot kann eine Playlist von mehreren Audiofiles aufnehmen. Da der Beginn jedes anliegenden Files vorab in den Arbeitsspeicher geladen wird, erfolgt die Ausspielung verzögerungsfrei.

Der Vorteil von TH-S ist, dass es sehr viele verschiedene Audio-Dateiformate, sowohl lineare als komprimierte, verarbeiten und ohne Konvertierung abspielen kann. Dies ermöglicht einen intuitiven Zugriff, da sich der Benutzer weder in der Vorbereitung noch bei der Aufführung bzw. Sendung mit den Dateiformaten seines Audiomaterials auseinandersetzen muss. Darin besteht ein entscheidender Unterschied zu Pro Tools. Hier können ausschließlich solche Audiodateien direkt in die Session importiert werden, die exakt die in der Pro Tools Session festgelegte Samplerate und Bittiefe aufweisen. Andere Formate müssen beim Import konvertiert werden. Dies kann einige Zeit in Anspruch nehmen. TH-S basiert auf MAX/MSP und greift auf die Digidesign Audio Engine (DAE) zurück. Es kann als Plugin direkt in Pro Tools eingebunden werden und somit als Zuspeler fungieren.