

Diplomarbeit

Moderne mobile Audiospeicher

ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades einer/eines
„Diplom-Ingenieurin/Diplom-Ingenieurs für technisch-wissenschaftliche Berufe“
am Masterstudiengang Telekommunikation und Medien
der Fachhochschule St. Pölten

unter der Erstbetreuung von

Dipl.-Ing. Franz Zotlöterer

Zweitbegutachtung von

Dipl.-Ing. Andreas Büchele

ausgeführt von
Regina Mayer, BSc.
Tm0710262040

Wien, am 12.02.2009

.....
Unterschrift

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere, dass

- ich diese Diplomarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.
- ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im Inland noch im Ausland einem Begutachter oder einer Begutachterin zur Beurteilung oder irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Diese Arbeit stimmt mit der von den Begutachter/inne/n beurteilten Arbeit überein.

.....
Ort, Datum

.....
Unterschrift

Zusammenfassung

Betrachtet man den derzeitigen Markt an mobilen Audiogeräten, wird einem schnell klar, dass es eine wahre Vielzahl an Herstellern gibt, die Produkte in dieser Kategorie entwickeln und herausbringen. Wie entscheidet man sich für das Richtige? Diese Frage ist nur noch schwer zu beantworten. Fakt ist jedoch, dass erst durch die Digitaltechnik diese große Anzahl an Möglichkeiten entstanden ist. Aufgrund dessen ist es notwendig, erst einmal einen Überblick über diese Technik zu bekommen. Es brauchte allerdings seine Zeit, bis die Analog/Digital-Umwandlung in ein Stadium kommt, in welchem sie sich heute befindet. Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit eine ausführliche Einführung in die Digitaltechnik gegeben.

Die Tatsache, dass man sich mittlerweile auf digitaler Ebene befindet, hat die unterschiedlichsten Audioformate hervorgebracht. Von datenreduziert bis verlustfrei ist alles vorzufinden. Danach richtet sich auch die Entwicklung und Verwendung der Datenträger. Die Speicherkapazitäten werden dabei immer größer und die Träger selbst immer kleiner. Das ermöglicht immer mehr Geräte mit geringerer Größe. Vorteilhaft für die mobile Audiospeicherung ist, dass es mittlerweile mechanisch unempfindliche Datenträger auf dem Markt gibt. Somit gestaltet sich der Umgang damit robuster. Die Entwicklung der Datenträger ist demnach ebenfalls aufgelistet.

In den unterschiedlichsten Bereichen werden unterschiedlichste Geräte eingesetzt. Einen Überblick bekommt man im Laufe der Arbeit. Durch Experteninterviews, Erfahrungen des Autors und Internetrecherchen ist der Bereich der mobilen Audiogeräte genauer bewertet worden. Die wichtigsten Erkenntnisse sind:

- Die Kosten sind ein sehr bedeutender Faktor geworden, unabhängig um welchen Bereich es sich handelt. Beim Kauf wird das Gerät immer auch im Zusammenhang mit dessen Preis gesehen.
- Ein Gerätehersteller kann nicht alle Kundenwünsche erfüllen. Es geht darum, wie billig man ein Gerät mit ausreichender Qualität herstellen kann. Extrawünsche sind oftmals zu teuer zu produzieren.
- Ein neuer Bereich ist entstanden, welcher sich zwischen professionellen und Konsumer-Geräten gebildet hat: Die Prosumer-Kategorie.
- Der professionelle Bereich findet mittlerweile weitaus weniger Käufer, als es noch vor 10 oder 20 Jahren der Fall war.
- Auch die verwendeten Anschlüsse und eingebauten Features geben eine Auskunft darüber, „wie professionell“ ein Gerät ist.

Abstract

If you are looking at the actual marketplace, you'll soon find out that there are a lot of manufacturers who develop and publish different products in this category. How do you know which one is the best? The answer is not simple. In fact the digital technique made the huge number of products possible. That's why this thesis starts with an overview of this technique. It needed time to develop the digitalization and reach the current level.

The digitalization afforded different audio formats. You can find compressed and lossless formats. This has also consequences on the development of data medium too. The storage capacity gets larger and the carrier itself gets smaller. That allows very tight devices. A huge advantage is that there exist data carriers which feature no mechanically moveable fragment. They are more robust. In the thesis there is the history of digital carriers.

You can find different devices in distinct scopes. There is an overview of that in this thesis. The area of the mobile audio devices is evaluated on the basis of expert interviews, knowledge of the author and internet research. The main findings are:

- The costs are always an essential factor. If you buy a mobile audio device, you will see the pricing in conjunction with the device at all times.
- The producer can't meet everyone's expectation. They just try to produce as cheap as possible. Special requests cost a lot more.
- There is a new area between the professional and the consumer devices: the prosumer area.
- The target group for the professional devices has decreased since the last 10 or 20 years.
- The ports and the integrated features inform the customer if it's a professional device or not.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Audiospeichertechniken	2
2.1 Digitaltechnik.....	2
2.1.1 A/D-Wandlung.....	2
2.1.2 Nichtlineare Signalverarbeitung	6
2.1.3 Analog/Digital Wandler.....	7
2.1.4 Datenreduktion von Digitalsignalen.....	7
2.1.4.1 Verlustfreie Datenreduktion.....	9
2.1.4.2 Verlustbehaftete Datenreduktion.....	11
2.1.4.3 Dateiformate.....	13
2.2 Geschichte der Audiospeichertechnik.....	15
2.2.1 Analoge Audiospeichertechniken.....	15
2.2.1.1 Mechanische Audiospeichertechnik.....	15
2.2.1.2 Magnetische Audiospeichertechnik.....	18
2.2.2 Digitale Audiospeichertechniken	23
2.2.2.1 CD – Compact Disc.....	23
2.2.2.2 SACD – Super Audio Compact Disc	26
2.2.2.3 DVD – Digital Versatile Disc.....	26
2.2.2.4 MVI – Music Video Interactive.....	28
2.2.2.5 MD – Minidisc.....	28
2.2.2.6 DAT – Digital Audio Tape.....	30
2.2.2.7 DCC – Digital Compact Cassette	30
2.2.2.8 CompactFlash®-Karten.....	31
2.2.2.9 SD-Karten.....	32
2.2.2.10 Festplatten.....	35
2.2.2.11 Holografische Speicher	36
3 Mobile Audioaufnahmegeräte	39
3.1 Cantar-X2.....	40
3.2 Edirol R-1 von Roland.....	40
3.3 Edirol R-4 von Roland.....	41
3.4 Edirol R-09 HR von Roland.....	42
3.5 Fostex FR – II.....	43
3.6 Fostex PD-6	44
3.7 HHB DRM85	44
3.8 M-Audio Microtrack II	45
3.9 Marantz PMD 670	46
3.10 Marantz PMD 660	46

3.11 Marantz PMD 671	47
3.12 Mayah FM 001 Flashman	48
3.13 Maycom Handheld Recorder	48
3.14 Nagra AES-M Handheld.....	49
3.15 Olympus LS-10	49
3.16 Tascam DR-1	50
3.17 Tascam HD-P2.....	51
3.18 Zoom H4	51
4 Bewertung der Audiospeichertechnik	52
4.1 Der Umstieg von analog auf digital	53
4.2 Datenträger und Dateiformate.....	54
4.3 Unterschiede zwischen mobilen Audiorecordern	57
4.4 Zukunftsaussichten	62
5 Fazit.....	64
Anhang.....	65
Anhang A: Literaturverzeichnis	65
Anhang B: Quellenangaben aus dem Internet	65
Anhang C: Abbildungsverzeichnis	67
Anhang D: Verzeichnis der Tabellen.....	69
Anhang E: Glossar	70
Anhang F: Abkürzungsverzeichnis.....	72
Anhang G: Inhalt der CD-ROM	74
Anhang H: Interviews	75

1 Einleitung

Schallinformationen können gespeichert werden. Dieser Tatsache ist man sich seit dem 19. Jahrhundert bewusst. Damals konnte man Schall jedoch nur analog auf einem Datenträger aufbewahren, was mit gewissen Grenzen zum Beispiel bezüglich der Speicherkapazität verbunden war. Doch schon in den frühen 80er Jahren des 20. Jahrhunderts kam ein Datenträger auf den Markt, der digitale Daten beinhaltete: Die Compact Disc (CD). Seit die Audiodaten in Bits und Bytes umgewandelt werden konnten, ergab sich eine Vielzahl an neuen Möglichkeiten in der Audiospeichertechnik. Betrachtet man erst einmal nur die Tonqualität, stellt die CD gegenüber der vorher üblichen Compact Kasette eine riesige Verbesserung dar. Dies gilt vor allem aus der Sicht des Consumers. Das war allerdings erst der Anfang. Derzeit befindet sich die Audiospeichertechnik auf einem Level, welches noch in den 80er Jahren vermutlich nicht als möglich erachtet worden ist. Alleine im Bereich der mobilen Tonspeicher sind die Entwicklungen seit der „Einführung“ der Digitaltechnik rasant vorangeschritten. MP3-Player, iPods und dergleichen tragen sehr viele Menschen bereits tagtäglich mit sich herum. In einer extrem kompakten Bauweise haben diese Produkte schon in jeder Hosen- und Jackentasche Platz. Doch nicht nur die Wiedergabe von Musik ist erheblich leichter geworden. Audiorecorder gibt es in den verschiedensten Größen, Bauweisen, Anfertigungen usw. Durch die einfache Bedienbarkeit kann heute so gut wie jeder ein Schallereignis ohne Mühe aufnehmen. Die Qualität der Aufnahme kommt dabei nicht nur selten annähernd an professionelles Niveau heran. Das liegt unter anderem daran, dass es eigentlich keine Unterscheidung mehr zwischen professionellen und Consumer-Datenträgern gibt. Durch die Erfindung der CompactFlash Karte und in weiterer Folge der SD Karte fällt die Unterteilung weg. Eine wahre Vielzahl an Herstellern versucht nun, das beste Gerät für die Audioaufnahme auf den Markt zu bringen. Doch worin unterscheiden sich diese Geräte? Gibt es dann unter diesen Umständen noch eine Grenze zwischen professionellen und Consumer-Geräten? Wenn ja, wo liegt diese Grenze? Auf diese und auf weitere Fragen versucht diese wissenschaftliche Arbeit, Antworten zu geben. Fakt ist auch, dass die Entwicklung in der mobilen Audiospeichertechnik längst nicht am Ende angekommen ist. Es kann zwar nur spekuliert werden, was die Zukunft in dieser Hinsicht bringt, dennoch gibt es bereits erste Schritte und Wege in eine neue Art der Audiospeicherung.

2 Audiospeichertechniken

2.1 Digitaltechnik

2.1.1 A/D-Wandlung

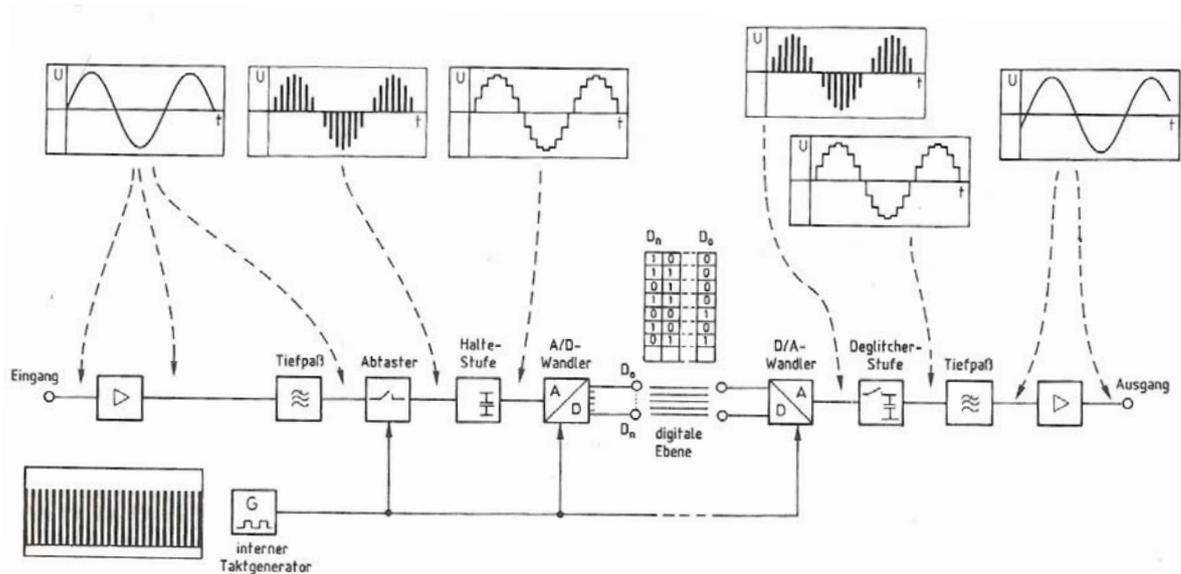


Abb. 1: Prinzip des digitalen Übertragungsweges

Die in der Natur vorkommenden Schallwellen sind analog. Das bedeutet, dass sie zu jedem Zeitpunkt einen gewissen Wert besitzen. Somit hat ein analoges Signal unendlich viele Werte zu jedem Zeitpunkt. Anders ausgedrückt ist ein analoges Signal demnach zeitkontinuierlich und wertkontinuierlich. Die Speicherung von unendlich vielen Daten ist jedoch nicht möglich. Aus diesem Grund müssen die Informationen in diskrete Werte umgewandelt werden. Der Analog/Digital Wandler führt nun zuerst eine Abtastung und anschließend eine Quantisierung durch. (vgl. Dickreiter 1997, S. 271f)

Zu Beginn der Digitalisierung wird das Audiosignal abgetastet. Das bedeutet, dass in bestimmten, konstanten Abständen ein so genannter Abtastwert ermittelt wird. Ein häufig verwendeter Begriff dafür ist die Sample & Hold Stufe. Übersetzt wird sie auch Abtast-Halte-Stufe genannt. Als Samples werden dabei die Proben aus dem analogen Ausgangssignal bezeichnet, welche impulsartig und regelmäßig herausgenommen werden. Diesen Samples wird anschließend jeweils ein Zahlencode zugeordnet (Quantisierung), was durch den anschließenden Analog/Digital Wandler geschieht. Bis dass dieser Wert jedoch zugewiesen werden kann, muss der entnommene Abtastwert gehalten werden (Hold). Je öfter abgetastet wird, desto eher entspricht am Ende das Signal dem Original. Es gibt jedoch ein Minimum an Abtastwerten, damit überhaupt erst die Möglichkeit besteht, das Signal wieder zurück wandeln zu können. Hierfür gilt das Nyquisttheorem. Dieses besagt, dass die Abtastfrequenz etwas mehr als doppelt so groß

sein muss wie die höchst vorkommende Frequenz. Bedenkt man nun, dass der menschliche Hörbereich bis 20 000Hz reicht, müsste demnach eine Abtastfrequenz von etwas mehr als 40 000Hz verwendet werden. Am Beispiel der Compact Disc, welche mit 44,1kHz abtastet, wird deutlich, dass dies für ein angenehmes Hörerlebnis genügt. Wird das Nyquisttheorem nicht eingehalten, treten Frequenzfehler auf und das Signal ist nicht rekonstruierbar. Diesen Effekt nennt man Aliasing (Abbildung 3). Da in einem Signal jedoch beliebig viele hohe Frequenzen vorkommen können, muss vor der Abtastung ein Tiefpassfilter gesetzt werden. (vgl. Friesecke 2007, S. 497f)

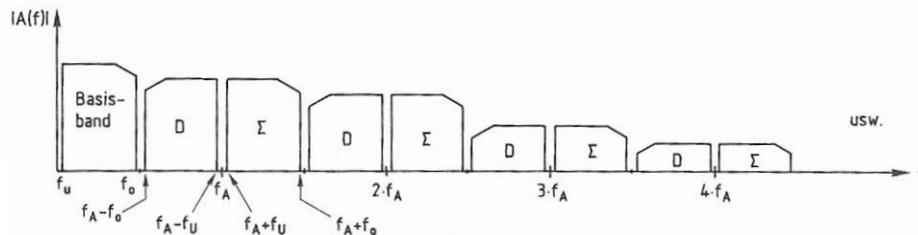


Abb. 2: Spektrum eines korrekt abgetasteten Signals

Für die unterschiedlichen Datenträger haben sich gewisse Abtastfrequenzen standardisiert. Wie bereits erwähnt, wird ein Signal für eine CD mit 44,1kHz abgetastet. Dasselbe gilt für die Minidisc. Bei einer DVD und einem Digital Audio Tape erfolgt die Abtastung meist mit 48kHz, bei einer DVD-Audio mit 96kHz. Die wohl geringste Samplingfrequenz treffen wir im Alltag beim Telefonieren an. Die Abtastung von 8kHz reicht jedoch für die Übertragung der Sprache aus. (vgl. Raffaseder 2002, S. 120f)

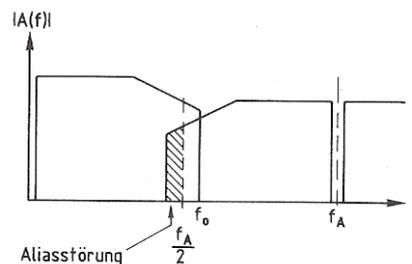


Abb. 3: Aliasing – Spektrum eines unterabgetasteten Signals

Besonders im professionellen Bereich wird das Oversampling angewendet. Das bedeutet, dass nicht mit der beabsichtigten Frequenz abgetastet wird, sondern mit einem viel höheren Wert. Das hat zur Folge, dass die Grenzfrequenz, die sich durch das Nyquisttheorem ergibt, auch höher ist. Das wiederum bedeutet, dass der verwendete Tiefpassfilter nicht mehr eine so steile Flanke besitzen muss. (vgl. Raffaseder 2002, S. 120)

Nach der Abtastung ist das Signal lediglich zeitdiskret, jedoch noch immer wertkontinuierlich. Somit erfolgt als nächster Schritt die Quantisierung. Dabei werden die

Werte der Amplitude „abgetastet“. Man stelle sich nun ein 2-dimensionales Koordinatensystem vor. Auf der x-Achse ist die Schallwelle nach der Zeit definiert. Auf der y-Achse ist die Amplitude, welche einem gewissen Spannungswert entspricht, erkennbar. Bei der Abtastung werden entlang der x-Achse Werte genommen. Nun gilt es aber, auch die Werte auf der y-Achse zu erfassen. Ein Signal teilt sich in den Wertebereich von $+A_{\max}$ bis $-A_{\max}$. Wie bei der zeitlichen Abtastung muss dieser Bereich in gleich große Abstände eingeteilt werden. Auch hier gilt, dass umso öfter ein Wert genommen wird, umso genauer kann das Signal wieder reproduziert werden. Treten Spannungswerte über $+A_{\max}$ auf, kommt es zu Verzerrungen, die im Allgemeinen als „Clipping“ bezeichnet werden. Die Angabe erfolgt hier in Bit. Es kommt häufig vor, dass von einer 16-Bit Quantisierung gesprochen wird. Dies gibt eine Antwort darauf, wie viele Quantisierungsstufen bei der Digitalisierung verwendet wurden. Diese können mit der Formel $q=2^n$ ausgerechnet werden. Das q steht dabei für die Quantisierungsintervalle und n ist die Anzahl der Bits. Somit kommt man bei einer 16-Bit Quantisierung auf ein Ergebnis von 65 536 Intervallen, was bedeutet, dass man ebenso viele Werte der Amplitude hat. Dem Intervall wird anschließend ein binärer Code zugeteilt. Je mehr Intervalle demnach verwendet werden, desto länger wird auch das binäre Codewort und desto mehr Speicherplatz wird benötigt. Nach der Abtastung und nach der Quantisierung erhält man ein so genanntes PCM (Pulse Code Modulation) Signal. (vgl. Raffaseder 2002, S. 121f)

