

4 Versuchsbeschreibung

4.1 Versuchsaufbau

Wie schon im vorausgegangenen Kapitel erwähnt, ist eine grundsätzliche Bedingung für einen objektiven und technisch einwandfreien Hörvergleich, dass das zu vergleichende Musikmaterial vollkommen identisch und „unbehandelt“ ist. Das heißt, es darf weder im Pegel geändert, noch darf es editiert, verhallt oder auf eine andere Weise bearbeitet werden (in diesem Fall würde DSD rechnerintern in ein PCM-Signal gewandelt werden). Da solches Musikmaterial – wenn überhaupt vorhanden – nicht zugänglich war, wurde dieses zusammen mit Instrumentalisten der Hochschule für Musik Detmold als Stereo- und Surroundbeispiele in der dem Erich-Thienhaus-Institut angegliederten „Neuen Aula“ eigens vor Beginn der Hörtest produziert.

Um ein klangbeeinflussendes Mischpult umgehen zu können, wurden die Stereo-Musikbeispiele mit je zwei, Surroundbeispiele mit je fünf Mikrofonen (mit erweitertem Frequenzgang bis 40 bzw. 50 kHz) der Firmen Schoeps (MK2S, MK4 und MK41 mit den Mikrofonverstärkern CMC 6-Ug xt) und Sennheiser (MKH800) aufgenommen – folglich war also jedem Lautsprecher ein Mikrofon zugeordnet. Die mit Lake People-Mikrofonvorverstärkern des Typs MIC AMP F/35II auf Line-Pegel angehobenen Signale wurden über 50 Meter lange, niederkapazitive Mikrofonkabel der Firma Klotz (Typ der Serie M1) in den Regieraum geführt, dort mittels eines Y-Adapters aufgesplittet und über dCS-Konverter (insgesamt 2 mal 3 zweikanalige dCS 904) einerseits in DSD, andererseits in PCM (24bit,176,4kHz) A/D-gewandelt und nach dem Datenbitmapping-Verfahren der Konverter mit einem Pyramix „Virtual-Studio-System“ (Merging Technologies) gespeichert. Dies ermöglichte, unabhängig von „Live-Musik“ und dem sich daraus ergebenden Problem der nur „ungenauen Reproduktionsfähigkeit“, Musik vollkommen identisch wiederzugeben und so für den Test nutzen zu können. Für das Bitmapping wurden aufzeichnungsseitig pro DSD-Kanal 3, pro PCM(176,4kHz/24Bit)-Kanal 4 Kanäle mit 44,1kHz/24Bit-Format benötigt. Daraus ergab sich für das Pyramix-System eine Gesamtpurenzahl von 38 Kanälen (die „freie“ Spur des DSD-A/D-Center-Konverters musste „leer“ mitlaufen). Anschließend wurde das Audiosignal ebenfalls über dCS-D/A-Wandler (insgesamt 2 mal 2 zweikanalige dCS 954 für L, R, LS, RS und 2 mal 1 zweikanaligen dCS 955 für C) in ein analoges Signal rückkonvertiert und auf eine von den Emil-Berliner-Studios entwickelte, hochwertige

4 Versuchsbeschreibung

Stereo- und Surround-Monitorunit vom Typ MU 2000 gegeben. Auf diese konnte der Proband mittels einer ebenfalls bei den Emil-Berliner-Studios entwickelten ABX-Software zugreifen und jeweils zwischen den Signalen DSD und PCM auswählen. Mit Hilfe eines softwareseitig im ABX-Test implementierten, auf den Umschaltmoment zwischen zwei Signalen bezogenen Delays, wurde ein gleichzeitiges Erklingen beider Signale und somit eine den Probanden irreführende Pegel-Kaskadierung unterbunden. Als Wiedergabesystem wurden Schallsysteme der Firma Manger eingesetzt, die sich durch eine hervorragende Impulsgenauigkeit und einen Frequenzgang bis 35kHz auszeichnen. Hatte der Proband sich für ein Stereobeispiel entschieden, konnte er darüber hinaus über einen Kopfhörer der Firma Stax hören. Die gesamte Verkabelung wurde ausnahmslos mit neuen, hochwertigen Analog- und Digitalkabeln der Firma Klotz ausgeführt.