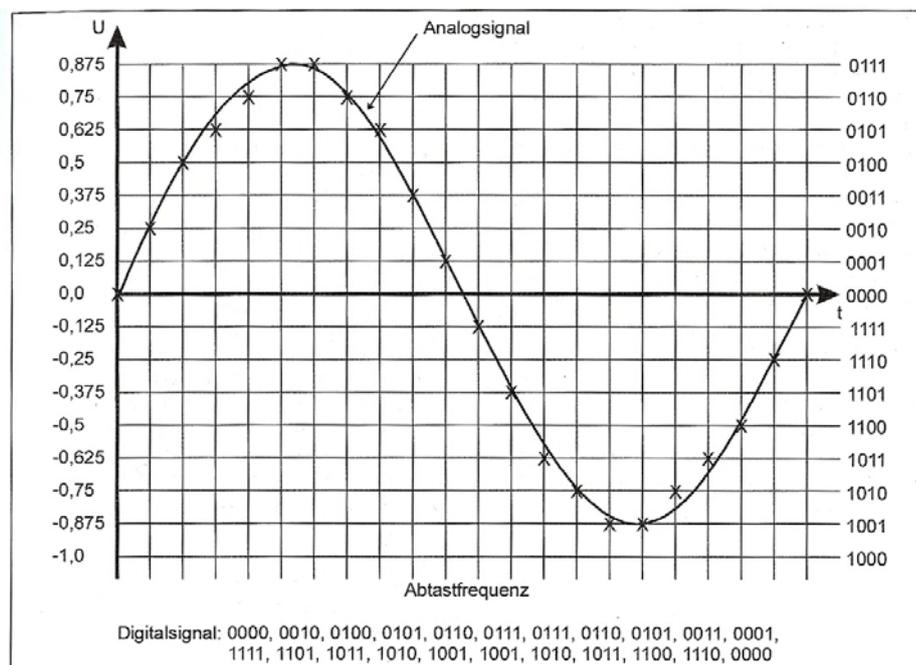


Abb. 4: Abtastung und Quantisierung eines analogen Signals

In Abbildung 4 ist deutlich zu erkennen, wie das analoge Signal aussieht und anschließend das Digitale. Der bei der Quantisierung erhaltene Spannungswert ist auf der

linken Seite abzulesen. Rechts ist dann der binäre Code aufgelistet. Bereits hier erkennt man leichte Abweichungen vom ursprünglichen Signal. Damit ist auch bestätigt, dass je mehr Stufen bei der Abtastung und bei der Quantisierung verwendet werden, desto eher entspricht das digitale Signal dem Ausgangssignal. Liegt ein Spannungswert zwischen zwei Stufen, wird der Quantisierungswert genommen, welcher sich näher beim Spannungswert befindet. (vgl. Friesecke 2007, S. 507)

Wie schon erwähnt, treten Abweichungen auf. Es wird also deutlich, dass Fehler bei der Quantisierung auftreten. Hörbar werden diese als Quantisierungsrauschen oder als Klirrvverzerrungen bezeichnet. Was für den Menschen als „weißes Rauschen“ empfunden wird, sind völlig zufällige Spannungen, die während der Quantisierung auftreten. Weißes Rauschen bedeutet, dass alle Frequenzen gleich laut vertreten sind. Dies tritt vor allem auf, wenn eine hohe Anzahl an Quantisierungsstufen verwendet wird. Bei einer geringeren Menge an Intervallen scheint es, als würde das Rauschen eine gewisse Tonlage haben. Ein wichtiges Kriterium für digitale Speichermedien ist somit der Signal-Rausch-Abstand. Dieser kann mit folgender Formel berechnet werden:

$$\text{SNR} = 10 \cdot \log (P_S / P_N)$$

SNR ...Signal-to-Noise-Ratio (Signal-Rausch-Abstand)

P_S ... Nutzsinnleistung

P_N ...Rauschleistung

(vgl. Friesecke 2007, S. 508)

Medium	n Bit Quantisierung	Quantisierungsintervalle	SNR(n)
Digitale Telefonie	8	256	50 dB
CD, MD, DAT	16	65 536	98 dB
DVD-Audio	24	16 777 216	146 dB

Tab. 1: Unterschiedliche Datenträger und deren Signal-Rausch-Abstand

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, wie dem Quantisierungsrauschen entgegengewirkt werden kann. Beim so genannten Dither wird zu dem Audiosignal ein weiteres Rauschen beigefügt. Als Ergebnis erhält man weißes Rauschen. Der Grund dafür liegt in der Psychoakustik. Das menschliche Ohr empfindet weißes Rauschen weniger störend als Rauschen, das eine gewisse Tonhöhe besitzt. Eine weitere Möglichkeit ist das Noise-Shaping. Diese Technik ist dem Dither sehr ähnlich. Auch hier wird noch ein Rauschen beigefügt. Das Resultat ist jedoch kein weißes Rauschen, sondern – wie der Name schon sagt – ein Rauschen, das angepasst ist. Im Detail bedeutet das, dass im Gegensatz zu den tiefen und mittleren Frequenzen, die Höhen des Rauschens mehr präsent sind. Da dies einen Frequenzbereich betrifft, welcher vom menschlichen Ohr

kaum wahrgenommen wird, fällt es weniger auf. Somit wird deutlich, dass Rauschen nicht herausgefiltert werden kann. Es kann lediglich versucht werden, dieses unter Beachtung der psychoakustischen Eigenschaften des menschlichen Ohres zu verdecken. Vom technischen Standpunkt her, bedeutet dies jedoch eine Verschlechterung des Signal-Rausch-Abstandes. (vgl. Friesecke 2007, S. 546f)

In der Theorie lassen sich durch die Berechnung des Signal-Rausch-Abstandes zwar Dynamikwerte errechnen, jedoch stimmen diese noch nicht mit der Praxis überein. Begrenzt werden diese noch durch den Digital-Headroom und den Footroom. Der Digital-Headroom ergibt sich daraus, dass vor einer Aufnahme nie genau fixiert werden kann, wie laut das Signal wird. Dementsprechend sollten 10dB oder etwas mehr so zu sagen als „Absicherung“ einberechnet werden. Der Footroom ergibt sich aus dem Quantisierungsrauschen, welches zu geringe Amplituden verdeckt. Ungefähr 20dB fallen daher für den unteren Bereich weg. Bei einer 16-Bit Quantisierung beträgt der Signal-Rausch-Abstand demnach nicht 98dB sondern nur noch ungefähr 68dB. (vgl. Raffaseder 2002, S. 124f)

Durch die Quantisierungsfehler ergeben sich, wie schon erwähnt, Verzerrungen. Die Verzerrungen werden als Klirrfaktor bezeichnet, welcher auch THD – für Total Harmonic Distortion – genannt wird. Dieser Wert ergibt sich aus dem Verhältnis von den neuen Obertönen zu dem Gesamtsignal. Die neuen Obertöne ergeben sich aus den Quantisierungsfehlern und der Wert für das Gesamtsignal setzt sich aus den tatsächlich verwendeten Quantisierungsintervallen zusammen. (vgl. Friesecke 2007, S. 508f)

2.1.2 Nichtlineare Signalverarbeitung

Durch die Digitaltechnik ist auch die Möglichkeit und Verwendung der nichtlinearen Signalverarbeitung gekommen. Betrachtet man ein Tonband, erkennt man, dass die Länge des Bandes Auskunft darüber gibt, wie viel Daten darauf gespeichert werden können. Möchte man sich einen gewissen Titel anhören, muss man die gewünschte Stelle auf dem Band suchen. Damit wird deutlich, dass die Schallinformationen nacheinander auf dem Band vorhanden sind. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um digitale oder um analoge Daten handelt. Die nichtlineare Signalverarbeitung hängt demnach von der Art des verwendeten Datenträgers ab. Ein gutes Beispiel dafür sind Festplatten. Die Schallinformationen können praktisch auf ganz unterschiedlichen Orten auf der Festplatte liegen, da die gesamten Daten in getrennten Blöcken aufgeteilt sind. Tatsächlich werden die Blöcke wenn möglich nicht alle verstreut auf der Festplatte zu finden sein, sondern dazu tendieren, an zusammenhängenden Stellen gespeichert zu werden. Dies ist vor allem deshalb nötig, weil eine Festplatte auch nicht unendlich schnell arbeiten kann und auch etwas Zeit benötigt (dabei handelt es sich um ein paar Millisekunden), um auf die

unterschiedlichen Blöcke zugreifen zu können. Daraus geht nun hervor, dass man unterschiedliche Titel oder auch nur einen Titel in einer beliebigen Reihenfolge ohne Mühen abspielen kann im Gegensatz zum Tonband. Weiters ist es auch möglich, sich mehrere Schallereignisse gleichzeitig anzuhören. Genau das ist die nichtlineare Signalverarbeitung. Das Bearbeiten von der gespeicherten Schallinformation ist dadurch sehr erleichtert worden. (vgl. Friesecke 2007, S. 564)

Durch die vergangenen Entwicklungen ist es weiters möglich, Audiodaten zu bearbeiten, wobei das Ausgangsmaterial dabei nicht zerstört wird. Diese Tatsache wird als „nondestruktive Signalverarbeitung“ bezeichnet. (vgl. Friesecke 2007, S. 564)

2.1.3 Analog/Digital Wandler

Die Intervalle bei der Quantisierung müssen nicht immer gleich groß sein. Ist das der Fall und die Intervalle unterscheiden sich durch ihre Größe, spricht man von einer nichtlinearen Wandlerkennlinie. Umso höher die Aussteuerung, umso größer werden die Abstände, wo quantisiert wird. Eine nichtlineare Wandlerkennlinie hat zur Folge, dass von einem Audiosignal mit kleiner Amplitude dementsprechend öfter ein Quantisierungswert genommen wird. Das wiederum hat einen hohen Signal-Rauschabstand und eine Erhöhung der Dynamik zur Folge. Im Gegensatz dazu werden Signale mit großer Amplitude mit einer geringeren Amplitudenauflösung quantisiert. Der Signal-Rauschabstand wird dadurch zwar kleiner, dennoch ist dies subjektiv aus psychoakustischen Gründen nicht als unangenehm wahrnehmbar. Positiv an der nichtlinearen Wandlung ist, dass man dadurch den Speicherbedarf etwas verringern kann. Die negative Seite daran ist, dass sich nichtlinear gewandelte Signale nicht mit Signalen verarbeiten lassen, welche linear umgewandelt wurden. (vgl. Dickreiter 1997, S. 283f)

2.1.4 Datenreduktion von Digitalsignalen

Wie die Umwandlung von einem analogen Audiosignal in ein Digitales funktioniert, wurde in Abschnitt 2.1.1 näher erläutert. Das Ergebnis einer A/D-Umwandlung ist eine große Anzahl an Bits, die je nach verwendetem Wandler mehr oder weniger dem Ausgangssignal entsprechen. Fakt jedoch ist, dass auf einem Datenträger nicht unendlich viel Platz ist. Auf einer herkömmlichen Audio-CD muss zum Beispiel das gesamte Album eines Künstlers Platz haben. Trotz des vorgegebenen Rahmens darf subjektiv kein Qualitätsverlust erkennbar sein. Aus diesem Grund gibt es eine große Menge an Audioformaten, die die Bits eines Audiosignals nach unterschiedlichen Methoden reduzieren. Bevor jedoch näher auf die verschiedenen Arten der Datenreduktion eingegangen wird, sollen vorerst ein paar wichtige Begriffe in dessen Zusammenhang näher erläutert werden.

- **Bitrate:** Pro Sekunde muss eine gewisse Bitmenge auf den Datenträger aufgenommen werden. Diese kann ganz einfach berechnet werden, indem man die Abtastfrequenz mit der Anzahl der Bits für die Quantisierung multipliziert. Am Ende erhält man dann die Bitrate in bit/s.
- **Übertragungsrate:** Multipliziert man die Bitrate mit der Summe der Audiospuren, welche man aufnehmen möchte, erhält man die Übertragungsrate. Diese wird meist in kbps (Kilobit pro Sekunde) angegeben. Das Ergebnis stellt demnach die gesamte Anzahl an Bits dar, die notwendig sind, um das vollständige Audiosignal aufzeichnen zu können.
- **Speicherplatzbedarf:** Nachdem die Übertragungsrate bereits die gesamten Audiodaten pro Sekunde darstellt, muss dieser Wert nur noch mit der kompletten Länge des Audiosignals multipliziert werden. Das Resultat stellt dann die endgültige Datengröße des Signals dar, welches aufgezeichnet werden soll.

Im nachstehenden Beispiel sollen diese Begriffe nun verdeutlicht werden. Dabei werden die Daten für eine Compact-Disc mit einer Abtastfrequenz von 44,1kHz und einer Quantisierung von 16Bit in Stereo für die Länge von einer Minute berechnet.

$$16 \cdot 44100 = \underline{\text{Bitrate} = 705\,600\text{bit/s}}$$

$$(705600\text{bit/s} \cdot 2) / 1024 = \underline{\text{Übertragungsrate} = 1378,125\text{kbps}}$$

$$1378,125\text{kbps} \cdot 60\text{s} = \underline{\text{Speicherplatzbedarf} = 82687,5\text{kb} = \sim 10\text{MB}}$$

Für das bessere Verständnis der Rechnung sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Einheit Hertz (Hz) ist dasselbe wie 1/s.
- Für die Umrechnung von bit/s in kbps muss durch den Wert 1024 dividiert werden.
- Eine Umrechnung von Kilobit in Kilobyte erfordert eine Division durch 8.
- Bei der Umwandlung von Kilobyte in Megabyte muss ebenfalls wieder durch 1024 dividiert werden.

Aus dem Ergebnis geht hervor, dass zirka 10MB für die Aufzeichnung von einer Minute notwendig sind. (vgl. Raffaseder 2002, S. 125)

Gerade bei mobilen Audiospeichern ist es von großer Bedeutung, möglichst viele Daten aufnehmen zu können. Obwohl auf immer kleineren Datenträgern die Speicherkapazität steigt, sinkt trotzdem nicht der Wunsch danach, so viele digitale Daten wie nur möglich

auf einen Datenträger zu bringen. Aus diesem Grund müssen die Toninformationen codiert werden. Dabei können im Wesentlichen zwei unterschiedliche Arten unterschieden werden. Bei der verlustfreien Datenreduktion können die Audiodaten ohne Qualitätsverlust verringert werden. Im Gegensatz dazu wird bei der verlustbehafteten Datenreduktion das Originalsignal verändert und Teile davon weggelassen. Diese Veränderungen sind grundsätzlich jedoch nicht wahrnehmbar. Obwohl im zweiten Fall das Originalsignal nie wieder hergestellt werden kann, erfreut sich diese Methode großer Beliebtheit, da damit die Datenmenge mehr verringert werden kann als bei der verlustfreien Reduktion. (vgl. Friesecke 2007, S. 551)

2.1.4.1 Verlustfreie Datenreduktion

Lauf längencodierung

Hierbei handelt es sich um eine eher simple Art der Codierung. Wie bereits erwähnt wurde, besteht ein digitales Signal lediglich aus binären Daten. Demnach erscheint es nachvollziehbar, dass es durchaus der Fall sein kann, dass gewisse Daten aufeinander folgen, welche gleich sind. Angenommen es folgt acht Mal nacheinander die Zahl „1“. So kann man anstatt der acht Einser auch sagen, dass jetzt acht Mal die Eins der Reihe nach kommt. Dazu wird der Header benötigt. Der Header wird mit dem eigentlichen Audiosignal mitübertragen. Er muss aber eindeutig als eigener Bestandteil erkennbar sein. Dessen Werte dürfen sich nicht mit dem des eigentlichen Audiosignals vermischen. Darin stehen all die Informationen, die für die Weiterverarbeitung und/oder die Wiedergabe des Signals nötig sind. Demnach stehen im Header Daten wie die Abtastfrequenz, die Anzahl der Bit für die Quantisierung, die Länge des Signals und vieles mehr. Folglich eignet sich dieser hervorragend, um auch Informationen zur Datenreduzierung zu speichern. Im angegebenen Beispiel würden die Daten folgendermaßen aussehen: „HD 1 8“. HD soll „Header“ heißen, die Eins besagt, welche Zahl jetzt kommt und die Acht gibt an, wie oft die Eins folgen soll. Diese Art der Audiocodierung ist allerdings für komplexe Audiosignale im PCM-Format kaum bis gar nicht einsetzbar, da sich die nacheinander folgenden Abtastwerte meist unterscheiden und nicht gleich sind. Bei der Speicherung eines 1kHz-Sinustones zum Beispiel würde die Lauf längencodierung schon mehr Erfolg zeigen. (vgl. Friesecke 2007, S. 551)

Huffman-Codierung

Bei der Huffman-Codierung werden zuerst die gesamten Signalwerte analysiert. Dabei stellt sich heraus, welche am häufigsten auftreten und welche am wenigsten. Da bei einem digitalen Signal jeder Signalwert einen Code erhält, wird nun den am häufigsten auftretenden Werten des Audiosignals der kürzeste Zahlencode zugeordnet. Die eher selten vorkommenden Werte erhalten dementsprechend einen längeren Code. Mittels dieser Methode können Audiodaten zwar verringert werden, allerdings verhält es sich hier

genauso wie bei der Lauflängencodierung. Die Tatsache, dass sich die Werte bei einem PCM-Signal meist unterscheiden und es kaum der Fall ist, dass die gleichen Signalwerte auftreten, lässt auch diese Art der Codierung nicht effizient genug erscheinen, was die Anforderungen der heutigen Zeit betrifft. (vgl. Friesecke 2007, S. 551f)

MLP

Die Firma Meridian entwickelte diese Methode und verspricht eine Datenreduktion in einem Verhältnis von mindestens 1,5:1. Die Buchstaben MLP sind die Abkürzung für „Meridian Lossless Packing“. Dieses verlustfreie Datenkompressionsverfahren wird vor allem bei der DVD-Audio eingesetzt. Vereinfacht ausgedrückt, wird bei dieser Technik versucht, den Verlauf des Audiosignals im Bezug auf das Frequenzspektrum zu prognostizieren. Dabei entstehen Fehler, welche ebenfalls übertragen werden müssen. Diese Übertragung und die Komprimierung dieser Fehlerdaten erfolgt fast so wie beim Huffman-Code. Noch vor der Vorhersage müssen jedoch unter anderem die verschiedenen Kanäle so bearbeitet werden, dass so gut wie keine Schallinformation doppelt übertragen wird. Das bedeutet, dass quasi eine Differenz gebildet wird für die Übertragung. Das ist dann auch der Grund, weshalb die einzelnen Kanäle verschachtelt übermittelt werden. Zusätzlich muss noch eine Fehlerkorrektur für den Decoder mitgegeben werden. Um das Ausgangssignal wieder herstellen zu können, muss außerdem noch der verwendete Algorithmus, welcher die Prognose errechnete, im Header enthalten sein. Tabelle 2 zeigt, inwiefern die Effizienz der Datenreduktion mit der Abtastfrequenz und der Quantisierungstiefe zusammenhängt. (vgl. Friesecke 2007, S. 552)

Abtastfrequenz	Quantisierungstiefe	Datenreduktion
48kHz	16Bit	2:1
48kHz	24Bit	1,5:1
96kHz	16Bit	3,2:1
96kHz	24Bit	1,85:1
192kHz	16Bit	3,5:1
192kHz	24Bit	1,9:1

Tab. 2: Durchschnittliche Datenreduktion von MLP

2.1.4.2 Verlustbehaftete Datenreduktion

Die verschiedenen verlustbehafteten Datenreduktionsverfahren bauen meist auf den Eigenschaften der Psychoakustik auf. Im Folgenden werden nun die wichtigsten Begriffe in der Psychoakustik kurz erwähnt.

- **Hörschwelle:** Das menschliche Gehör kann erst ab einem gewissen Schalldruck ein Audiosignal wahrnehmen beziehungsweise hören. In einem absolut stillen Raum muss dieser Schalldruck bei zirka $2 \cdot 10^{-5}$ Pa liegen.
- **Frequenzabhängigkeit der Lautstärke:** Die Hörschwelle ist jedoch nicht für alle Frequenzen gleich. Der Mensch nimmt Schallsignale in tiefen und hohen Frequenzen erst ab einem höheren Schalldruck wahr. Das Ohr ist nur im Bereich von zwei bis vier Kilohertz sehr empfindlich.
- **Simultanmaskierung:** Treten zwei Schallereignisse zur gleichen Zeit auf, kommt es vor, dass ein Schallereignis das andere verdeckt, was bedeutet, dass das Zweite nicht mehr wahrnehmbar ist. Dies ist allerdings nur der Fall, wenn ein Audiosignal lauter ist als das andere. Was bedeutet, dass das laute Signal das Leise „verschwinden“ lässt. Je ähnlicher sich die Frequenzen der unterschiedlichen Schallereignisse sind, desto lauter muss das zweite Schallsignal sein, damit es noch wahrgenommen werden kann.
- **Vor- und Nachmaskierung:** Dieser Fall ist ähnlich der Simultanmaskierung. Ein lautes Schallereignis kann ein leises Audiosignal verdecken, indem letzteres kurz vor oder auch kurz nach dem lauten Ereignis auftritt.
- **Lautstärke und Dauer:** Wenn ein Schallsignal sehr kurz ist, muss es umso lauter sein, damit es wahrgenommen wird.
- **Frequenzbereich:** Der menschliche hörbare Frequenzbereich liegt in der Regel zwischen 20 und 20 000 Hertz.

(vgl. Raffaseder 2002, S. 70ff)

ADPCM

ADPCM ist die Abkürzung für „Adaptive Differential Pulse Code Modulation“. Dieses Verfahren arbeitet nach dem Prinzip des Predictive Coding. Das bedeutet, dass vermutet wird, dass zwei benachbarte Datenwörter des Audiosignals keine zu großen unterschiedlichen Werte aufweisen. Aus diesem Grund wird lediglich eine Differenz der beiden Werte gebildet und diese gespeichert. Der Nachteil bei diesem Verfahren ist allerdings die Tatsache, dass bei dieser Methode wahrnehmbare Quantisierungsfehler

entstehen. Das ADPCM Reduktionsverfahren wird deshalb nicht im professionellen Bereich eingesetzt, sondern großteils nur um Sprache zu übertragen und zu speichern. (vgl. Friesecke 2007, S. 553f)

APT-X

Der Name kommt von der gleichnamigen Firma APT. Die Vorteile dieser Methode liegen klar auf der Hand:

- Konstante Datenreduktion von 4:1
- Sehr geringe Zeiten für den Encodier- und den Decodiervorgang

Diese Art der Datenreduktion kann sogar in Echtzeit durchgeführt werden, da für die gesamte Encodierung und die Decodierung eines Audiosignal mit einer Abtastfrequenz von 44,1kHz nicht mal 3ms benötigt werden. Dies ist vor allem für die Übertragung über das Internet von großer Bedeutung. Im Prinzip ist diese Methode ähnlich der ADPCM. Hier wird jedoch das Audiosignal in vier Frequenzbänder aufgeteilt, bevor in jedem einzelnen Frequenzband die ADPCM-Codierung stattfindet. Durch diese Aufteilung wird auch die Abtastfrequenz geviertelt. Des Weiteren ist für jedes Frequenzband eine andere Auflösung vorgesehen. So werden die tiefen Frequenzen mit 7Bit und die hohen Frequenzen nur noch mit 2Bit Auflösung gespeichert. Das hat den Grund, dass sich dieses Verfahren bestmöglich den psychoakustischen Eigenschaften des menschlichen Ohres anpasst. Durch diese Tatsachen ergibt sich auch der konstante Faktor der Datenreduktion. Die Ergebnisse dieser Methode sind sehr zufrieden stellend. (vgl. Friesecke 2007, S. 555f)

MP3

Eines der wohl bekanntesten Verfahren ist das MPEG Layer 3 Verfahren. Es entstand schon im Jahre 1991. Sieben Jahre später kam dann das erste mobile Audiogerät heraus, welches das MP3-Format unterstützte. In den letzten Jahren hat sich diese Methode großer Beliebtheit erfreut. Diese Art der Datenreduktion erlaubt professionelle Audioqualität mit guter Komprimierung. Bei einem Reduktionsfaktor von 10:1 erreicht diese Methode noch immer noch so gut wie CD-Qualität. Wie oben erwähnt ist die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres nicht bei jeder Frequenz gleich. Es gibt demnach Frequenzen in einem Audiosignal, welche von einem Menschen nicht wahrgenommen werden können. Auf dieser Gewissheit baut diese Methode auf. Unhörbare Frequenzen können einfach weggelassen werden. Des Weiteren beruht dieses Verfahren ebenfalls auf der Tatsache des Verdeckungseffektes. Im Prinzip wird das Audiosignal in 32 Frequenzbänder unterteilt. In jedem Frequenzband werden dann die eben genannten psychoakustischen Effekte ermittelt und eventuell neu quantisiert. Das Resultat, welches

sich nach mehreren Schritten herauskristallisiert, wird Huffman-Codiert. (vgl. Friesecke 2007, S: 556)

Dolby AC3

Dieses Verfahren steht in erster Linie für die mehrkanalige Übertragung. Seit ihrem Aufkommen in den Kinos im Jahre 1992 war es für die Übertragung in 5.1 gerüstet. Das war auch der große Vorteil gegenüber der MPEG Layer 3 Methode. Diese war anfangs nur maximal für zwei Kanäle gedacht. Die beiden Datenreduktionsprinzipien unterscheiden sich beim Kodierverfahren nicht wesentlich. (vgl. Friesecke 2007, S. 556)

2.1.4.3 Dateiformate

In der Audiotechnik kommen sowohl Dateiformate mit und ohne Datenreduktion zum Einsatz. Während im Consumer-Bereich häufig mit verlustbehafteten Audioformaten gearbeitet wird, trifft für den professionellen Bereich genau das Gegenteil zu. Verlustfrei sind zum Beispiel WAVE- und AIFF-Dateien. Beim WAVE-Format handelt es sich um einen Audio-Daten-Container von Microsoft und IBM, welches meist unkomprimierte PCM-Samples beinhaltet. Eine Erweiterung dessen stellt das BWF (Broadcast-Wave-Format) dar. Es ist speziell für den Austausch von Audiodaten entwickelt worden. Im Gegensatz zum WAVE-Format kann das BWF auch aus MPEG komprimierten Audioinformationen bestehen. Die Firma Apple brachte 1988 das Audio Interchange File Format heraus. Auch hier besteht eine AIFF-Datei aus PCM-Daten, jedoch können diese auch MIDI- und Instrumenteninhalte aufweisen. Im Allgemeinen unterscheiden sich die Audioformate ohne Datenreduktion durch die unterschiedlichen Informationen im Header. Bei den verlustbehafteten Audiodaten sind zum Beispiel das MP3- und das WMA- Format (Windows Media Audio) sehr beliebt. Mit beiden Formaten lässt sich eine sehr gute Qualität erzielen. WMA unterstützt sogar eine Quantisierung von maximal 24Bit und eine Abtastung von 96kHz. Hauptsächlich für die datenreduzierte Speicherung von mehreren Kanälen sind Dolby Digital und Digital Theater System (DTS) entwickelt worden. Dolby Digital ist gekennzeichnet durch die Endung .ac3. (vgl. Bruns et al. 2005, S. 85f)

Im Folgenden ist eine Übersicht an verlustfreien und verlustbehafteten Dateiformaten aufgelistet:

Verlustfreie Audiodateiformate	Verlustbehaftete Audiodateiformate
WAV	MP2
BWF	MP3
AIFF	AAC
	WMA
	ATRAC
	DTS
	Dolby Digital AC-3
	OGG
	RM

Tab. 3: Verlustbehaftete vs. verlustfreie Dateiformate

2.2 Geschichte der Audiospeichertechnik

2.2.1 Analoge Audiospeichertechniken

2.2.1.1 Mechanische Audiospeichertechnik

Einem Franzosen namens Edouard-Leon Scott gelang es im Jahre 1857 Schall aufzuzeichnen. Die Abfolge der Schallschwingungen wurde dabei auf einer rußgeschwärzten Materie optisch dargestellt. Dieser so genannte „Phonautograph“ verwendete demnach das Prinzip der mechanischen Schallspeicherung. Diese Technik ermöglichte allerdings keine Wiedergabe des Schallereignisses. (vgl. Friesecke 2007, S. 587f)

Als Geburtsjahr der Audiospeichertechnik gilt das Jahr 1877. Thomas A. Edison gelang es damals, einen Phonographen zu entwickeln. Der Unterschied zu der Erfindung von Scott liegt darin, dass dieses Gerät auch in der Lage war, Schall wiederzugeben. Um das akustische Ereignis aufnehmen zu können, wendete Edison das Nadeltonverfahren an. Der Phonograph bestand aus einem Zylinder, welcher in einer dünnen Zinnfolie eingerollt war. Weiters gab es eine Membran, welche mit einer Nadel gekoppelt war. Durch das Eintreffen des Schalls auf die Membran, wurde die Nadel in Bewegung versetzt und ritzte gleichzeitig diese Information in die Zinnfolie ein durch unterschiedliche Auslenkungen in die Tiefe. Dabei musste der Zylinder mit der Hand gedreht werden. Dieses Verfahren erlaubte allerdings keine Kopien. Jede Aufnahme war ein Einzelstück. (vgl. Friesecke 2007, S. 587f)

Bereits 10 Jahre später, im Jahr 1887, konnte ein Verfahren entwickelt werden, welches auch Vervielfältigungen erlaubte. Das von Emil Berliner erfundene Grammophon kann so zu sagen als Vorgänger des Schallplattenspielers gesehen werden, da dieses Gerät auf Scheiben aufzeichnete. Die Platten bestanden damals aus Zink, welches mit Wachs und nach der Aufnahme mit Metall beschichtet wurde. Berliner setzte ebenfalls das Nadeltonverfahren ein. Bei dieser Erfindung hingegen ist die Nadel nicht in die Tiefe, sondern in die Seite ausgelenkt worden. Ebenso war beim Grammophon die Nadel mit einer Membran gekoppelt. (vgl. Friesecke 2007, S. 587f)

Bis zur heutigen Zeit entwickelte sich die mechanische Audiospeichertechnik in vielerlei Hinsicht. Dies betrifft unter anderen das verwendete Material der Platten und die Art, wie die Rillen am besten erzeugt werden. Heutzutage sind sogar Stereo-Aufnahmen möglich. Folgende Neuerungen werden nachstehend näher erläutert:

- Unterschiedliche Schriftarten der Aufnahme
- Rillengröße
- Entzerrung
- Plattenproduktion

Bereits bekannt sind die Tiefen- und die Seitenschrift. Diese ermöglichen lediglich eine Aufzeichnung in Mono. Für Stereoaufnahmen gibt es die Flankenschrift.

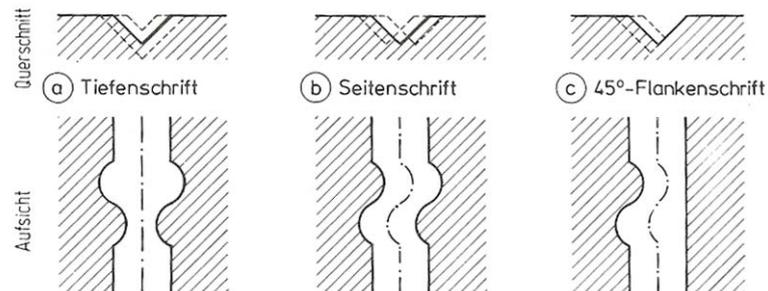


Abb. 5: Schriftarten der Schallplatte

In der heutigen Zeit hat sich aus verschiedenen Gründen die Seitenschrift gegenüber der Tiefenschrift für Monoaufzeichnungen durchgesetzt. Bei Stereoaufnahmen unterscheiden sich die linke und die rechte Seite der Rille (siehe Abb. 4). Bei dieser Flankenschrift liegen die Schallinformationen für den linken Kanal auf der inneren und die Informationen für den rechten Kanal auf der äußeren Flanke der Rille. Die Rille hat einen Winkel von 90 Grad. Dies gilt sowohl für Mono- als auch für Stereoschriften. Weiters sind die beiden Kanäle phasenverschoben, wodurch diese bei einer Wiedergabe in Mono wie eine Seitenschrift gelesen werden kann. Dies ist jedoch auch nur deshalb möglich, da die Summe von links und rechts ein Monosignal ergibt. Diese Umstände erlauben eine einwandfreie Kompatibilität zwischen den unterschiedlichen Schriften und Systemen. (vgl. Zollner et al. 1993, S. 308)

In früheren Zeiten, als eine elektronische Verstärkung des Audiosignals noch nicht möglich war, besaß die Rille eine Breite von 120 μm . Schallplatten in der Gegenwart benötigen nur noch eine Rillenbreite von 55 μm für mono und 40 μm für stereo. Durch diese so genannte „Mikrorille“ sind auch weniger Umdrehungen in der Minute und feinere Auslenkungen möglich. In der heutigen Zeit sind die Platten genormt. Was den Abstand der einzelnen Rillen betrifft, können hier keine exakten Angaben gemacht werden, da es heutzutage bereits Verfahren gibt, die es ermöglichen, die Distanz nicht konstant zu halten. Der Abstand wird je nach Auslenkung angepasst. Dadurch kann noch mehr Schallinformation auf einer Platte gespeichert werden. (vgl. Dickreiter 1997, S. 61f)

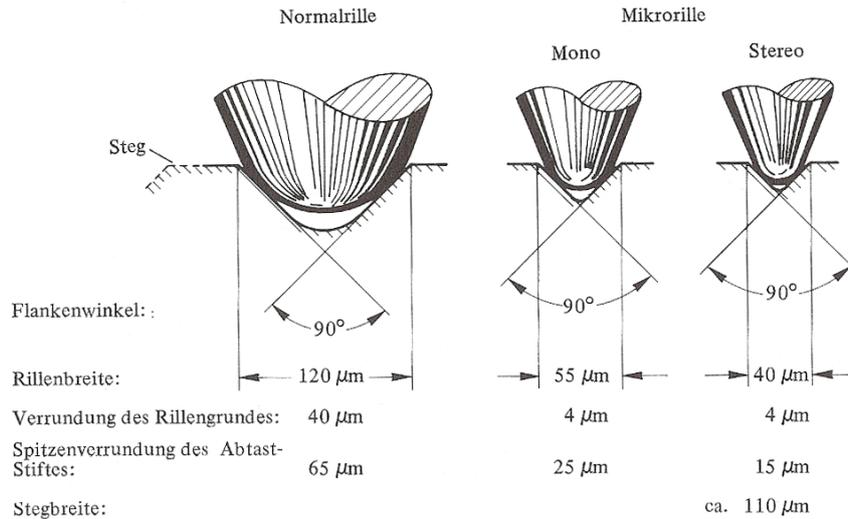


Abb. 6: Verschiedene Rillenformen

Zu den wichtigsten Eigenschaften bei der Schallaufzeichnung zählen die Dynamik und der Frequenzgang. Bei der mechanischen Schallspeicherung tritt allerdings das Problem auf, dass besonders bei tiefen Frequenzen die Nadel – oder auch Schneidstichel genannt – zu weit ausgelenkt wird. Die Menge der aufgezeichneten Informationen ist begrenzt durch die Größe der Schallplatte. Aus diesem Grund ist es notwendig, tieffrequente Signale zu begrenzen, um den vorhandenen Platz möglichst effektiv nutzen zu können. Ebenso ist durch die Beschaffenheit des Schneidstichels eine Grenze bei den Höhen gesetzt. Um den Frequenzgang auszugleichen, erfolgt eine Verzerrung bereits vor der Aufnahme. Hierfür gibt es die RIAA-Kennlinie. Diese bewirkt eine Absenkung tiefer Frequenzen um -20dB und eine Anhebung hoher Frequenzen um fast +20dB. Der genaue Verlauf der Kennlinie ist in Abbildung 7 zu sehen. Bei der Wiedergabe ist nun eine Entzerrung nötig, die entweder ebenfalls die RIAA-Kennlinie befolgt oder nach der Norm DIN/IEC98 abgespielt wird. Der Unterschied liegt hier darin, dass tieffrequente Rumpelstörungen noch minimiert werden. (vgl. Friesecke 2007, S. 589)

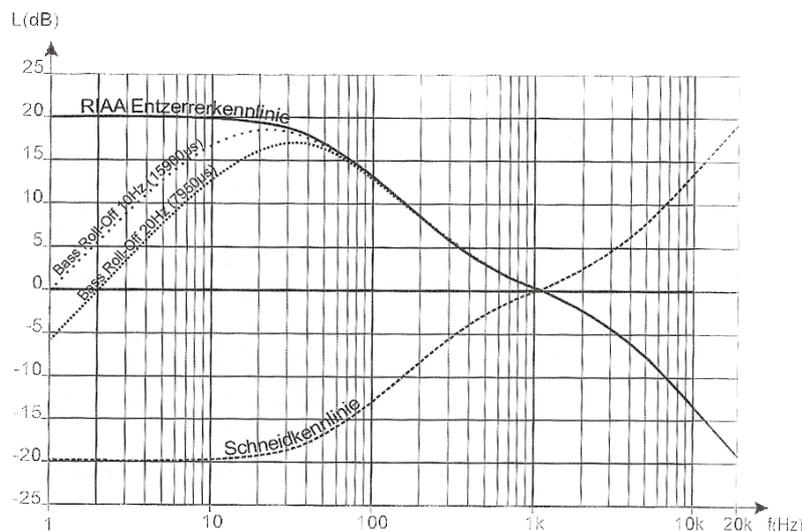


Abb. 7: RIAA-Kennlinie

Zur Plattenherstellung wird gerne das DMM-Schneidverfahren eingesetzt. Grundlage für die Schallplatte ist eine Stahlfläche mit ungefähr 0,8mm. Durch einen galvanischen Prozess entsteht darauf eine 0,1mm dicke Kupferschicht. Die Schallinformation wird direkt auf die Kupferplatte geschrieben. Bei einem anderen Verfahren wird zuerst auf die lackierte Metallplatte aufgezeichnet und anschließend wird erst das Kupfer aufgetragen. Dadurch wird deutlich, dass durch das DMM-Verfahren Produktionskosten gespart werden und gleichzeitig auch eine bessere Tonqualität möglich ist. Der Schneidstichel besteht aus einem Diamanten. Diese Kupfer-Stahl-Platte dient als Pressmatrize, welche als Vorlage für die Kopien dient. Diese Kopien werden hauptsächlich aus Polyvinylchlorid gefertigt. (vgl. Dickreiter 1997, S. 66)

Bei der Wiedergabe tastet eine Nadel die Rillen ab. Diese Bewegungen werden in ein elektrisches Signal umgewandelt. Um eine bestmögliche Ausgabe zu gewährleisten, sind noch ein Verstärker und ein Entzerrfilter dazwischen geschaltet. (vgl. Zollner et al. 1993, S. 310)

2.2.1.2 Magnetische Audiospeichertechnik

Geschichte der magnetischen Audiospeichertechnik

Die magnetische Schallspeicherung geht bis ins Jahr 1878 zurück. Da jedoch die damaligen Erkenntnisse wenig Anklang fanden, dauerte es noch bis 1928, bis ein Österreicher namens Fritz Pflaumer sich ein Patent eines Tonbandes ausstellen ließ. Bereits 1932 konnte diese Innovation von der Chemiefirma BASF verbessert werden, indem sie das Band nicht aus Papier, sondern aus Acetylcellulose herstellten. Mit diesem Material konnte ein Tonband erstellt werden, welches eine Dicke von nur noch 50µm besaß. 3 Jahre später war auch schon das erste Tonbandgerät zu bestaunen. Trotz weiterer Verbesserungen bezüglich des Materials erfreute sich diese Erfindung aufgrund des schlechten Signal-Rauschabstandes nicht der Beliebtheit, wie es bei der Schallplatte der Fall war. Der Durchbruch des Tonbandes gelang erst im Jahre 1940 durch Walter Weber, welcher die Technik der Hochfrequenzvormagnetisierung (AC-Bias) einsetzte. Bis heute wird die magnetische Audiospeichertechnik eingesetzt. (vgl. Friesecke 2007, S. 596)

Magnettonverfahren

Eine zentrale Rolle bei dieser Art der Schallaufzeichnung spielt das Magnettonverfahren. Als Tonträger dient ein magnetisierbares Band. Bei der Aufnahme wird dieses Band an einem Sprechkopf vorbeibewegt. Da der Sprechkopf entsprechend dem Schallsignal ein Magnetfeld erzeugt, bleibt eine anhaltende Magnetisierung auf dem Tonband. Für die Wiedergabe wird ein Hörkopf benötigt. Durch die Magnetisierung wird am Hörkopf Spannung induziert. Somit kann das Schallereignis wieder abgehört werden. Da ein Band

mehrmals bespielt werden kann, gibt es noch vor dem Sprechkopf einen Löschkopf. Damit kann eine Magnetisierung auf dem Tonträger vor der Aufnahme entfernt werden. (vgl. Dickreiter 1997, S. 6f)

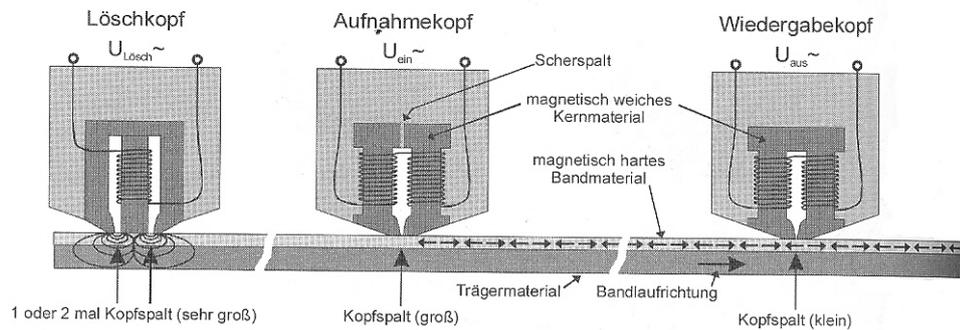


Abb. 8: Skizze der Köpfe

Eigenschaften eines Tonbandes

Ein Tonband besteht vorrangig aus Polyester mit einer Dicke von ungefähr 8-40µm. In der heutigen Zeit kann durch spezielle Techniken nahezu verhindert werden, dass sich das Band leicht ausdehnt oder gar reißt. Auf diesem Träger befindet sich die magnetisierbare Schicht (Eisenoxid), welche zwischen 10 und 15µm dick ist. Die verschiedenen Bandarten haben nach DIN 45 511 auch eine unterschiedliche Gesamtdicke. Demnach haben Normalbänder eine Dicke von etwa 50µm und Dreifachspielbänder sind nur noch zirka 18µm dick. Bei der Aufnahme von großen Wellenlängen bringt eine dickere magnetisierbare Schicht bessere Ergebnisse. Die Bänder differenzieren sich nicht nur in der Dicke, sondern auch in der Breite: (vgl. Dickreiter 1997, S. 8f)

Bandbreite (Zoll)	Bandbreite (mm)	Anzahl d. Spuren	Breite d. Spuren (Zoll)	Breite d. Spuren (mm)
0,157"	4mm	4 (2x Stereo)	0,021	0,5
1/4"	6,3mm	1 (Mono)	0,248	6,3
1/4"	6,3mm	2 (2-Track)	0,085	2,15
1/4"	6,3mm	2 (Stereo)	0,108	2,75
1/4"	6,3mm	4 (4x Mono od. 2x Stereo)	0,04	1
1/4"	6,3mm	8 (Multitrack)	0,02	0,5
1/2"	12,7mm	8 (Multitrack)	0,01	0,25
1/2"	12,7mm	16 (Multitrack)	0,02	0,5
1"	25,4mm	8 (Multitrack)	0,07	1,75
1"	25,4mm	16 (Multitrack)	0,04	1
2"	50,8mm	24 (Multitrack)	0,04	1

Tab. 4: Verschiedene Bandbreiten

Aus Tabelle 4 wird ersichtlich, dass nicht ausschließlich in Mono aufgezeichnet werden kann. Auch Multitrack-Aufnahmen sind möglich.