Folgende von dCS für diesen Hörvergleich empfohlenen Filtereinstellungen wurden gewählt:

- A/D-DSD-Konverter: Die DSD-Filter unterscheiden sich in der Stärke, mit der sie das Quantisierungsrauschen im Audioband bis 20kHz unterdrücken und wie sie das Quantisierungsrauschen oberhalb des Audiobandes formen. Es wurde Filter 5 empfohlen. Zwar unterdrücken Filter 6 und 7 noch effektiver das Quantisierungsrauschen, jedoch würde der SNR innerhalb des Audiobandes dann nicht mehr im Bereich der SACD-Spezifikationen liegen.
- A/D-PCM-Konverter: Diese Filter sind Anti-Aliasing-Filter und beeinflussen den Frequenzbereich oberhalb von 20kHz. Filter 1 ergibt dabei den steilsten „Cut off“; mit aufsteigender Filternummer werden die Anti-Aliasing-Filter im Übergangsbereich immer „flacher“, wodurch die Impulsantwort jedoch immer präziser und das symmetrische Vor- und Nachschwingen geringer wird. Empfohlen wurde Filter 2.
- D/A-DSD-Konverter: Die unterschiedlichen Filter beeinflussen in Form einer wählbaren Abschwächung der HF-Anteile die Bandbreite des Ausgangssignals und bieten somit eine Anpassung an die Möglichkeiten der Monitoring-Kette. Hier sollte die niedrigste Filternummer, bei der keine Artefakte wahrnehmbar sind,

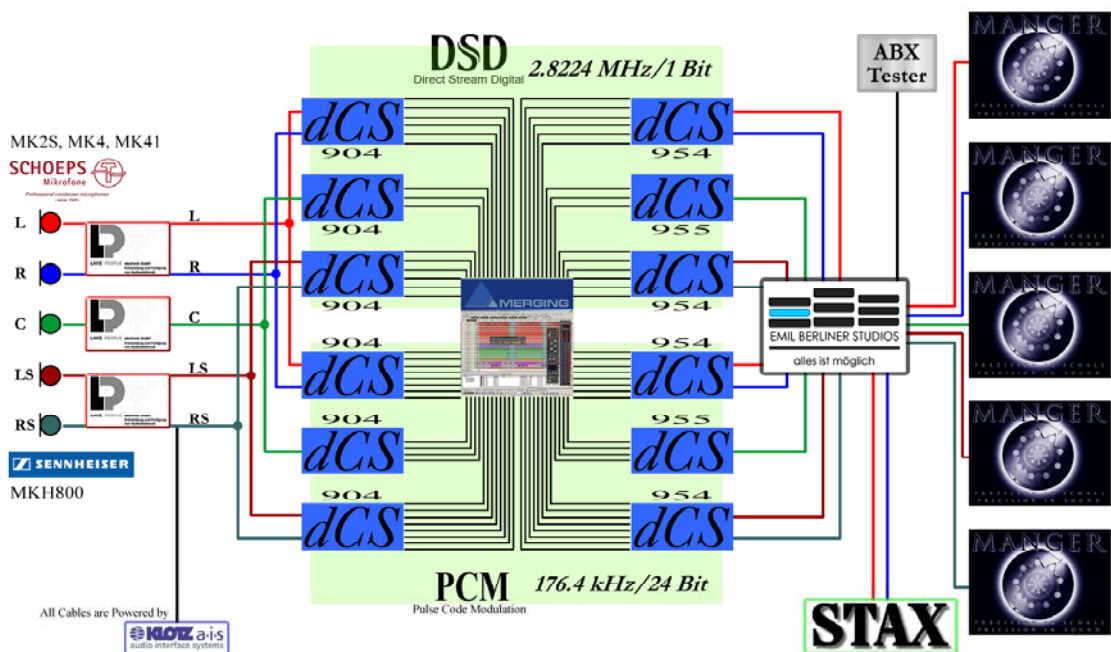
4 Versuchsbeschreibung

genommen werden. Dementsprechend empfohlen und auch gewählt wurde Filter 1.

D/A-PCM-Konverter: Von diesen linearphasigen FIR-Filtern, sogenannten „Anti-Image-Filtern“, stehen bei allen Samplingfrequenzen vier verschiedene zur Auswahl. Sie beeinflussen das Ultraschall-Spektrum oberhalb des Audiobandes und vermeiden Nyquist-Imaging. Die Filter haben nach Filternummer aufsteigend breitere Übergangsbreiten. Empfohlen wurde Filter 1.

Die Auswahl des gesamten Equipments erfolgte ausschließlich nach technischen Gesichtspunkten – nähere Informationen können dem Kapitel 5.3 entnommen werden, der Signalfluss in der Übersicht der folgenden Grafik:

Mikrofon - LakePeople Mikrofonvorverstärker - dCS A/D Konverter 904 - Merging Pyramix Virtual Studio - dCS D/A Konverter 955/954 - EBS Monitor Unit & ABX Tester - Manger Schallsysteme



Alle eingetragenen Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Firmen und Organisationen.

Grafik Nr.19: Signalfluss-Diagramm des Testaufbaus.