Ebenfalls unterschiedlich sind die Bandgeschwindigkeiten. Im professionellen Bereich beträgt diese 19,05cm/s (= 7,5ips), 38,1cm/s (= 15ips) oder 76,20cm/s (= 30ips). Die Gründe, warum sich diese Geschwindigkeiten durchgesetzt haben, liegen in der Qualität und in der Bearbeitung der Aufzeichnungen. Im HiFi Bereich arbeitet man mit niedrigeren Geschwindigkeiten. Wichtig ist, dass die Geschwindigkeit der Aufnahme die der Wiedergabe entspricht. Ansonsten hat dies eine veränderte Abspieldauer und Frequenz zur Folge. (vgl. Dickreiter 1997, S. 9 & Zollner et al. 1993, S. 314)

Die Qualität der Wiedergabe eines Tonbandes hängt im Wesentlichen vom Bandkontakt mit dem Wiedergabekopf ab. Bei der Abtastung kann lediglich die Information direkt vor dem Wiedergabekopf gelesen werden. Befindet sich nun Schmutz, wie zum Beispiel Staub, auf dem Band, kann dies zu einer erheblichen Verschlechterung der Wiedergabe – vor allem im Bezug auf den Pegel – führen, da das Tonband nicht mehr so nah an den Kopf hinkommt. Ein Pegelverlust ist jedoch auch frequenzabhängig zu beobachten. Hohe Frequenzen sind auf der Oberfläche der Schicht gespeichert, während Bässe tiefer in die Beschichtung hineingehen. Dadurch werden die Höhen leiser wiedergegeben. Früher fehlten diese Frequenzen auf manchen Bändern fast zur Gänze, da die Magnetbeschichtung an der Oberfläche stark beansprucht war. (vgl. Friesecke 2007, S. 600f)

Nach der ersten Einführung in die magnetische Schallspeicherung soll nun die Aufnahme im Detail erklärt werden.

Aufzeichnung auf ein Tonband

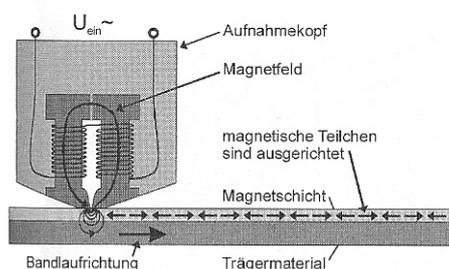


Abb. 9: Aufnahme auf ein Tonband

Wie bereits bekannt ist, wird die Schallinformation durch Magnetisierung des Tonbandes aufgetragen. Dazu wird der Aufnahmekopf benötigt. Dieser Kopf besitzt einen Spalt. Starke magnetische Feldlinien gehen über diesen hinaus, da das verwendete Material im Spalt sehr wenig leitfähig ist. Das Band läuft dabei an der Öffnung vorbei. Die Schallinformation wird durch die Feldlinien auf die magnetisierbare Schicht übertragen. Die magnetischen Teilchen auf dieser Schicht werden ab einer gewissen Feldstärke in Bewegung versetzt, was durch die Neukurve dargestellt wird. Die Magnetpartikel richten sich nicht bei zu niedrigen

Feldstärken aus. Des Weiteren spielt auch die Remanenzkurve eine Rolle bei dieser Art der Schallaufzeichnung. Nicht alle magnetischen Teilchen behalten die Form, die sie während der Einwirkung der Feldlinien einnehmen. Die Remanenzkurve gibt das Verhältnis von der Aufnahmefeldstärke zu der endgültigen Magnetisierung auf dem Band an. Beide eben erwähnten Kurven weisen eine Nichtlinearität auf. In weiterer Folge entstehen dadurch nichtlineare Verzerrungen, die in Form von Obertönen hörbar werden. Durch die Technik des „Bias“ kann dem entgegen gewirkt werden. Wie eben erwähnt, fallen manche Magnetpartikel wieder in den Ausgangszustand zurück. Will man nun ein Band löschen kann diese Tatsache hörbare Folgen nach sich ziehen. Gelöscht wird deshalb mit Hilfe der Hystereseschleife. Das Band durchläuft ein magnetisches Wechselfeld, welches durch den Löschkopf erzeugt wird. Durch das Vorbeibewegen der Magnetpartikel am Löschkopf wird die Feldstärke verringert, die Flusssdichte minimiert und man erhält ein leeres Band. (vgl. Friesecke 2007, S. 603f)

Entzerren

Wie bereits erwähnt wurde, treten bei der magnetischen Schallspeicherung unerwünschte Verzerrungen auf. Die Aufgabe eines Bias besteht nun darin, diese Verzerrungen zu reduzieren. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten: das DC-Bias und das AC-Bias. Beim DC-Bias wird zu dem Signal Gleichspannung (DC) hinzuaddiert. Das soll eine Veränderung der Amplitude und des Nulldurchganges bewirken, damit das Signal in den linearen Bereich der Remanenzkurve verschoben wird. Diese Technik bot jedoch zwei wesentliche Nachteile. Da nur der lineare Teil der Remanenzkurve verwendet wird und nicht die gesamte Kurve, entsteht ein geringer Signal-Rauschabstand. Außerdem sind durch die Gleichspannung die Köpfe permanent magnetisiert. 1940 konnte ein wesentlich effektiveres Verfahren entwickelt werden: das AC-Bias. Dies entspricht einer Hochfrequenzvormagnetisierung. Da bei diesem Verfahren die gesamte Remanenzkurve genutzt werden kann, hat das auch einen großen Signal-Rauschabstand zur Folge. Wie schon erwähnt richten sich die magnetischen Teilchen erst ab einer bestimmten Feldstärke aus. Deshalb weist die Remanenzkurve im Bereich des Nulldurchgangs ein anderes Verhalten auf. Gibt man zum Audiosignal eine hochfrequente Wechselspannung von 100kHz hinzu, werden die Magnetpartikel bereits in Bewegung versetzt, bevor sie mit dem Nutzsignal in Kontakt kommen. Diese Tatsache ermöglicht eine verzerrungsfreie Aufnahme. Ein Nachteil des AC-Bias besteht darin, dass auf die magnetischen Teilchen, welche schon durch den Aufnahmekopf ausgerichtet sind, noch einmal die Hochfrequenz einwirkt. Dadurch werden die hohen Frequenzen des Signals gelöscht. Diese Löschung kann auf ein Minimum reduziert werden, wenn ein gewisser Vormagnetisierungsstrom verwendet wird. Der ist jedoch von Bandsorte zu Bandsorte unterschiedlich. Umso korrekter dieser Strom eingestellt ist, desto eher entspricht der aufgezeichnete Frequenzgang dem des Ausgangssignals. Weiters hilft ein eingebauter Equalizer, einen möglichst linearen Frequenzgang zu erreichen. Diese Korrekturen im hohen

Frequenzbereich finden allerdings nicht bei der Wiedergabe, sondern bei der Aufzeichnung statt. Der Grund liegt darin, dass beim Abspielen damit auch das Bandrauschen verstärkt werden würde. Das soll allerdings verhindert werden. Bei der Wiedergabe werden lediglich die Tiefen und Mitten verstärkt. (vgl. Friesecke 2007, S. 606f)

Problem: Rauschen

Rauschen entsteht bei der magnetischen Aufzeichnung an mehreren Stellen. So gibt es zum Beispiel das „jungfräuliche Rauschen“, das zu einem sehr niedrigen Anteil bei neuen und gut gelöschten Bändern entsteht. Das AC-Bias ruft das Betriebsrauschen hervor. Trotz der großen Anzahl an Ursachen für das Rauschen – im Allgemeinen „Bandrauschen“ genannt – soll hier nicht näher auf die genauen physikalischen Gründe dafür eingegangen werden. Tatsache jedoch ist, dass Rauschen vorhanden ist und dass es Techniken geben muss, damit diese reduziert oder – was eigentlich der Fall ist – verdeckt werden. Diese Aufgabe unterliegt den Komandersystemen (=Kompressor + Expander). Bei einer Aufnahme kommt zuerst der Kompressor zum Einsatz, um einen großen Signal-Rauschabstand zu erhalten. Dazu wird die Dynamik des Audiosignals zu Beginn komprimiert. Der Expander stellt den ursprünglichen Dynamikzustand des Signals wieder her, was gleichzeitig bedeutet, dass die Störpegel vermindert werden. (vgl. Dickreiter 1997, S. 36f)

Es wurden unterschiedliche Arten von Komandersystemen entwickelt:

- Telecom-Verfahren
- Dolby-Verfahren

Im öffentlich-rechtlichen Rundfunk wurde meist das Telecom c4-Verfahren eingesetzt. Dieses Komandersystem liefert einen Signal-Rauschabstand von etwa 85 dB, was von hoher Professionalität zeugt. Dieses System beinhaltet vier Kompaner in vier angrenzenden Frequenzbändern. Zuerst erfolgt eine Abhebung geringer Pegel noch vor der Aufnahme, welche beim Abspielen durch den Expander um genau denselben Wert wieder abgesenkt werden. Der Faktor, um den angehoben und abgesenkt wird liegt bei 1,5. Treten im Signal Pegelwerte über Null auf, hat das eine Verbesserung der Aussteuerung zur Folge. Technisch gesehen, arbeitet der Expander als Kompressor und umgekehrt. Bei der Aufnahme eines Signals von zum Beispiel 6dB hat diese endgültig nur 4dB Übersteuerung. Damit die Veränderungen nicht hörbar werden, müssen die Ein- und Ausschwingzeiten dynamisch gewählt werden. Hierfür haben sich folgende Werte bewährt: (vgl. Dickreiter 1997, S. 36f)

Band	Frequenz von	bis	Attackzeit	Releasezeit
1	30Hz	215Hz	380µs	680ms
2	215Hz	1 450 Hz	56µs	100ms
3	1 450Hz	4 800 Hz	20µs	15ms
4	4 800Hz	20 000 Hz	18µs	5ms

Tab. 5: Frequenzbänder telecom c4

Im Studiobetrieb hat sich das Dolby-Verfahren durchgesetzt, welches ebenfalls mit vier Frequenzbändern arbeitet. Auswirkungen auf hohe Pegel gibt es bei diesem System keine. Es existieren unterschiedliche Dolby-Variationen, wie zum Beispiel Dolby A und Dolby B. Beim Dolby A-System werden lediglich Signalanteil-Pegel unterhalb von -10dB geregelt. Die Dolby B-Version, die hauptsächlich für den Consumer-Bereich entwickelt wurde, regelt nur Frequenzen über 1kHz. Etwas bessere Ergebnisse gegenüber Dolby B liefern Dolby C und Dolby S. Im professionellen Bereich brachte Dolby die SR Version hervor. Bei diesem System sind die Frequenzbänder fest und verschiebbar. Durch unterschiedliche Levels (-30dB, -48dB, -62dB) ist es möglich, sehr genau zu regeln. (vgl. Dickreiter 1997, S. 36f)

Unabhängig vom Kommandersystemen werden bei der Erstellung von Kopien keine zusätzlichen Kompressoren oder Expander verwendet. (vgl. Dickreiter 1997, S. 36f)

2.2.2 Digitale Audiospeichertechniken

2.2.2.1 CD – Compact Disc

Bereits 1982 führten Philips und Sony die Compact Disc ein. Die Schallinformation wird digital auf einem Medium gespeichert und optisch abgelesen, das heißt ohne den Datenträger zu berühren. (vgl. Zölzer 2005, S. 12) Die Speicherkapazität der CD von 600MB war für die damalige Zeit eine Besonderheit. Zu Beginn der 90er Jahre gelang es bereits, dieses Medium so weiterzuentwickeln, dass auch User Daten darauf schreiben konnten. Die CD-R war geboren. (vgl. Friesecke 2007, S: 629f)

Eine CD wird aus Polycarbonat hergestellt und hat folgende Maße:

- Durchmesser: 120mm oder 80mm (Single CD)
- Mittelloch-Durchmesser: 15mm
- Dicke: 1,2mm

Eine gute Qualität der Audioinformationen erreicht die CD mit einer Abtastung von 44,1kHz und einer 16Bit-Quantisierung (PCM). Diese werden konstant mit einer

Geschwindigkeit von 4,3218MHz übertragen. Auf der heutigen Compact Disc haben 74 oder 80 Minuten Platz. Das entspricht einem Speichervolumen von 747MB bzw. 807,5MB. Der Grund für diese zwei Werte liegt in der Geschwindigkeit, mit der der Datenträger gelesen wird. Die Audiospur, welche in Form einer Spirale angeordnet ist, wird zwar regelmäßig, jedoch entweder mit 1,2m/s oder mit 1,4m/s gelesen. Aufgrund der konstanten Geschwindigkeit variieren die Umdrehungen in der Minute zwischen 500 und 200. Die 0,6µm breiten Spuren sind etwa alle 1,6µm angeordnet und sind sehr kleine Vertiefungen. Eine CD kann um ein Vielfaches öfters abgespielt werden als ein Tonband oder eine Schallplatte, bevor die Qualität darunter leidet. Weiters existieren verschiedene Formate von CDs: (vgl. Friesecke 2007, S: 629f)

Standard	Anwendung	Speicherplatz	Besonderheiten
Red-Book	CD-Digital Audio	74/80 Min. 747/807,5MB)	
Yellow-Book Mode 1	CD-ROM	650/700MB	Sehr gute Fehlerkorrektur
Yellow-Book Mode 2	CD-ROM Audio/Video	747/807,5MB	Schlechtere Fehlerkorrektur
Blue-Book	CD-Extra: Multisession		1. Session: Audio, 2. Session: ROM
Green-Book	CD-Interactive	747/807,5MB	
Orange-Book	Alle CDs		Beschreibung des Multisessionstandards
White-Book	Video-CD	74/80 Min. 747/807,5MB)	Hauptsächlich für Karaoke
Beige-Book	Photo-CD (Kodak)	100 Bilder	
Scarlet-Book	SACD		Eigentlich keine CD!

Tab. 6: CD-Formate

Natürlich ist auf der CD auch eine Fehlerkorrektur vorhanden. Da dieses Medium speziell für Tonaufnahmen entwickelt wurde, benötigt diese auf einer Audio-CD weniger Speicherplatz als auf einer CD-ROM. Letztere umfasst lediglich 650MB oder 700MB an verfügbarem Speicherplatz. Als Fehlerkorrektur wird bei einer Audio-CD der „Cross Interleaved Reed-Solomon Code“ verwendet. Interleaving bedeutet, dass die Datenblöcke vor der Aufzeichnung vertauscht werden. Um die Daten lesen zu können, müssen sie wieder in die richtige Reihenfolge gebracht werden. Tritt demnach ein Fehler auf, wird dieser bei der Entschlüsselung auf mehrere kleinere Fehler aufgeteilt. Diese wirken sich jedoch weitaus weniger störend aus, da es nicht ganze Datenblöcke betrifft. (vgl. Friesecke 2007, S. 525) Bei der Audio-CD setzt sich ein Datenblock aus 6 Stereo-

Samples zu je 16Bit zusammen. Durch das Interleaving verteilt sich ein Block auf mehrere Zentimeter, was beweist, dass zum Beispiel ein kleiner Kratzer kaum mehr wahrgenommen wird. Nach dem Interleaving können die Informationen kodiert und auf die CD geschrieben werden. Die Fehlerkorrektur bei der Wiedergabe findet in mehreren Schritten statt. Zuerst werden fehlerhafte Blöcke mittels Prüfbytes so gut wie möglich repariert, bevor die Daten entschachtelt werden. Dabei ist es sehr unwahrscheinlich, dass die Anzahl der defekten Bits innerhalb eines Blockes auf mehr als zwei ansteigt. Anschließend folgen eine weitere Fehlerkorrektur und wieder ein Deinterleaving-Prozess. Sind am Ende der Prozesse noch immer fehlerhafte Blöcke vorhanden, werden diese interpoliert. Vereinfacht bedeutet das, dass für den defekten Block ein Mittelwert gebildet wird, welcher aus dem vorhergehenden und dem nachfolgenden Block gebildet wird. Bei mehreren defekten Bits wird der Wert eines Bits solange gehalten (Hold), bis wieder ein Bit folgt mit welchem ein Mittelwert gebildet werden kann. Bei zu großen Kratzern oder Ähnlichem können die Fehler jedoch hörbar werden. (vgl. Friesecke 2007, S. 529f)

Die Audiospur wird – im Gegensatz zur Schallplatte – von innen nach außen abgelesen. Die Schallinformationen werden mit Hilfe eines infraroten Lichtes von der CD abgetastet. Infrarotes Licht hat eine Wellenlänge von 780nm und entspricht auch dem Durchmesser des Strahls. Der Laser ist kohärent, was bedeutet, dass keine weitere Wellenlänge vorhanden ist. Die Optik, die den Laserstrahl ausrichtet, gibt die Daten dann aus oder schreibt sie. Wie in Abbildung 10 zu sehen ist, muss der Strahl gebrochen werden, damit er korrekt ausgerichtet werden kann. Diese Brechung erfolgt an der Kunststoffschicht der CD. Diese stellt eine Art Schutzschicht dar, damit Kratzer nicht die eigentliche Spur zerstören. Weiters ist zu erkennen, dass erst durch eine Linse der Laser in die Richtung der CD umgeleitet wird. Des Weiteren ist die Linse beweglich, je nachdem ob genügend Licht zurückgegeben wird. Dieser Laser wird durch den Rand von den Pits – das sind die Vertiefungen – gestreut und zurückgegeben. Eine Kante gilt als „1“ und eine Ebene als „0“. Die Art der verwendeten Kodierung nennt man EFM-Kodierung. (vgl. Friesecke 2007, S. 634)

Beim Brennen wird die Materie, aus der die CD besteht, durch Hitze verändert. Eine CD-R kann nur einmal beschrieben werden, während bei einer CD-RW ein mehrfaches Brennen möglich ist. Letztere besteht aus einer besonderen Metalllegierung. Die halbe Abtastfrequenz, also 22,050kHz, lenkt dabei den Laser beim Brennen hinsichtlich der Drehzahl. Diese Steuerung wird auch „Pre-Groove“ genannt. (vgl. Friesecke 2007, S. 634f)

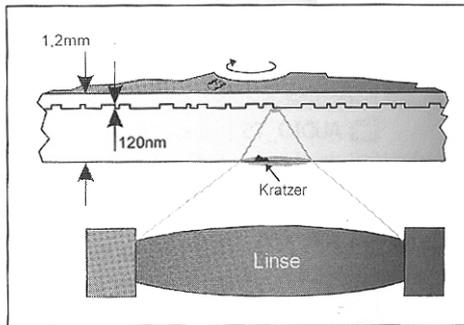


Abb. 10: Brechung des Lichts

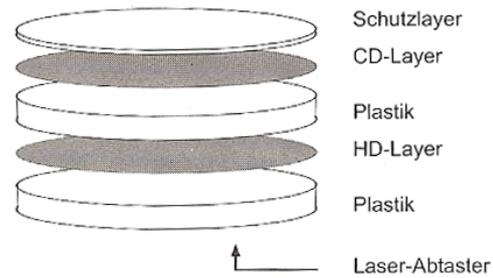


Abb. 11: Layer einer SACD

2.2.2.2 SACD – Super Audio Compact Disc

1999 waren es wieder Philips und Sony, die ein neues Format herausbrachten. Mit der SACD sollte eine bessere Klangqualität als mit der Compact Disc möglich sein. Aus diesem Grund wurde der Frequenzbereich bis auf 100kHz erweitert – im Gegensatz zur CD, wo es „nur“ 20kHz sind – und die Abtastfrequenz von 44,1kHz auf das 64fache, also auf 2,8224MHz, erhöht. Dadurch konnte auch eine kompaktere Fehlerkorrektur eingesetzt werden. Das Signal auf der SACD wird auch DSD-Signal genannt (Direct Stream Digital). Der Grund für diese Bezeichnung liegt in der Quantisierung. Hier gibt es keine 16Bit-Blöcke, sondern je Abtastwert ist 1 Bit vorgesehen. Die Daten für eine SACD können aufgrund der unterschiedlichen technischen Anforderungen nicht auf einer herkömmlichen Compact Disc gespeichert werden. Wie in Abbildung 11 zu erkennen ist, gibt es unterschiedliche Layer: einen CD-Layer und einen HD-Layer (High Density). Der CD-Layer gleicht einer gewöhnlichen CD mit PCM-Formatierung, während der HD-Layer eher einer DVD ähnelt. Ein herkömmlicher CD-Player kann demnach lediglich den CD-Layer abspielen, ansonsten wird ein SACD-Abspielgerät benötigt. Durch die beiden Layer ist auch mehr Speicherkapazität gegeben, was bedeutet, dass nicht nur in Stereo aufgezeichnet werden kann. (vgl. Zölzer 2005, S. 13f)

2.2.2.3 DVD – Digital Versatile Disc

Die DVD ist einer CD ähnlich, verfügt jedoch über wesentlich mehr Speicherplatz. Möglich ist dies durch die Reduktion von der Größe der Pits und Spurbreite, welche mit $0,74\mu\text{m}$ festgelegt ist. Aufgrund dieser Verringerung wird ein roter Laser verwendet mit einer Wellenlänge von 650/635nm. Der Grund für die beiden unterschiedlichen Werte für die Wellenlänge liegt darin, dass es zwei verschiedene Arten von DVD-R (Recordable) gibt: DVD-R(A), wobei das A für „Authoring“ steht, und DVD-R(G), das G für „General“. Des Weiteren umfasst eine DVD aufgrund dessen 4,7GB. Es gibt jedoch unterschiedliche DVD-Arten:

Bezeichnung	Durchmesser (cm)	Seiten (Single/Double)	Schichten (Single/Double)	Datenkapazität (GB)	Videokapazität (ca. h)
DVD-5	12	SS	SL	4,70	2,2
DVD-9	12	SS	DL	8,54	4,0
DVD-10	12	DS	SL	9,40	4,4
DVD-18	12	DS	DL	17,08	8,0
DVD-1*	8	DS	SL	1,46	0,6
DVD-2*	8	SS	DL	2,66	1,2
DVD-3*	8	SS	SL	2,92	1,3
DVD-4*	8	DS2	DL	5,32	2,5
DVD-R	12	DS	SL	3,95	1,8
DVD-R	12	SS	SL	7,90	3,7
DVD-R	8	DS	SL	1,23	0,6
DVD-R	8	DS	SL	2,46	1,1
DVD-RAM	12	SS	SL	2,58	1,2
DVD-RAM	12	DS	SL	5,16	2,4

Tab. 7: DVD-Arten

Es existieren auch DVDs, die auf beiden Seiten bespielt werden können. Diese entsteht quasi durch Zusammenkleben von zwei DVD-Scheiben. Die Daten werden nach demselben Prinzip wie bei einer CD gebrannt und gelesen. Durch die geringere Spurbreite müssen die Informationen durch noch kleinere Pits geschrieben werden. Hinzu kommt, dass eine DVD auch zwei Schichten pro Seite haben kann. Ermöglicht wird das dadurch, dass die Daten um 10% dichter geschrieben werden. (vgl. Bruns et al. 2005, S: 117f)

DVD-A – Digital Versatile Disc – Audio

Eine DVD-A enthält einen entsprechenden AUDIO_TS-Ordner, damit die Daten von den Geräten gelesen werden können. Da eine DVD mehr Daten fassen kann (4,7GB bei einer einseitig gebrannten und einschichtigen DVD), ist hier die Speicherung mehrerer Kanäle, Abtastfrequenzen und Wortbreiten möglich. Dadurch wird auch die Qualität des Audiosignals erhöht. Auch bei dieser Speicherform erfolgt die Aufnahme im PCM-Format. (vgl. Zölzer 2005, S. 13f)

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über CD, SACD und DVD-A:

Parameter	CD	SACD	DVD-A
Codierung	16-Bit PCM	1-Bit DSD	16-/20-/24-Bit PCM
Abtastfrequenz	44,1kHz	2,8224MHz	44,1/48/88,2/96/176,4/192kHz
Kanäle	2	2-6	1-6
Kompression	Nein	Ja (DST)	Ja (MLP)
Spielzeit	74 Min.	70-80 Min.	62 843 Min.
Frequenzbereich	20-20 000Hz	20-100 000Hz	20-96 000Hz
Dynamikbereich	96dB	120dB	144dB
Kopierschutz	nein	ja	ja

Tab. 8: Vergleich von CD, SACD und DVD-A

2.2.2.4 MVI – Music Video Interactive

Immer wieder taucht das Thema auf, dass die CD aussterben wird. Demnach ist man auf der Suche nach Nachfolgern. Warner Music Group brachte im Jahr 2007 ein Format heraus, das sowohl Audio- als auch Videodaten enthält. Music Video Interactive – kurz MVI – basiert auf der DVD-Technologie. Neben den Audiotiteln beinhaltet eine MVI Videos und interaktive Elemente. Die Songtitel werden in 48kHz/24-Bit-Stereoformat angeboten. Hinzu kommt, dass die gesamten Lieder auch im MP3-Format mit eingebetteten Metadaten auf dem Datenträger vorhanden sind. Optional werden die Titel auch in Sourround Sound bereitgestellt. Die interaktiven Elemente variieren von MVI zu MVI. Klingeltöne, eine Remix-Software, Bildschirmschoner, Wallpapers, Liedtexte und vieles mehr kann sich noch zusätzlich darauf befinden. Außerdem gibt es noch einen Zugang zu einem Internetportal, wo man zusätzliches Material einholen kann. Abspielbar ist eine MVI in jedem handelsüblichen DVD-Player, ebenfalls in jedem DVD-Laufwerk, jedoch nicht in einem CD-Abspielgerät. (vgl. Warner Music Inc., 22.12.2008, 4.1, Frequently Asked Questions, www.mvimusic.com/ & Warner Music Inc., 22.12.2008, 4.2, The Basics, www.mvimusic.com/ & Dax, 22.12.2008, 5, Warner Music sucht CD-Nachfolger, futurezone.orf.at/stories/190456/)

2.2.2.5 MD – Minidisc

Aufgrund des Aufkommens der CD, verlor die Compact Cassette in der Bevölkerung stark an Beliebtheit. Aus diesem Grund brachte Sony 1991 ein neues Speichermedium hervor: Die Minidisc. Diese ist für den Consumer-Bereich entwickelt worden. Klanglich ist sie annähernd mit der Compact Disc zu vergleichen. Die MD bot zu der damaligen Zeit gegenüber der CD jedoch den Vorteil, dass man auf eine Minidisc selbst Musik oder Ähnliches aufnehmen kann. Weiters ist das Bespielen einer MD mehrmals möglich. Die ersten MD-Geräte kamen 1992 auf den Markt. Des Weiteren existiert noch eine MD DATA, welche auf die Speicherung von Daten vom PC spezialisiert war. Diese wurde

1993 präsentiert. Die Minidisc konnte in den 90er Jahren guten Erfolg verbuchen. Ein Grund dafür ist womöglich die Ähnlichkeit zum Walkman. Musik kann jederzeit und überall gehört werden, jedoch mit besserer Klangqualität. (vgl. Autor unbekannt, 27.12.2008, 9.1, Die Geschichte der MD, www.minidiscforum.de/forum/mdfaq/1/1_1.htm & Woudenberg, 27.12.2008, 8, Minidisc Frequently Asked Questions, www.minidisc.org/minidisc_faq.html & Sony Corporation, 27.12.2008, 6, MiniDisc: A Replacement for the Audio Compact Cassette, www.sony.net/Fun/SH/1-21/h4.html)

Grundlegend stellt die MD eine 64mm große Disc dar, die in einer Kunststoffhülle eingepackt ist. Insgesamt erreicht sie eine Größe von 7cm x 6,75cm x 0,5cm. Es können bis zu 74 Minuten auf einer MD gespeichert werden. Mittlerweile gibt es jedoch Minidiscs mit 60 Minuten und mit 80 Minuten auf dem Markt. Die 80 Minuten sind durch eine Verringerung des Abstandes der Spuren möglich. Als Kompressionsverfahren wird ATRAC (Adaptive Transform Acoustic Coding) eingesetzt. Dies beruht auf dem psychoakustischen Modell. Auch unserem Ohr sind Grenzen gesetzt. So existieren zum Beispiel Frequenzen, die das Ohr nicht mehr wahrnehmen kann oder ein akustisches Ereignis verdeckt ein anderes, weil es in einem zu kurzen Zeitabstand auf das andere folgt. Der ATRAC-Codec macht sich genau diese Eigenschaften zu Nutze und lässt diese unhörbaren Frequenzen und Töne weg, ohne dass dies subjektiv auffällt. Aufgrund dessen können die Daten um ein Fünftel verringert werden. Die Bitrate liegt bei 292kbit/s. (vgl. Woudenberg, 27.12.2008, 8, www.minidisc.org/minidisc_faq.html & Autor unbekannt, 27.12.2008, 9.2, Was ist ATRAC / Die Entwicklung von ATRAC, www.minidiscforum.de/forum/mdfaq/1/1_3.htm)

2004 brachte Sony eine Weiterentwicklung der Minidisc heraus: Die Hi-MD. Im Gegensatz zur Standard MD umfasst diese 45 Stunden Material. Diese große Datenmenge ist durch die DWDD-Technologie (Domain Wall Displacement Detection) möglich. Bei der magnetisch-optischen Speicherung können die Daten so klein auf die Speicherschicht geschrieben werden, dass der Laser diese nicht wieder lesen kann. Die Hi-MD besitzt deshalb auch eine Zwischenschicht und eine Leseschicht. Durch Erhitzung der Zwischenschicht wirken die Daten vergrößert auf der Leseschicht und somit kann der Laser die Informationen wiedergeben. Weiters setzt die Hi-MD das ATRAC3plus Kompressionsverfahren ein. Dies ist wiederum eine Weiterentwicklung von ATRAC, welches eine bessere Kompression und eine bessere Rauschverminderung bietet bei gleich bleibender Audioqualität. Dieser Codec ermöglicht unterschiedliche Bitraten. Weiters kann mit Hi-MD-Geräten eine direkte Verbindung zum PC mittels USB erstellt werden. Dadurch können sogar MP3-, WMA- und WAV-Dateien auf den Datenträger gespielt werden. Das bedeutet, dass auch unkomprimierte Audiodaten gelesen werden können. Hi-MD-Geräte sind abwärtskompatibel. Mit Standard MD-Geräten können allerdings keine Hi-Minidiscs gelesen werden. (vgl. Woudenberg, 27.12.2008, 8,

www.minidisc.org/minidisc_faq.html & Autor unbekannt, 28.12.2008, 9.3, Die Geschichte der Hi-MD, www.minidiscforum.de/forum/mdfaq/1/1_2.htm, Autor unbekannt, 28.12.2008, 9.4, Grundlegendes Wissen zur Hi-MD, www.minidiscforum.de/forum/mdfaq/1/1_5.htm & Branch, 28.12.2008, 7, Sony introduces Hi-MD Walkman digital music players, news.sel.sony.com/en/press_room/consumer/portable_audio/walkman_players/release/8720.html)

2.2.2.6 DAT – Digital Audio Tape

Wie der Name schon sagt, handelt es sich hierbei um ein Magnettonband, auf welchem digitale, also binäre Daten gespeichert werden können. Um die Übertragung von digitalen Audiodaten zu ermöglichen, wird die Schrägspuraufzeichnung verwendet. Das bedeutet, dass die Audiospuren um etwas mehr als 6 Grad verdreht sind. Durch diese spezielle Art der Aufzeichnung ist auch eine besondere mechanische Beschaffenheit erforderlich. Die Tonköpfe sind an einen rotierenden Zylinder gekoppelt, welcher an einer Symmetrieachse angebracht ist. Daher kommt auch der Name R-DAT-Recorder. Die Daten befinden sich anschließend in der Mitte des Bandes auf 2,613mm Breite. An den Rändern des Bandes bleiben 0,4mm für Zeit- und Steuersignale. Hinzu kommt noch ein Subcode und ein ATF-Code (automatic track finding). Weitere Spezifikationen des Digital Audio Tape sind:

- Abtastfrequenz: 32kHz, 44,1kHz, 48kHz
- Bandlänge: 60, 90, 120 Minuten
- Übertragungsbereich: 2 – 22 000Hz bei 48kHz Abtastung
- Klirrfaktor: 0,006% bei 1kHz

(vgl. Zollner et al.1993, S. 336f)

2.2.2.7 DCC – Digital Compact Cassette

Philips brachte 1991 die Digital Compact Cassette heraus. Diese hat zwar die gleiche Größe wie eine herkömmliche Compact Cassette, dennoch werden die Daten, wie auch beim Digital Audio Tape, digital am Tonband gespeichert. Die Audioinformationen werden jedoch datenreduziert auf dem Band gespeichert. Eine weitere Eigenschaft von DCC-Geräten ist die Autoreverse-Technik. Das bedeutet, dass nicht wie bei der Compact Cassette das Band herausgenommen werden muss, um auf die zweite Seite aufzeichnen zu können. Im professionellen Bereich sind Geräte mit folgenden Spezifikationen vorhanden:

- Übertragungsbereich: 20 – 20 000Hz
- Klirrfaktor: <0,003%
- SNR: >90dB

(vgl. Zollner et al. 1993, S. 339)

2.2.2.8 CompactFlash®-Karten



Abb. 12: CompactFlash

In der Vergangenheit wurde meist noch mit Tonbändern aufgenommen. Heutzutage kommen in der mobilen Audiospeicherung jedoch gerne Speicherkarten zum Einsatz. Die Vorteile liegen klar auf der Hand:

- Kompakte Größe
- Mechanisch unempfindlich
- Geringes Gewicht
- Geräuschloser Betrieb

All das macht es möglich, auch immer handlichere Audiogeräte herzustellen. Dennoch ist zu beachten, dass vor allem im professionellen Bereich bei der Chipkarte ein Controller inkludiert sein sollte. Dies hat den Vorteil, dass auch nach einem Softwareabsturz die Daten nicht ungewollt gelöscht werden. (vgl. Friesecke, 2007, S. 571)

Seit 1994 sind die CompactFlash Karten auf dem Markt erhältlich. In der Zwischenzeit gibt es unterschiedliche Typen von diesen Massenspeichern. CF-Typ I besitzt die Maße von 43mm x 36mm x 3,3mm. CD-Typ II hingegen hat zwar dieselbe Länge und Breite wie CF-Typ I, jedoch ist diese 5mm dick. Somit wird deutlich, dass es nur einen sehr geringen Unterschied zwischen den beiden Typen gibt. In der heutigen Zeit werden zu einem größeren Teil CompactFlash Karten des Typs I verwendet. Dadurch, dass die Flash-Technologie benutzt wird – wie es auch der Name verrät – ist auch keine Batterie nötig, um die Daten zu erhalten. Wie schon erwähnt, ist eine solche Karte mechanisch unempfindlich. Das liegt daran, dass es keine beweglichen Teile in der Karte gibt im Gegensatz zu Festplatten. Dementsprechend benötigen Chipkarten auch weniger Energie. CompactFlash Karten besitzen eine Übertragungsgeschwindigkeit von bis zu 133MB/s und können bis zu 137GB speichern (gilt für Version 4.1). Ein weiterer großer Vorteil in CompactFlash Karten liegt darin, dass dieser Standard meist von PC-Herstellern übernommen wird und wurde und somit auch häufig Speicherkarten-Slots vorhanden sind, die eine einfache und unkomplizierte Übertragung der Daten auf den PC ermöglichen. Zusammengefasst hat eine CompactFlash Karte folgende Eigenschaften:

- Speicherkapazität: bis 48GB sind erhältlich (theoretisch bis zu 137GB möglich)
- Benötigte Spannung: 3,3V oder 5V
- Stecker: 50 Pins
- Übertragungsgeschwindigkeit: bis zu 133MB/s

(vgl. CompactFlash Association, 30.12.2008, 10, Frequently Asked Questions, www.compactflash.org/faqs/faq.htm)

Eine CompactFlash Karte besitzt einen integrierten Contoller. Dieser Controller regelt Schnittstellenprotokolle, die Datenspeicherung und –wiederherstellung, sowie den EEC (Error Correcting Code), Fehlerbehandlung und –diagnosen, Stromüberwachung und Taktung. Der EEC schützt die Daten in den 512Byte Sektoren. Eine CompactFlash Karte besitzt ein intelligentes Teilsystem auf hoher Ebene. Dieses Mikroprozessor-Teilsystem ermöglicht u.a. ein fortgeschrittenes System zur Fehlerbehebung, Stromüberwachung falls zu wenig Energie zugeführt wird, Host-Unabhängigkeit bezüglich des Löschens und Programmierens der Flash Memory. Diese Fähigkeiten besitzt keine andere Speicherkarte. Eine CompactFlash Karte ist weiters im Stande, sich in einen so genannten „Sleep Mode“ zu versetzen. Erhält eine CF Karte keine Befehle, schaltet sich diese nach 5ms in diesen Modus, um Energie zu sparen. Bei Zugriff der Karte wird allerdings umgehend wieder in den „normalen“ Betriebsmodus umgeschaltet. (vgl. SanDisk Corporation, 30.01.2009, 32, CompactFlash Manual, www.sandisk.com/Assets/File/OEM/Manuals/OEMCFFlashPMv12.0.pdf)