Um den unterschiedlichen Hörerfahrungen, -erwartungen und -fokussierungen auf musikalischer Seite gerecht werden zu können, sollte dem möglichst breitgefächerten Testpublikum während der Durchführung der Hörversuche selbstverständlich ein entsprechend vielfältiges Angebot an Musik- und Klangbeispielen zur Verfügung stehen. Alle parallel in DSD und in PCM (176,4kHz/24Bit) durchgeführten Aufnahmen fanden in der „Neuen Aula“ der Hochschule für Musik in Detmold bei deaktivierter

4 Versuchsbeschreibung

Klimaanlage statt, als Regie diente der Raum 698 („Archiv“). Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der aufgenommenen Musikbeispiele:

STEREO	SURROUND
Cembalo (Gero Wycik) Fr.Couperin – <i>Rondeau c-Moll</i> 3:21	Cembalo (Gero Wycik) Fr.Couperin – <i>Rondeau c-Moll</i> 3:25
Gesang (Alissa Rose) W.A.Mozart – <i>Le nozze di Figaro, Arie der Susanna</i> „Deh vieni, non tardar“ 3:11	Gesang (Alissa Rose) J.Strauss – <i>Die Fledermaus, Lied der Adele</i> , „Mein Herr Marquis“ 1:32
Gitarre (Tim Büchenschütz) E.Clapton – <i>Signe</i> 2:06	Gitarre (Tim Büchenschütz) Unbekannt – <i>Romance</i> 2:20
	Jazz Trio (Christian Struck, Piano – Christoph Terbuyken, Bass – Gabriel Grote, Schlagzeug) M.Manieri – <i>Sarah's Touch</i> 4:32
Oboe (Pavel Sokolov) G.Ph.Telemann – <i>Phantasie Nr.8, TWV 40:9, e-Moll, 2. Satz (Spirituoso)</i> 1:11	Oboe (Pavel Sokolov) G.Ph.Telemann – <i>Phantasie Nr.8, TWV 40:9, e-Moll, 1. Satz (Largo)</i> 2:22 <i>2.Satz (Spirituoso)</i> 1:14
	Orgel (Hisako Yoshida) M.Reger – <i>Fuge d-Moll, op.135b</i> 5:10
Percussion Solo (Wen-Chi Song) <i>Maracas</i> 1:30 <i>Guiro</i> 1:30 <i>Windchime</i> 1:30 <i>Kastagnetten</i> 1:30	Percussion Trio (Jennifer Fang, Wen-Chi Song, Pi Tzu Yang) N.J.Zivkovic – <i>aus Danza Barbara Tutti-Bsp.Nr.1</i> 2:33 <i>Tutti-Bsp.Nr.2</i> 1:33
Piano (Kimiko Imani) D.Scarlatti – <i>Sonata, K.188 a-Moll</i> 2:38	Piano (Kimiko Imani) Fr.Chopin – <i>Études, op.25, Nr.11 a-Moll</i> 4:04
Sprache – russisch (Ememkut Zaotschnyj) A.Puschkin – <i>aus Eugen Onegin</i> 2:08	Sprache – russisch (Ememkut Zaotschnyj) A.Puschkin – <i>aus Eugen Onegin</i> 2:09
	Streicherorchester (Detmolder Kammerorchester, Ltg. Eckhard Fischer) E.Rautavaara – <i>Pelimannit „Fiddlers“ 2.Satz „Kopsin Jonas“ (Presto)</i> 1:08 <i>5.Satz „Hypyt“ (Presto)</i> 1:16
Trompete (Udo Potratz) <i>Blues Improvisation</i> 2:31	Trompete (Udo Potratz) <i>Blues Improvisation</i> 2:36
	Violine (Jimmy Hsueh) J.S.Bach – <i>Sonate Nr.1, BWV 1001, Adagio</i> 4:19

Grafik Nr.20: Übersicht der zur Verfügung stehenden Musik- und Klangbeispiele.

4 Versuchsbeschreibung

Die Entstehung der Aufnahmen soll an dieser Stelle nicht ausführlich für jedes Beispiel dokumentiert werden, da sie im Rahmen der Arbeit nicht im Mittelpunkt des Interesses steht. Es sollen hier lediglich einige generelle Anmerkungen folgen:

Die Stereobeispiele wurden jeweils klanglich optimiert in AB-Aufstellung entweder mit Schoeps-Mikrofonen (MK2S) bzw. mit Sennheiser-Mikrofonen (MKH800) mit Kugelcharakteristik aufgenommen. Die Verwendung von Mikrofonen unterschiedlicher Hersteller liegt darin begründet, dass die Aufnahmen teilweise parallel sowohl mit Schoeps- als auch mit Sennheiser-Mikrofonen bzw. mit 4 Sennheiser-Mikrofonen gleicher Charakteristik, aber unterschiedlicher Basisbreite durchgeführt wurden (dann nur in DSD oder nur in PCM), um sogenannte „falsche Beispiele“ zu erhalten, mit Hilfe derer während der Tests – im Gegensatz zur Unterscheidungsfähigkeit zweier Aufzeichnungsverfahren – die Differenzierbarkeit von „variiertes Tonmeisterarbeit“ (Auswahl bzw. Aufstellung der Mikrofone) geprüft werden sollte. Von dieser „Irreführung“ wurde während der Testdurchführung jedoch abgesehen, da sich gleich zu Beginn der Tests herausstellte, dass in der Regel ein Proband aus Zeit- und Konzentrationsgründen nur ein einziges, und nicht – wie zuvor geplant – mehrere Beispiele mit jeweils einer kompletten ABX-Testreihe durchlaufen konnte. Dem Probanden wäre es nicht zuzumuten gewesen, den Zeitaufwand eines Testdurchlaufs und der Anfahrt lediglich für ein „falsches Beispiel“ aufzubringen.

Bei den Surround-Beispielen wurde der „Mix“ zwischen L&R, C und LS&RS mit den Lake People-Mikrofonvorverstärkern eingestellt. Im allgemeinen wurde mit 2 Kugeln für L und R, einer Hyperniere als C und 2 in den Raum gerichteten Nieren (jeweils positions-optimiert) mikrofoniert; einzige Ausnahme bilden die Aufnahme des Jazz- und des Percussion-Trios – bei beiden wurden die Mikrofone klanglich optimiert direkt im Ensemble aufgestellt und auf die Spuren/Lautsprecher verteilt.

Die Sprachaufnahme wurde bewusst in russischer Sprache gewählt, da somit eine Maximierung der Konzentration allein auf die Sprachwiedergabe unter Umgehung der Ablenkung durch semantische Inhalte gewährleistet werden konnte. Die Musik- und Klangbeispiele wurden den Probanden in voller Spiellänge zur Verfügung gestellt. Die gesamte Bedienung, wie zum Beispiel Lautstärkeregelung, Zugriff auf die ABX-Testsoftware etc., erfolgte vom Probanden mittels einer Steuerungseinheit, so dass dieser selber über den Ablauf und die zeitliche Einteilung des Hörvergleichs bestimmen

4 Versuchsbeschreibung

konnte. Diese Möglichkeit war ein wichtiger Faktor, um den schon erwähnten Leistungsdruck des Probanden möglichst zu minimieren. Eine genauere Beschreibung des Testablaufs und des ABX-Tests erfolgt im Kapitel 4.4 dieser Arbeit.

Der gesamte Regieraum wurde über das geregelte Netz des Erich-Thienhaus-Instituts und zusätzlich über eine ferromag-Netzfilter-Steckdosenleiste (passive, breitbandige Hochfrequenz-Filterung) versorgt. Eine reibungslose Kommunikation zwischen Tester und Proband war durch eine bidirektionale Sprechverbindung gewährleistet.

Damit sämtliche A/D- und D/A-Konverter unter identischen Bedingungen arbeiten, wurden sie vor Beginn der Tests exakt eingemessen:

Zunächst wurde mit Hilfe des Pegelgebers Tektronix SG 5010 ein 1kHz-Ton mit +6dBu (1,550V) generiert und auf die analogen Eingänge der A/D-Wandler gegeben. Anschließend wurde der Pegel des Digitalausgangs mittels des präzisen Pegelmessers in Pyramix gemessen und auf einen digitalen Headroom von -6dB/Fullscale mit einer Genauigkeit von ca. $\pm 0,01$ dB abgeglichen.

Nachdem die A/D- und D/A-Konverter aneinander angeschlossen waren, wurde mit dem Pegelmesser Tektronix AA 5001 das Ausgangssignal des A/D-Wandlers wiederum auf +6dBu (1,550V) eingemessen, so dass sich in der A/D-D/A-Signalkette ein absoluter 1:1 Durchgang ergab – bei einer Abweichung von ± 2 mV ergibt sich hierbei zwischen analogem Ein- und Ausgangssignal ebenfalls eine maximale Genauigkeit von ca. $\pm 0,01$ dB).

Die A/D-Konverter für DSD können problemlos auf Fullscale PCM eingemessen werden, da die dCS-Wandler diesen Pegel bei Wahl eines DSD-Formats intern automatisch auf den entsprechenden Wert des SACD-Standards gemäß der Definition von 0dB Fullscale übertragen.

Wie im nachfolgenden Kapitel genauer nachgelesen werden kann, wurde als Abhör-raum der Raum 698 im Erich-Thienhaus-Institut eingerichtet und den Richtlinien der EBU/ITU entsprechend akustisch angepasst.