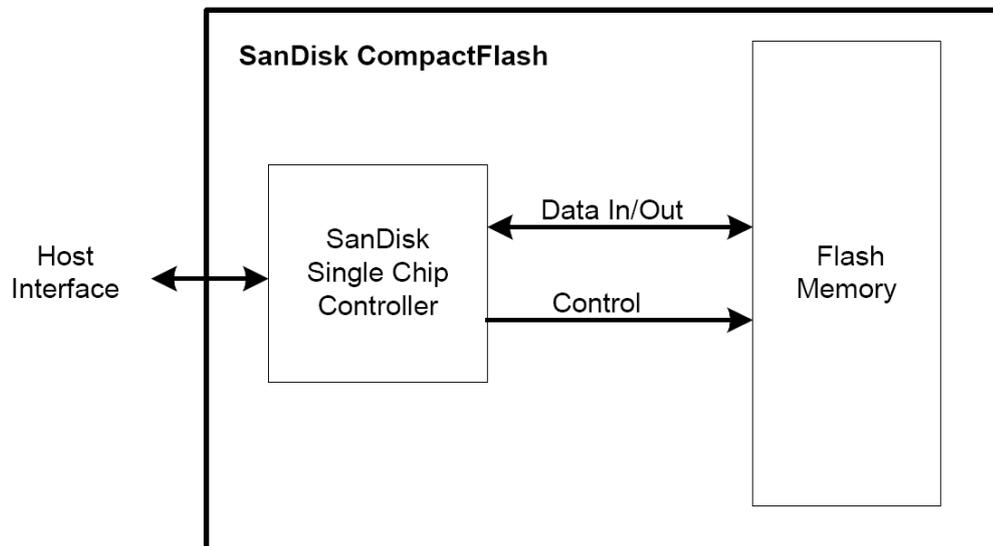


Abb. 13: Prinzip einer CompactFlash Karte

2.2.2.9 SD-Karten



Abb. 14:
SD-Speicherkarten

Als Speicherkarten sind nicht nur CompactFlash Karten erhältlich. Eine noch kompaktere Variante von Chipkarten sind die SD-Karten von der Firma SanDisc. Diese finden in den verschiedensten Bereichen Anwendung. Vor allem wegen der geringen Größe und der trotzdem hohen Speicherkapazität von bis zu 32GB erfreut sich dieses Speichermedium großer Beliebtheit. So findet es zum Beispiel auch in Handys Verwendung. Mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 2, 4 und 6MB/s kann

diese vor allem den Consumer-Bereich zufrieden stellen. Weiters verwenden diese Karten die Flash Technologie. Das bedeutet, dass bei einem Abschalten der Energie die Daten nicht verloren gehen. Es gibt viele unterschiedliche Arten von SD-Karten:

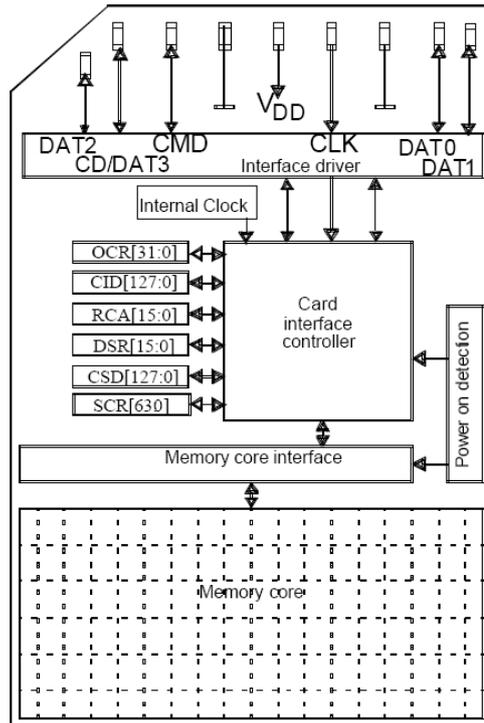
	SD	miniSD	microSD	SDHC	miniSDHC	microSDHC
Größe	32mm x 24mm	21,5mm x 20mm	15mm x 11mm	32mm x 24mm	21,5mm x 20mm	15mm x 11mm
Dicke	2,1mm	1,4mm	1,0mm	2,1mm	1,4mm	1,0mm
Gewicht	~2g	~1g	~0,5g	~2g	~1g	~0,5g
Pin- Anzahl	9 Pins	11 Pins	8 Pins	9 Pins	11 Pins	8 Pins
File- Format	FAT16/32	FAT16/32	FAT16/32	FAT32	FAT32	FAT32
Kapazität	Bis zu 2GB	Bis zu 2GB	Bis zu 2GB	4–32GB	4–32GB	4–32GB

Tab. 9: Übersicht über SD-Speicherkarten

Alle SD-Karten benötigen einen Spannungswert von 2,7V – 3,6V und besitzen einen Controller, sowie einen Urheberschutz. (vgl. SD Association, 30.12.2008, 11.1, SD Technology Overview, www.sdcard.org/developers/tech/ & SD Association, 03.01.2009, 11.2, SD Host Controller, www.sdcard.org/developers/tech/host_controller/ & SD Association, 09.01.2008, 11.3, Glossary, www.sdcard.org/developers/glossary/#flash)

Eine SD Karte besitzt einen Taktgenerator. Der Oberflächentreiber synchronisiert die DAT und CMD Signale den externen Takt (CLK) mit dem internen. Die Karte selbst wird durch 6 Schnittstellen kontrolliert: CMD, CLK, DAT0-DAT3. Für die Identifikation der SD Karte gibt es das Kartenidentifikationsregister (CID) und ein Adressregister (RCA). Verschiedene Operationsparameter sind im CID Register enthalten. Im OCR Register ist die Spannungsversorgung spezifiziert. Eine SD Karte besitzt weiters ihre eigene Energieversorgung. (vgl. Kingmax Digital Inc., 31.01.2009, 33, SD Card Specification, <http://downloads.amilda.org/MODs/SDCard/SD.pdf>)

Die miniSD Karten unterscheiden sich von den SD Karten nur geringfügig. Der größte Unterschied zwischen den beiden Typen ist wohl die Größe. Die miniSD Karte umfasst nur noch 37 Prozent von der Größe einer SD Karte bei gleich bleibender Speicherkapazität. Diese Entwicklung war vor allem deshalb nötig, weil die Industrie immer kleinere Handys herstellte. Aus demselben Grund wurde auch die microSD mit noch geringeren Abmessungen hergestellt. (vgl. SD Association, 30.12.2008, 11.4, miniSD Card, www.sdcard.org/developers/tech/minisd/) & SD Association, 03.01.2009, 11.5, microSD Card, <http://www.sdcard.org/developers/tech/microsd/>)



#	Bezeichnung	Typ	Erklärung
1	CD/DAT3	I/O/PP	Card detect/ DataBit3
2	CMD	PP	Command/ Response
3	V _{SS1}	S	Ground
4	V _{CC}	S	Supply Voltage
5	CLK	I	Clock
6	V _{SS2}	S	Ground
7	DAT0	I/O/PP	Data bit 1
8	DAT1	I/O/PP	Data bit 2
9	DAT2	I/O/PP	Data bit 3

I ... Input

O ... Output

I/O ... bidirektional

PP... Push-pull Treiber

Abb. 15: Blockschaltbild einer SD Karte

Tab. 10: Pinbelegung einer SD Karte

Wie in Tabelle 9 zu erkennen ist, können auf „gewöhnlichen“ SD Karten lediglich maximal 2GB gespeichert werden. Aufgrund der heutigen Entwicklungen entspricht dies oft nicht mehr den Anforderungen der Konsumenten. Deshalb wurde die SDHC Karte (Secure Digital High-Capacity) auf den Markt gebracht. Mit dieser neuen Technologie ist es möglich, in unterschiedlichen Geschwindigkeiten, Daten auf die Karte zu schreiben. Hierfür sind 2 (Klasse 2), 4 (Klasse 4) und 6MB/s (Klasse 6) möglich. Somit herrscht größere Flexibilität bei den Geräteherstellern, indem sie entscheiden können, welche Übertragungsgeschwindigkeit für ihr Produkt am besten geeignet ist. Die SDHC Karten haben sich vor allem in digitalen Foto- und Videokameras durchgesetzt. Die Beliebtheit dieser Datenträger scheint dennoch zu steigen. Mit einem Software-Update können die Daten einer SDHC Karte auch in einem SD Slot gelesen werden. Da sich der Trend zu immer kleineren und kompakteren Geräten – vor allem Handys – durchsetzt, sind auch miniSDHC und microSDHC Karten produziert worden, wie es bei den SD Karten der Fall ist. (vgl. SD Association, 03.01.2009, 11.6, SD High-Capacity Cards www.sdcard.org/developers/tech/sdhc/ & SD Association, 03.01.2009, 11.7, miniSDHC, www.sdcard.org/developers/tech/minisdhc/ & SD Association, 03.01.2009, 11.8, microSDHC, www.sdcard.org/developers/tech/microsdhc/)

Des Weiteren gibt es speziell für den Audiobereich entwickelte SD Karten. Dabei werden AAC, HE-AAC, WMA und MP3 Formate unterstützt. Diese Spezifikation erlaubt es, dass unterschiedliche Geräte untereinander Daten austauschen können, weil sie dieselben Formate benutzen. (vgl. SD Association, 03.01.2009, 11.9, SD Application Specifications Formats, www.sdcard.org/developers/tech/sd_apps/)

Im September 2008 kündigten die vier führenden Musikkonzerne EMI, Sony BMG, Universal und Warner an, Musikalben auch auf microSD Karten anzubieten. Daraus wird ersichtlich, dass auch dieser Datenträger die herkömmliche Compact Disc ersetzen soll. Grund dafür ist die steigende Beliebtheit des Internets und dessen Möglichkeit, Musik einfach und bequem von zu Hause downloaden zu können. Diese SlotMusic-Karten – wie sie hauptsächlich genannt werden – können dann mit diversen Handys, Laptops und MP3-Playern abgespielt werden. Ähnlich wie bei der MVI sollen auch hier auf der 1GB-microSD-Karte nicht nur die Albumtitel angeboten werden, sondern auch Liedtexte, Videos, Informationen zum Künstler und mehr. Die einzelnen Songtitel werden im MP3-Format (320kbps) bereitgestellt und können ohne ein Passwort oder einen Webzugriff angehört werden, da kein DRM benützt wird. In den USA ist der Verkauf dieses Datenträgers bereits angelaufen. Zurzeit kann zwar nicht einmal annähernd gesagt werden, ob dieses Konzept funktioniert, jedoch zeigt die Einführung von SlotMusic-Karten keine all zu schlechten Verkaufszahlen. In Europa soll der Verkauf noch dieses Jahr erfolgen. (vgl. Der Standard, 22.09.2008, 12, Speicherkarte mit Musik als CD-Nachfolger, derstandard.at/ & SanDisc Corporation, 10.01.2009, 13, SlotMusic, www.slotmusic.org & Taylor A., 10.01.2009, 14, Sales show SanDisk's SD-not-CD player a hit with punters, www.reghardware.co.uk/2009/01/09/ces_slotmusic_success_signs/)

2.2.2.10 Festplatten

Selbst bei mobilen Aufzeichnungsgeräten kommen auch Festplatten zum Einsatz. Auch dieser Datenträger bietet einige Vorteile gegenüber der Speicherung auf ein Tonband:

- Schneller Zugriff auf die Daten
- Hohe Datentransferraten
- Zeitgleiche Wiedergabe mehrerer Spuren

Um mit der Arbeitsgeschwindigkeit einer Festplatte zufrieden zu sein, muss die Anzahl der Umdrehungen hoch genug sein. Eine Festplatte besteht grundsätzlich aus einem Kopf und einer rotierenden Platte. Der Kopf berührt allerdings nicht die Platte, wenn er auf die Daten zugreift oder welche schreibt. Ein kleines Luftpolster befindet sich dazwischen. Aufgrund dieser Konstruktion ergeben sich folgende Nachteile:

- Der Kopf tritt in Kontakt mit der rotierenden Platte, wodurch die Daten darauf zerstört werden (Head-Crash).
- Zu diesem Head-Crash kann es vor allem dann kommen, wenn die Festplatte heftig bewegt wird.
- Selbst wenn die Festplatte ausgeschaltet ist und dabei zu Boden fällt oder zu starken Bewegungen unterliegt, kann es beim Einschalten zum Head-Crash kommen. Denn dadurch kann auch die Position des Kopfes verändert werden und schließlich die Platte zerstören.

Um den Datenverlust zu vermeiden empfiehlt sich, ein Backup der Festplatte zu erstellen. In welcher Form das geschieht, ist dabei jedem selbst überlassen. (vgl. Friesecke 2007, S. 570f)

Im Allgemeinen bietet eine Festplatte mehr Speicherkapazität und höhere Datentransferraten als eine CompactFlash-Karte. Dennoch benötigt eine CF-Karte weniger Strom, ist mechanisch unempfindlich und besitzt schnellere Zugriffszeiten als eine Festplatte. (vgl. Schade Ch., 30.12.2008, 15.3, CompactFlash versus mechanische Festplatte (3/3), www.hardware-aktuell.com/artikel/21/compactflash_versus_mechanische_festplatte/3/)

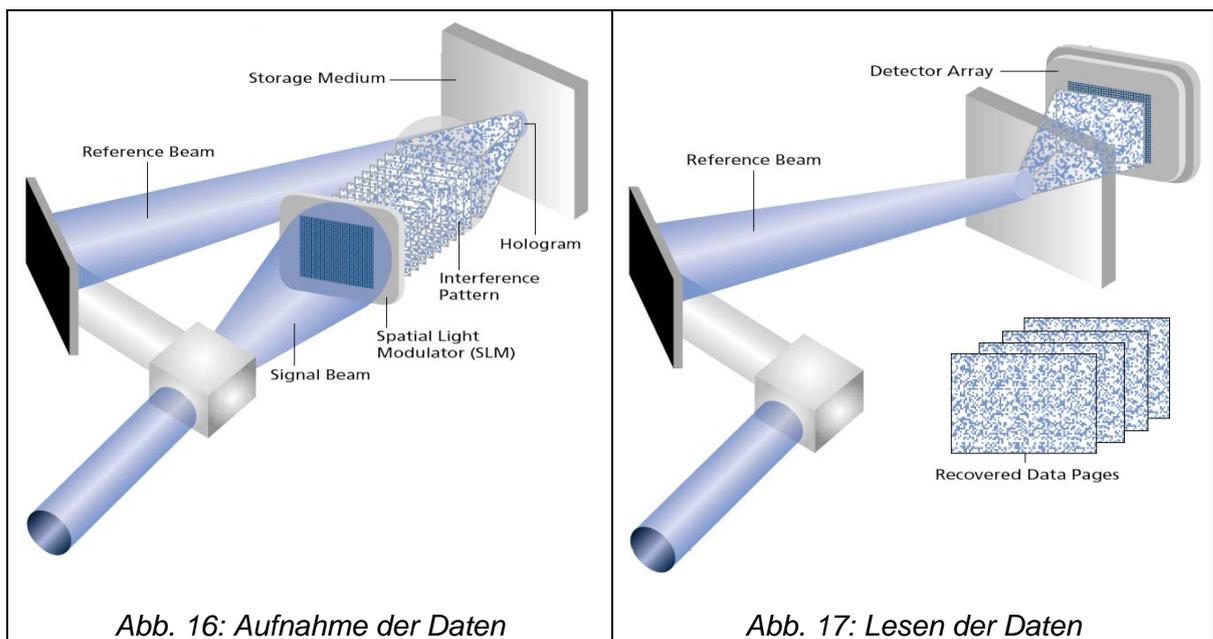
2.2.2.11 Holografische Speicher

Die Möglichkeiten, welche mit der holografischen Speichertechnologie möglich ist, waren schon längere Zeit bekannt. Es scheiterte lediglich an der Umsetzung. Doch nun ist es gelungen, diese Art der Technologie einzusetzen und somit kann dies als Start einer neuen Generation von Speicherung gesehen werden. Die Firma InPhase zeigt bei der Entwicklung von holografischen Laufwerken und Speichermedien bereits große Fortschritte. Erste Geräte sind dabei schon auf dem Markt. Einige Gründe, warum diese Technologie als „Umbruch“ gilt, sind:

- Sehr große Speicherkapazitäten
- Lange Lagerzeit von Mediendaten
- Lange Archivierung der Daten (30 Jahre)
- Hohe Datenübertragungsrate

Das große Speichervolumen wird unter anderem dadurch erreicht, dass die Daten nicht nur auf der Oberfläche des Trägers geschrieben werden, sondern die gesamte Dimension des Speichermediums ausnutzen. Der Firma InPhase gelang es, ein Medium namens „Tapestry™“ zu entwickeln, welches bis zu 100Gbit/in² (=15,5Gbit/cm²) speichern kann. Es handelt sich dabei um ein Photopolymer, welches grundlegend aus zwei Chemikalien

hergestellt wird. Diese Erfindung machte die holografische Speicherung erst möglich. Weiters ermöglicht diese Technologie mit nur einem Lichtblitz das Lesen und Schreiben von über einer Million Datenbits, was die hohe Datenrate erklärt. Aufgrund dieser Vorteile werden holografische Speicher zu den kostengünstigen Medien gehören. (vgl. InPhase Technologies Inc., 11.01.2009, 16.1, What is holographic storage?, www.inphase-technologies.com/technology/default.asp?subn=2_1 & InPhase Technologies Inc, 11.01.2009, 16.2, Holographic Basics, www.inphase-technologies.com/downloads/pdf/technology/holoBasics.pdf & InPhase Technologies Inc., 11.01.2008, 16.3, Technology Tour, www.inphase-technologies.com/downloads/pdf/technology/techTour.pdf)



Im Prinzip funktioniert die holografische Speicherung mit nur einem Laserstrahl, welcher auf zwei Strahlen aufgeteilt wird. Der dadurch entstandene Signalstrahl überträgt die eigentlichen Daten und der zweite Strahl dient als Referenzstrahl. Die einzelnen Bits, welche aus Nullen und Einsen bestehen, werden durch den SLM (Spatial Light Modulator) in dunkle und helle Pixel umgewandelt. Somit kann die optische Übertragung beginnen. Um die Daten aufzuzeichnen, müssen sich die beiden Strahlen überschneiden. Dadurch wird auf dem lichtempfindlichen Träger das Hologramm gebildet und durch eine chemische Reaktion gespeichert. Durch Veränderung des Winkels des Referenzstrahls können mehrere hundert Hologramme auf einem Datenträger gespeichert werden. Die Informationen können wieder gelesen werden, indem der Referenzstrahl abgelenkt wird. Anschließend wird das Hologramm auf einen Detektor projiziert. Dieser kann über eine Million Bit gleichzeitig ablesen. (vgl. InPhase Technologies Inc., 11.01.2009, 16.1, What is holographic storage?, www.inphase-technologies.com/technology/default.asp?subn=2_1)

Tapestry™300r stellt ein holografisches Medium dar. Es handelt sich dabei um eine Disc mit 130mm Durchmesser und mit einer Lebensdauer von sogar 50 Jahren. 300GB Speicherkapazität und 20MB/s Transferrate sind weitere Eigenschaften dieses Produkts. Es sind jedoch bereits Nachfolger geplant, tapestry™800r und tapestry™1600r. Dem Namen entsprechend sollen diese dann 800GB bzw. sogar 1,6TB fassen und mit 80MB/s bzw. 120MB/s Daten übertragen. (vgl. InPhase Technologies Inc., 24.01.2009, 16.4, Products – Drives & Media, www.inphase-technologies.com/products/media.asp?subn=3_2)



Abb. 18: Tapestry™300r

Des Weiteren arbeiten mehrere Firmen – allen voran Optware – an der Entwicklung der HVD (Holographic Versatile Disc). Wie es in der Holografie Voraussetzung ist, wird auch hier mit zwei Laserstrahlen gearbeitet. Der grüne oder blaue Strahl ist für das Aufzeichnen und Lesen der Daten verantwortlich und stellt somit den Datenstrahl dar. Der rote Laser dient als Referenzstrahl. Durch eine einzige Linse werden diese beiden Strahlen auf den Datenträger gelenkt. Um die Daten schreiben zu können, enthält die Disc eine lichtempfindliche Schicht. Hinzu kommt, dass die HVD unempfindlich gegenüber Vibrationen sein soll. (vgl. HSD Forum, 12.01.2009, 17, Technology, www.hvd-forum.org/abouthvd/technology.html)

3 Mobile Audioaufnahmegeräte

Der Markt in der heutigen Zeit scheint überfüllt zu sein mit diversen Geräten, um Ton aufnehmen zu können. So viele verschiedene Firmen bringen immer wieder die unterschiedlichsten Geräte heraus. Jeder versucht, den Anforderungen der Kunden so gut wie möglich entgegen zu kommen. Dieses Kapitel versucht nun, eine Auswahl an modernen mobilen Audiorecordern aufzulisten. Die Zusammenstellung besteht aus Geräten, mit welchen der Autor selbst bereits Erfahrung sammeln konnte, welche dem Autor von Experten empfohlen wurden oder welche derzeit hohe Verkaufszahlen aufweisen. Dieses Kapitel zeigt zuerst einmal nur einen Überblick über die einzelnen Recorder und listet deren Spezifikationen auf. Die Bewertung erfolgt anschließend in Kapitel 4. Des Weiteren sei hier noch erwähnt, dass die Eigenschaften der einzelnen Geräte nur nach ausgewählten Kriterien in dieser Arbeit eingetragen sind. Es besteht keinesfalls die Garantie zur Vollständigkeit der Daten.

Bevor nun die einzelnen Audiorecorder genauer betrachtet werden, wird hier noch kurz erwähnt, welche Spezifikationen miteinbezogen wurden, sofern dies auf dem Datenblatt ersichtlich war.

- In erster Linie sind das *Aufnahmeformat* und dessen Eigenschaften von größter Bedeutung. Folgende Fragen sollen dabei beantwortet werden: In welchem Format kann man aufnehmen? Welche Bitraten/Abtastfrequenzen/Bittiefen stehen zur Verfügung? Wie viele Kanäle kann das Gerät verarbeiten?
- Der verwendete *Datenträger* stellt ebenfalls ein Kriterium dar (siehe dazu Kapitel 2.2, S. 15)
- Die Geräte unterscheiden sich ebenfalls in der Art und Anzahl der *Anschlüsse*. Besitzt das Gerät einen „professionellen“ XLR-Anschluss oder zum Beispiel einen Klinkeanschluss? Gibt es eine USB-Schnittstelle zur einfachen Übertragung der Daten auf den Computer?
- Auch der *Preis* sagt bereits etwas über einen Audiorecorder aus.
- Da in der heutigen Zeit immer mehr auf kompakte Geräte geachtet wird, sind auch die *Maße* der Recorder angegeben.
- Ansonsten sind teilweise noch weitere interessante Aspekte angeführt, wie Phantomspeisung, SNR, Frequenzbereich,...

Die folgende Liste der Audiogeräte widmet sich ausschließlich den modernen mobilen Audiorecordern. Es sind daher keine Tonbandgeräte oder Ähnliches aufgelistet.

3.1 Cantar-X2

- HD Recorder
- Kanäle: 8
- Datenträger: Wechselfestplatte (127GB) oder Flash Speicher
- Firewire-Anschluss
- Integrierter CD-R/DVD±R/ DVD-RAM Brenner
- Aufnahme:
 - o Format: BWF
 - o Samplingfrequenz: 44,1-96,096kHz
 - o Bittiefe: 16/24Bit
- Integrierter Konverter
- Eingänge: 9x XLR (5x Mikrofon, 4x Line) / 8 AES Eingänge
- Limiter Funktion
- 1/4" (6,3mm) Klinkenanschluss für Kopfhörer)
- Ausgänge: 2x XLR, 2x 6,3mm Klinke, 8x AES
- Timecode Ein- und Ausgang (LEMO)
- Akkubetrieb (2 Akkus)
- PreRecord Funktion
- Wasser- und Staubgeschützte Fader
- 230x310x80mm (3,2kg)
- Preis: ca. € 14.500,-



Abb. 19: Cantar-X2

(vgl. Aaton S.A., 21.01.2009, 28, Technical Specifications, www.aaton.com/products/sound/cantar/specs.php)

3.2 Edirol R-1 von Roland

- Bezeichnung: 24-bit WAVE/MP3 Recorder

AUFNAHME:

- Kanäle: Stereo (2)
- 2 Formate möglich: MP3 und WAV
- Ad MP3:
 - o Samplingfrequenz: 44,1kHz
 - o Bittiefe: 64/96/128/160/192/256/320kbps
- Ad WAV:
 - o Samplingfrequenz: 44,1kHz
 - o Bittiefe: 16/24Bit

- WIEDERGABE: MP3
 - o Abtastfrequenzen:
8/11,025/16/22,05/24/32/44,1/48kHz
 - o Bittiefe:
16/24/32/40/48/65/64/80/96/112/128/
144/160/192/224/256/
320kbps oder VBR (Variable Bitrate)
- WIEDERGABE: WAV
 - o Abtastfrequenzen:
8/11,025/16/22,05/24/32/44,1/48kHz
 - o Bittiefe: 8/16/24Bit



Abb. 20: Edirol R-1

- Verwendeter Datenträger: CompactFlash (bis zu 2GB unterstützt)
- Internes Stereomikrofon
- Eingänge: 2x 1/8" / 3,5mm Stereoklinke (1x Mikrofon, 1x Line)
- Keine Phantomspeisung
- Kopfhöreranschluss: 3,5mm Klinke
- Digitaler Ausgang: Optische 3,5mm Klinke
- Frequenzbereich: 20Hz – 20kHz
- USB-Anschluss
- Stromanschluss oder Batteriebetrieb (2x AA)
- Maße: 99 x 134 x 30mm (0,3kg)
- Preis: ca. € 400,-

(vgl. Roland Corporation, 12.01.2009, 18.1, Specifications R-1, www.roland.com/products/en/R-1/specs.html)

3.3 Edirol R-4 von Roland

- Bezeichnung: 4-Channel Audio Recorder
- Aufnahmeformat: WAV
 - o Samplingfrequenz: 44,1/48/96kHz
 - o Bittiefe: 16/24Bit
- Eingänge: 4x XLR-Anschluss & 1/4" / 6,3mm Klinkenanschluss (symmetrisch und unsymmetrisch)



Abb. 21: Edirol R-4

- Phantomspeisung (48 +/- 2V)
- Internes Mikrofon (Stereo)
- Ausgänge: Line Out
 - o Chinch-Anschluss (L, R)
 - o 1/4" / 6,3mm Klinkenanschluss (L, R)
- Ausgänge: Kopfhörer
 - o 1/4" / 6,3mm Klinkenanschluss (Stereo)
- Koaxialanschluss
- USB-Abschluss
- AES/EBU Input/Output
- SMPTE Input (keine Timecode-Unterstützung)
- Datenträger: Festplatte (40GB) & CompactFlash (bis zu 2GB; nur Typ I wird unterstützt)
- Frequenzbereich: 20Hz – 40kHz
- Strombetrieb oder Batteriebetrieb (8x AA)
- Maße: 240 x 217 x 77mm (1,7kg)
- Preis: ca. € 950,-

(vgl. Roland Corporation, 12.01.2009, 18.2, Specifications R-4
www.roland.com/products/en/R-4/specs.html)

3.4 Edirol R-09 HR von Roland

- Stereo-Recorder
- Aufnahme: MP3
 - o Samplingfrequenz: 44,1/48kHz
 - o Bitraten: 64/96/128/160/192/224/320kbps
- Aufnahme: WAV
 - o Samplingfrequenz: 44,1/48kHz
 - o Bittiefe: 16/24Bit
- Wiedergabe: MP3
 - o Samplingfrequenz: 32/44,1/48kHz
 - o Bitraten: 64/96/128/160/192/224/256/320kbps oder VBR
- Wiedergabe: WAV
 - o Samplingfrequenzen: 32/44,1/48kHz
 - o Bittiefe: 16/24Bit
- Speichermedium: SD-Karte (bis 2GB) oder SDHC-Karte (bis 8GB)
- Internes Mikrofon
- Eingänge: 2x 3,5mm Stereoklinke (1x für Mikrofon und 1x für Line)



Abb. 22: Edirol R-09 HR

- Ausgänge: 1x 3,5mm Stereoklinke
- Frequenzbereich: 20Hz – 22kHz
- USB-Anschluss
- Effekte: Reverb (3 Arten)
- Strom- und Batteriebetrieb (2x AA)
- Maße: 63x102x29mm (0,1kg)
- Preis: ca. € 350,-

(vgl. Roland Corporation, 17.01.2009, 24, Specifications,
www.edirol.net/products/en/R-09/specs.html)

3.5 Fostex FR – II

- Bezeichnung: Field Memory Recorder
- Datenträger: CompactFlash oder Festplatte
- Aufnahme:
 - o Format: BWF
 - o Samplingfrequenz:
22,05/44,1/48/88,2/96/176,4/192kHz
 - o Bittiefe: 16Bit (22,05 – 48kHz) und
24Bit (44,1 – 192kHz)
- Kanäle: Mono / Stereo
- Strom- oder Batteriebetrieb (8x AA)
- Phantomspeisung (48V)
- Frequenzbereich:
 - o 20Hz – 10kHz ($f_s = 22,05\text{kHz}$)
 - o 20Hz – 20kHz ($f_s = 44,1/48\text{kHz}$)
 - o 20Hz – 40kHz ($f_s = 88,2/96\text{kHz}$)
 - o 20Hz – 80kHz ($f_s = 176,4/192\text{kHz}$)
- Eingänge: 2x XLR-Anschluss
- Ausgänge: Chinch-Anschluss (L, R)
- AES/EBU Input/Output
- 2x USB-Anschluss
- LTC Input/Output LEMO
- Größe: 250 x 77 x 220mm (1,5kg)
- Preis: ca. € 1100,-



Abb. 23: Fostex FR-II

(vgl. Fostex Company, 12.01.2009, 19.1, FR-2 Field Memory Recorder – Specification,
www.fostexinternational.com/docs/pro_products/fr2_spec.shtml)

3.6 Fostex PD-6

- Bezeichnung: DVD-Location Recorder
- Aufnahme:
 - o Format: BWF
 - o Samplingfrequenz: 44,1/48/88,2/96kHz
 - o Bittiefe: 16Bit (44,1/48kHz) / 24Bit (44,1/48/88,2/96kHz)
- Datenträger: 8cm DVD-RAM
- Kanäle: 6
- Audioeingänge: 6x XLR (Mic/Line)
- Audioausgänge: 6x XLR
- AUX Eingang/Ausgang (10 Pins)
- LTC Eingang und Ausgang (XLR)
- Frequenzbereich: 20 – 20 000Hz (44,1/48kHz) / 20 – 40 000kHz (88,2/96kHz)
- SNR: 87dB (MIC), 100dB (LINE)
- Phantomspeisung vorhanden
- Strom- und Akkubetrieb
- Maße: 334x109x241mm (3,5kg)
- Preis: ca. € 8500,-



Abb. 24: Fostex PD-6

(vgl. Fostex Company, 21.01.2009, 19.2, PD-6 DVD Location Recorder – Specification, www.fostexinternational.com/docs/pro_products/pd6_spec.shtml)

3.7 HHB DRM85

- FlashMikrofon mit Kugelcharakteristik mit integriertem Aufnahmegerät
- Mikrofonkapsel von Sennheiser
- 1GB Flashrecorder
- Aufnahme:
 - o Kompression: Lineares PCM oder MPEG1 Layer II
 - o Format: BWF
 - o Samplingfrequenz: 32/44,1/48kHz
 - o Bittiefe: 16Bit
 - o Bitraten: 128-192kbps
- Frequenzbereich: 20 – 20 000Hz
- Kanäle: Mono
- AGC Funktion
- PreRecord Funktion



Abb. 25: HHB DRM85

- 3,5mm Klinkenanschluss für Kopfhörer
- USB Anschluss
- Batteriebetrieb (2x AA)
- Maße: 244mm; Durchmesser maximal 50mm (366g)
- Preis: ca. € 700,-

(vgl. HHB Communications Ltd., 21.01.2009, 29, FlashMic DRM85, www.hhb.co.uk/flashmic/press/media/brochures/FLASHMIC16306.pdf)

3.8 M-Audio Microtrack II

- Kanäle: Stereo
- Unterstützte Formate: MP3 und WAV
- Phantomspeisung (48V)
- USB-Anschluss
- S/PDIF Input
- Datenträger: CompactFlash
- Aufnahme: MP3
 - o 96 – 320kbps
 - o 44,1 oder 48kHz
- Aufnahme: WAV
 - o Samplingfrequenz: 44,1/48/88,2/96kHz
 - o Bittiefe: 16/24Bit
- Frequenzbereich: 20Hz – 20kHz
- Eingänge:
 - o 1/8" / 3,5mm Mikrofon-Klinkenanschluss
 - o 1/4" / 6,3mm Mikrofon/Line-Klinkenanschluss
- Ausgänge: Cinch (L, R) Line-Ausgang & Kopfhöreranschluss (3,5mm Klinke)
- SNR: 101dB
- Strom- oder Akkubetrieb
- Preis: ca. € 230,-



Abb. 26: M-Audio
Microtrack II

(vgl. Avid Technology, Inc., 12.01.2009, 20.1, Full Features, www.m-audio.com/products/en_us/MicroTrackII.html & Avid Technology, Inc., 12.01.2009, 20.2, Specifications, www.m-audio.com/products/en_us/MicroTrackII.html)

3.9 Marantz PMD 670

- Bezeichnung: Solid State Digital Recorder
- Kanäle: Mono / Stereo
- Datenträger: CompactFlash
- AUFNAHME:
 - o Formate: MP2, MP3, PCM
 - o Kompression: MPEG1 Layer II, MPEG1 Layer III, MPEG2 Layer III, 16Bit lineares PCM
 - o Bitraten: 384/256/192/128/96/64kbps bei MP2 Stereo, 192/128/96/64/48/32kbps bei MP2 Mono, 320/256/160/128/80/64kbps bei MP3 Stereo, 160/128/80/64/40/32kbps bei MP3 Mono
- Samplingfrequenz analog: 48/44,1/32/24*/22,050*/16kHz (* außer MP2)
- Samplingfrequenz digital: 48/44,1kHz
- SNR: 65dB (MIC) / 86dB (LINE)
- Eingänge: XLR für Mikrofon, Cinch für Line In
- Ausgänge: Cinch für Line Out (SPDIF)
- Phantomspeisung (+48V)
- USB-Schnittstelle
- Maße: 264x55x185mm (1,3kg)
- Preis: ca. € 630,-



Abb. 27: Marantz PMD670

(vgl. D&M Professional, 21.01.2009, 27.1, PMD670, www.d-mpro.eu.com/download.php?datei=datadir/pdf/data/PMD670_ger.pdf)

3.10 Marantz PMD 660

- Bezeichnung: Solid State Recorder
- Kanäle: Mono / Stereo
- Datenträger: CompactFlash
- Aufnahmeformat: MP3 und PCM
- Phantomspeisung (+48V)
- Aufnahme:
 - o Bitrate: 128kbps (MP3 Stereo) / 64kbps (MP3 Mono)
 - o Abtastfrequenz: 48/44,1kHz
- SNR: 60dB (MIC) / 80dB (LINE)
- Eingänge: 2x XLR für Mikrofon, 3,5mm Stereoklinke für Line



Abb. 28: Marantz PMD660

- Ausgänge: 3,5mm Stereoklinke (Line Out)
- PreRecord Funktion
- ALC Funktion
- Strom- und Batteriebetrieb (4x AA)
- Internes Stereomikrofon und Lautsprecher
- USB-Schnittstelle
- Maße: 113x47x184mm (700g)
- Preis: ca. € 500,-

(vgl. D&M Professional, 21.01.2009, 27.2, PMD660, www.d-mpro.eu.com/download.php?datei=datadir/pdf/data/PMD660_ger.pdf)

3.11 Marantz PMD 671

- Bezeichnung: Solid State Digital Recorder
- Kanäle: Mono / Stereo
- Datenträger: CompactFlash
- AUFNAHME:
 - o Formate: MP2, MP3, PCM
 - o Kompression: MPEG1 Layer II, MPEG1 Layer III, MPEG2 Layer III, 16/24Bit lineares PCM
 - o Bitraten: 384/256/192/128/96/64kbps bei MP2 Stereo, 192/128/96/64/48/32kbps bei MP2 Mono, 320/256/160/128/80/64kbps bei MP3 Stereo, 160/128/80/64/40/32/24/16kbps bei MP3 Mono
- Samplingfrequenz analog 16Bit: 48/44,1/32/24/22,050/16/12/11,025/8kHz (PCM), 48/44,1/32/24/22,05/16kHz (MP3), 48/44,1/32kHz (MP2)
- Samplingfrequenz analog 24Bit: 96/88,2/48/44,1kHz (PCM)
- Samplingfrequenz digital: 48/44,1kHz
- SNR: 65dB (MIC) / 86dB (LINE)
- Eingänge: XLR für Mikrofon, Cinch für Line In
- Ausgänge: Cinch für Line Out (SPDIF)
- Phantomspeisung (+48V)
- USB-Schnittstelle
- Maße: 264x55x185mm (1,3kg)
- Preis: ca. € 1025,-



Abb. 29: Marantz PMD671

(vgl. D&M Professional, 21.01.2009, 27.1, PMD671, www.d-mpro.eu.com/download.php?datei=datadir/pdf/man/PMD671_manual_ger.pdf)

3.12 Mayah FM 001 Flashman

- Kanäle: Mono / Stereo
- Aufnahme:
 - o Format: MPEG 1 Layer 2 und Layer 3, lineares PCM
 - o Bitraten: 56/64/112/128/192/256kbps
 - o Samplingfrequenz: 32/44,1/48kHz
 - o Bittiefe: 16Bit
- Eingänge: XLR, Stereo-Line-In, Mic-Line-In (Klinke)
- SPDIF In & Out
- Ausgänge: Stereo-Line-Out und Kopfhöreranschluss (Klinke)
- SNR: ≥ 94 dB (linear PCM)
- Datenträger: CompactFlash
- Serielle Schnittstelle: RS232
- Phantomspeisung
- Akku- und Batteriebetrieb (4x AA)
- Maße: 127x53x147mm (605g)
- Preis: ca. € 1300,-



Abb. 30: Mayah Flashman

(vgl. Mayah Communications GmbH, 21.01.2009, 30, Flashman – Digitaler Audio-Recorder für Rundfunkprofis, neuerdings.com/wp-content/uploads/2007/12/flashman_d.pdf)

3.13 Maycom Handheld Recorder

- SNR: > 80 dB
- Frequenzbereich: 20 – 20 000Hz
- AUFNAHME:
 - o Format: BWF
 - o Kodierung: MPEG-2 Layer II
 - o Kanäle: Mono / Stereo
 - o Bitrate: 8 – 384kbps
 - o Samplingfrequenz: 16 – 48kHz
- Eingänge: 2 symmetrische Mikrofon- und Lineeingänge
- Internes Mikrofon (Kugelcharakteristik)
- Audioeinstellungen: Limiter, AGC



Abb. 31: Maycom Handheld Recorder

- Ausgänge:
 - o 2x unsymmetrisch
 - o 1x 3,5mm Klinke für Kopfhörer
- Interne Lautsprecher
- Datenträger: CompactFlash
- USB-Anschluss
- Akku- oder Batteriebetrieb (4x AAA)
- Maße: 178x64x30mm (0,3kg)
- Preis: ca. € 1100,-

(vgl. Maycom, 21.01.2009, 26, Handheld Recorder, www.maycom.nl/main.html)

3.14 Nagra AES-M Handheld

- Bezeichnung: Solid State Recorder
- Eingebauter Speicher (1GB)
- Aufnahme:
 - o Format: MPEG1 Layer 2 und Layer 3, lineares PCM
 - o Samplingfrequenz: 8 – 48kHz
 - o Bittiefe: 24Bit
 - o Bitraten: 64 – 384kbps
- Kanäle: Mono / Stereo
- Eingänge: 2x 3,5mm Klinke (1x Mikrofon, 1x Line)
- 3,5mm Stereoklinke für Kopfhörer
- Eingebautes Mikrofon und eingebaute Lautsprecher
- Frequenzbereich: 30 – 20 000Hz
- USB-Abschluss
- Batteriebetrieb (2x AA)
- Maße: 125x53x22mm (200g)
- Preis: ca. € 1000,-



Abb. 32: Nagra ARES-M

(vgl. Kudelski Group Company, 21.01.2009, 31, The ARES-M, www.nagraaudio.com/pro/pages/products_ares_m.php)

3.15 Olympus LS-10

- Aufnahmeformat: PCM/MP3/WMA
- Wiedergabeformat: WAV/WMA/MP3
- Eingänge: 2x 3,5mm Klinke (1x für Mikrofon, 1x für Line In)
- Kopfhörereingang: 3,5mm Klinke

- Eingebaute Stereolautsprecher
- Interner Speicher: 2GB & SD Karte (bis 8GB) & SDHC Karte
- Aufnahme: PCM
 - o Samplingfrequenz: 44,1/48/96kHz
 - o Bittiefe: 16/24Bit
- Aufnahme: MP3
 - 128/256/320kbps
- Aufnahme: WMA
 - o 64/128/160kbps
- Akku- und Batteriebetrieb (2x AA)
- Maße: 48x131,5x22,4mm
- Preis: ca. € 400,-



Abb. 33: Olympus LS-10

(vgl. Olympus, 17.01.2009, 25, Technische Daten, www.olympus.de/diktiergeraete/digitale_rekorder_ls-10_6403_digitale_rekorder_technische_daten_6413.htm)

3.16 Tascam DR-1

- Integriertes Kondensatormikrofon
- Aufnahme: WAV
 - o Samplingfrequenz: 44,1/48kHz
 - o Bittiefe: 16/24Bit
- Aufnahme: MP3
 - o Bitraten: 32-320kbps
- USB-Anschluss
- Eingänge: 2x 3,5mm Stereoklinke (1x Mikrofon, 1x Line In), 1x 6,3mm Stereoklinke
- Ausgang: 3,5mm Klinke für Kopfhörer
- Limiter Funktion
- Akkubetrieb
- Datenträger: SD Karte
- Maße: 70x27x135,3mm (208g)
- Preis: ca. € 280,-



Abb. 34: Tascam TR-1

(vgl. TASCAM, 18.01.2009, 21.2, DR-1 Specifications, www.tascam.com/products/dr-1;9,12,3594,16.html)

3.17 Tascam HD-P2

- Stereo Recorder
- Datenträger: CompactFlash
- Aufnahme im BWF-Format:
 - o Abtastfrequenz: 44,1 – 192kHz
 - o Bittiefe: 16/24Bit
- Eingänge: 2x XLR-Mic/Line-Anschluss
- Phantomspeisung
- Limiter Funktion
- Cinch-Anschluss (L, R) Input und Output
- S/PDIF Input/Output
- Kopfhöreranschluss: 6,3mm Klinke
- Eingebaute/s Mikrofon und Lautsprecher
- Firewire-Anschluss
- SPMTE/LTC-Eingang (XLR)
- Video Clock-Eingang
- Strom- oder Batteriebetrieb (8x AA)
- Preis: ca. € 1000,-



Abb. 35: Tascam HD-P2

(vgl. TASCAM; 13.01.2009, 21.1, HD-P2 Specifications, www.tascam.com/details:9,11,52,16.html)

3.18 Zoom H4

- Datenträger: SD-Karte oder SDHC-Karte
- Aufnahme: WAV (24Bit/96kHz) oder MP3 (bis 320kbps in Stereo)
- Integrierte Kondensatormikrofone
- Eingänge: 2x XLR/Klinke-Kombianschluss
- Phantomspeisung (24/48V)
- Aufnahme mit bis zu 4 Spuren möglich
- USB-Anschluss
- Kopfhöreranschluss
- Strom- und Batteriebetrieb (2x AA)
- Preis: ca. € 250,-



Abb. 36: Zoom H4 Handy Recorder

(vgl. Sound Service GmbH, 13.01.2009, 22, ZOOM H4 – Digitales Multitrack-Recording überall, www.sound-service.eu/texte/zoom/ZOOM_H4.htm)

4 Bewertung der Audiospeichertechnik

Um Audiosignale heute aufnehmen zu können, bedarf es längst nicht mehr eines speziellen Audiogerätes. Dies gilt zumindest für den Consumer-Bereich. Bedenkt man die Tatsache, dass als Nachfolger der Compact Disc sogar microSD Karten im Gespräch sind, wird klar, dass immer vermehrt darauf geachtet wird, welche Trends sich gerade in der Gegenwart und in naher Zukunft durchsetzen. Es wird deutlich, dass fast jeder ein Handy besitzt. Dass ein Mobiltelefon längst nicht mehr nur telefonieren kann, muss hier nicht eigens bewiesen werden. Fotoapparat, Radioempfang, MP3-Player und und und ... All das wird heute schon annähernd als selbstverständlich bei einem Handy angesehen. Demnach erscheint es nur logisch, dass sich auch die Audioindustrie an diesen Trend anpasst. Somit kann ein Handy bereits in der heutigen Zeit als moderner mobiler Audiospeicher gesehen werden. Die aufgenommenen Daten sind dann meist auf einer microSD Karte, die im Handy integriert ist, zu finden. Natürlich kommt auch jede andere Art von Speicherkarte in Frage. Dies hängt vom Modell ab. Unterstützt wird – wiederum abhängig vom Typ des Handys – eine Speicherkapazität von ein paar Gigabyte. Mit ein paar Klicks kann demnach jeder, der ein Handy mit dementsprechender Funktion besitzt, schnell und einfach Sound aufnehmen. Die Qualität lässt zwar bei diesen Geräten oft noch zu wünschen übrig, dies liegt aber in erster Linie an den eingebauten Mikrofonen.

Doch nicht nur der Consumer kann von der raschen technologischen und technischen Entwicklung profitieren. Auch im professionellen Bereich werden die mobilen Audiogeräte immer kleiner, kompakter und handlicher. Selbst Mehrspur-Aufnahmegeräte nehmen oft so geringe Maße an, dass es immer unkomplizierter wird, schnell einmal Audiosignale aufzuzeichnen. Erstaunlich dabei jedoch ist, dass die Qualität der Aufnahme in den meisten Fällen nicht darunter leiden muss, ganz im Gegenteil. Die Geräte, die in der Gegenwart auf dem Markt erscheinen, bieten die Möglichkeit, mindestens mit 24Bit und 96kHz Tonaufnahmen im WAV-Format zu tätigen. Da auch die Kapazität der Speicherkarten ansteigt, lassen sich damit auch länger andauernde Aufnahmen durchführen ohne dass der Speicherplatz zu schnell zu wenig wird.

Denkt man 10 oder gar 20 Jahre in der technischen Entwicklung zurück, werden einem Fortschritte bewusst, welche in der Vergangenheit oftmals nicht als Möglichkeit in Betracht gezogen worden sind. Durch diesen raschen Fortschritt ist es oft schwierig geworden, den Überblick zu behalten. Aufgrund von Experteninterviews, Internetrecherchen und persönlicher Erfahrung des Autors soll hier nun versucht werden, Techniken im Bereich der modernen mobilen Audiospeicher zu bewerten. Dies betrifft sowohl die Datenträger als auch die Aufnahmegeräte.

Als Experten standen dem Autor folgende Personen für ein Interview zur Verfügung (in alphabetischer Reihenfolge):

- Stefan Lainer, MA, Tonmeister und Systementwickler beim ORF
- Ing. Harald Lessnig, Gruppenleiter in der Rundfunktechnik beim ORF
- Mag. Hermann Lewetz von der Österreichischen Mediathek

4.1 Der Umstieg von analog auf digital

Obwohl in Kapitel 2.2 (S. 15) bereits ausführlich die Geschichte der Audiospeichertechnik behandelt wurde, wird an dieser Stelle erwähnt, wie sich diese Entwicklung zum Beispiel auf den Rundfunk ausgewirkt hat. In erster Linie ist eine derartige Umstellung mit hohen Kosten verbunden, vor allem wenn es sich um einen kompletten Rundfunkbetrieb handelt. Zu Beginn wurde alles auf Magnettonbänder aufgezeichnet, geschnitten und vom Band abgespielt. Für die Audioaufnahme war deshalb noch ein Tonmeister von Nöten. Dieser war lediglich für die technische Abwicklung des Interviews verantwortlich und der Redakteur führte das eigentliche Gespräch durch. Zurück im Funkhaus benötigte es wiederum beide Personen, um das aufgenommene Material in einen sendefertigen Beitrag zu bringen. Durch die Digitaltechnik und die darauf basierende Entwicklung hinsichtlich der mobilen Audiorecorder ist die Funktion dieses „Klein-Tonmeisters“ weggefallen. Mittlerweile sind Geräte auf dem Markt, welche so simpel zu bedienen sind, dass es keines besonderen technischen Grundwissens benötigt, um ein Interview oder Ähnliches aufnehmen zu können. Das ist auch der Grund, warum der Redakteur nun alleine unterwegs ist und die Aufzeichnungen selbstständig durchführt. Selbst für den anschließenden Schnitt bedarf es keines Tonmeisters mehr. Die komplette Abwicklung eines Beitrages kann vom Journalisten selbstständig bewältigt werden. Dies spart natürlich Zeit und Kosten. Denn anstatt der zwei Personen, die früher nötig waren, arbeitet jetzt nur noch ein Mensch daran. Das ist die derzeitige Situation im Rundfunk. Diese Tatsache erklärt auch die Entwicklung der mobilen Audiogeräte. Robustheit, einfache Bedienbarkeit und unkomplizierte Übertragung auf den Computer sind Voraussetzungen für einen Audiorecorder dieser Zielgruppe. Auffällig dabei ist, dass es sich beim Hörfunk – in diesem speziellen Fall handelt es sich um den Österreichischen Rundfunk (ORF) – um ein professionelles Unternehmen handelt. Dieser war bekannt dafür, immer die beste und dementsprechend auch teuerste Ausrüstung zu besitzen, um auch hochqualitativen Sound liefern zu können. Mittlerweile ist zu beobachten, dass durch das Aufkommen der Digitaltechnik Geräte entwickelt wurden und beim ORF eingesetzt werden, welche auf den ersten Blick nicht in die Kategorie der Profi-Geräte eingeordnet werden würden. Aber genau in diesem Umbruch befinden wir uns derzeit. Es wird immer schwieriger, ein professionelles Gerät von einem Komsumer-Audiorecorder zu unterscheiden. Aufgrund dessen ist der Beruf des Tonmeisters wesentlich eingeschränkt worden, zumindest was den Hörfunk betrifft. Für Filmtonaufnahmen zum Beispiel wird auf

jeden Fall noch ein ausgebildeter Tontechniker benötigt. Dementsprechend sind auch Audiorecorder für diesen Zweck am Markt zu finden. Dennoch ist diese Zielgruppe stark geschrumpft, weshalb eine größere Anzahl an Consumer- oder auch „Prosumer“-Geräten am Markt zu finden ist und sich auch besser verkauft, zumindest was den derzeitigen Stand betrifft.

Trotz allem existiert das Tonband auch heute noch. Eingesetzt wird es allerdings nur noch in „Notfällen“, das heißt, falls auf ein noch nicht digitalisiertes Material zugegriffen werden muss. Aber wie gerade erwähnt, werden die analogen Datenträger auf Server gespielt. Hier stoßen wir bereits auf ein Problem, das die Digitaltechnik mit sich bringt. Gespeicherte Daten sind nie wirklich sicher auf einem Datenträger. Zur Absicherung muss immer mindestens eine Kopie erstellt werden. Nimmt man demnach Audioinformationen auf ein modernes mobiles Audiogerät auf, sollten diese so bald als möglich auf einen weiteren Datenträger vervielfältigt werden. Bei den derzeit üblichen CompactFlash oder SD Karten ist es nicht sicher, ob die Karte nicht plötzlich von einem Moment auf den anderen nicht mehr lesbar ist ohne erfindliche Gründe. Bei einem Tonband war dies eigentlich nicht der Fall, da es als robustes und zuverlässiges Medium galt. Dennoch wird das Tonband aussterben. Es sind auch so gut wie keine Bandmaschinen mehr erhältlich.

Es soll hier noch kurz auf einen interessanten Nebenaspekt aufmerksam gemacht werden. Der Bereich der digitalen Audiotechnik hat sich schneller entwickelt als die Videotechnik. Während im Hörfunk bereits zirka 80% des analogen Materials digitalisiert sind, hinkt man da im Videobereich noch hinterher. Das liegt vor allem daran, dass für Videodaten wesentlich mehr Speicherplatz benötigt wird.

4.2 Datenträger und Dateiformate

Wie schon erwähnt, liegen die Nachteile bei den aktuell verwendeten Datenträgern in der Robustheit und Zuverlässigkeit. Das bedeutet allerdings nicht, dass sie nicht für den professionellen Gebrauch geeignet sind. Denn die Vorteile von CompactFlash oder SD Karten liegen klar auf der Hand. So kann eine Speicherkarte zum Beispiel viel mehr Daten in besserer Qualität speichern als es bei Magnettonbändern der Fall war. Des Weiteren sind heute durch die Größe der derzeitigen Datenträger viel kompaktere Audiogeräte möglich. Betrachtet man nur die microSD Karte, ist es unrealistisch, dass es je möglich wäre, ein Tonband in dieser Größe herzustellen. Bei der analogen Speicherung war es zwar so, dass die Daten nicht einfach vom Träger „verschwinden“, jedoch litt nach einer gewissen Lagerzeit die Qualität der darauf befindlichen Daten darunter. So kam zum Beispiel nach einiger Zeit mehr Rauschen hinzu. Ein digital aufgenommenes Schallsignal klingt nach 30 Jahren oder mehr jedoch noch immer wie nach der Aufnahme, sofern es nicht (mehrmals) konvertiert wurde. Ein weiterer wichtiger Punkt, was die Zuverlässigkeit

der Speicherkarten betrifft, ist, dass es zum Beispiel bei den Geräten von der Firma Marantz Editionen gibt, welche mit einem Verifizierungsprozess die Karte überprüfen. Das bedeutet, dass der Datenträger einfach kurz mit Daten beschrieben wird, welche anschließend ausgelesen werden. So kann festgestellt werden, in wie weit die Speicherkarte noch funktionstüchtig ist.

Bei der digitalen Speichertechnik kann man behaupten, dass das Original mit entsprechender Hardware so gut abgebildet werden kann, dass es so gut wie nicht mehr vom Original unterscheidbar ist. Das war allerdings nicht von Anfang an so. Die CD, welche so zu sagen den Beginn der Digitaltechnik darstellt, wies diese Eigenschaften noch nicht auf. Der Klang war unter anderem etwas glasig. Das lag wohl daran, dass damals die Wandler noch nicht so ausgereift waren, wie es in der heutigen Zeit der Fall ist. Hinzu kommt, dass die Technologie damals noch so neu war und sich erst in den Startlöchern befand. Aber schon in den 90er Jahren änderte sich diese Tatsache und die Audioaufnahmen konnten bis zu einem hochqualitativen linearen Format verbessert werden.

Das Brennen einer CD nimmt Zeit in Anspruch und selbst nach der Meldung „Brennvorgang erfolgreich“ ist noch nicht garantiert, dass die Daten fehlerfrei auf den Datenträger gespielt worden sind. Bei den aktuell üblichen Speicherkarten fallen auch diese Nachteile weg. Die Daten können schnell und einfach auf den Träger überspielt werden und es kommt auch kein Knacksen oder ein anderes Störgeräusch hinzu. Für mobile Audiogeräte sind Speicherkarten die erste Wahl. Natürlich sind auch Festplatten-Recorder am Markt erhältlich, jedoch besitzen diese einen entscheidenden Nachteil: *„[...] Der Vorteil dieser Speicherkarten ist, dass sie keine mechanisch bewegten Teile haben. Wenn Sie einen Festplattenrecorder nehmen, haben Sie immer das Problem, dass Sie drehende Teile haben, wo Feuchtigkeit, Sand, Temperatureinflüsse sehr hoch sein können. Natürlich kann man es auch mit einem Festplattenrecorder probieren, keine Frage. Aber der Trend entwickelt sich in Richtung der Speicherkarten, vor allem auch vom Speichervolumen her, das man bereits am Markt kaufen kann. Was wir Speicherbedarf beim Ton haben, geht es eher in die Richtung Festspeicher ohne mechanische, drehende Teile. Das wird der Weg sein, weil die Audioinhalte bringen wir digitalisiert in bester Qualität rauf. Anders schaut es bei Video aus. Da ist der Datenumfang viel, viel größer. [...]“* (Interview Lessnig 2009, Anhang I)

Die Frage lautet demnach, welche Art von Speicherkarte sich durchsetzen wird: CF oder SD? Die CompactFlash Karte wird im Allgemeinen als stabiler eingestuft. Aufgrund der derzeitigen Industrie scheint es jedoch so, dass die SD Karte das Rennen gewinnen wird. Ein Grund dafür ist zum Beispiel die Tatsache, dass Audiogeräte mit einem CompactFlash Kartenschacht etwas mehr kosten als Produkte mit SD Slot. Den Beginn

machte allerdings die CF Karte. Stefan Lainer, MA erklärt zum Beispiel in seinem Interview, dass die erste Generation von mobilen Audiogeräten, welche im Österreichischen Rundfunk eingesetzt worden sind, lediglich auf CompactFlash basierte. Anschließend wurden Produkte entwickelt, welche zwar noch immer auf CF beruhen, jedoch eine digitale USB-Schnittstelle enthalten, was bereits einen ersten Fortschritt hinsichtlich der Usability darstellt. Die nächste Generation enthält dann schon die SD Karten.

„[...] Mittlerweile denke ich, dass es das Standarddigitalmedium schlechthin ist. Also wenn mich Leute fragen, was eigentlich der Nachfolger der Compact Kasette oder auch CD-Audio ist, würde ich auch sagen eigentlich die SD Karte. Das ist so am ehesten das mehrheitsfähige, Speichermedium, [...]“ (Lainer 2009, Anhang I)

Hinzu kommt, dass es sich hierbei nicht um Datenträger handelt, welche ausschließlich für den Audibereich gedacht sind. Das bedeutet, dass auch die Produktion von Fotokameras, Handys, etc. ebenso Auswirkungen auf die Produktion von Audiogeräten hat. Mit Einbeziehen dieser Tatsache liegt die SD Karte aufgrund ihrer Größe und trotzdem hohen Speicherkapazität klar im Vorteil. Ing. Lessnig vom ORF betont weiters, dass die Art der Speicherkarte kein Kriterium bei der Auswahl und beim Kauf von Audiogeräten darstellt.

Aufgrund der wachsenden Speicherkapazitäten von den aktuellen Datenträgern, ist es auch möglich Schallinformationen in bester Qualität zu speichern. Der verwendete Qualitätsstandard hängt von der weiteren Verarbeitung ab. Wird zum Beispiel für ein Archiv produziert, wie es bei der Österreichischen Mediathek (OeM) der Fall ist, wird im BWF Format mit 96kHz und 24Bit aufgenommen, um von Anfang an die bestmögliche Qualität verfügbar zu haben. Begründet ist dies darin, dass davon ausgegangen wird, dass diese Daten immer wieder in ein anderes Format umgerechnet werden, je nach aktuellem Standard. Ein verlustfreies Format ist demnach Grundvoraussetzung. Beim Hörfunk bietet sich da eine ganz andere Situation. Im Allgemeinen produzieren die Sender des Österreichischen Rundfunks im MPEG 1 Layer 2 Format. Dieses Format ist ein Vorgänger von MP3 und diesem deshalb sehr ähnlich. MP3 arbeitet jedoch etwas effizienter. Für den Bereich des Radios war und ist das MP2 Format mit 192 (bei Sprache und Interviews) oder 256kHz (bei Musik) als absolut befriedigend eingestuft worden. Weshalb im Hörfunk jedoch nicht unkomprimiert gearbeitet wird, hat einen einfachen Grund: *„[...]Lange Zeit war es die einzige Möglichkeit, um Radio mit diesen großen Daten, mit diesen großen Audionetzwerken überhaupt digital betreiben zu können. Hätten wir es auf WAV gemacht, hätten wir das am Anfang nicht gekonnt, weil die Festplatten zu klein waren, die Netzwerke waren zu langsam und der RAM-Speicher war zu teuer. Deswegen*

hat man es datenreduziert, damit sich das Ganze ausgeht, ohne dass es Kosten sprengt. [...]“ (Lainer 2009 Anhang I)

Eine Umstellung auf ein unkomprimiertes Format wie zum Beispiel WAV wäre theoretisch aufgrund des technischen Fortschritts möglich und denkbar, allerdings kommt mittlerweile ein Problem hinzu, welches gerade für den öffentlich-rechtlichen Rundfunk noch relativ „neu“ ist. Es ist kaum finanzierbar. Linear zu spielen, würde allerdings Vorteile für einen Radiosender bringen. An erster Stelle steht natürlich die verbesserte Audioqualität, die einem Sender wieder ein besseres und sauberes Klangbild verleiht. Des Weiteren müssten die Daten nicht extra datenreduziert werden, was wiederum Zeit spart. Dieser schönere Klang und die bessere Qualität bei einem unkomprimierten Format ist bei Ö1 hingegen aller anderen Sender beim ORF Grundvoraussetzung. Dort wurde erst dann auf die Digitaltechnik aufgerüstet, als es möglich war in einem verlustfreien Format wie WAV zu senden. Genau an diesem Punkt wird deutlich, dass die Verwendung eines mobilen Audiogerätes immer davon abhängig ist, wofür die aufgenommenen Audioinformationen bestimmt sind. Somit ist der Einsatz eines Tonmeisters bei Ö1 durchaus noch sinnvoll, da die Schallaufzeichnungen so professionell wie nur möglich klingen sollen. Denn von der Audioqualität her stehen wir derzeit so zu sagen auf dem Toplevel. Ein Schallsignal kann quasi 1:1 abgebildet werden. Diese Tatsache kommt vor allem auch der Filmindustrie und Archiven zugute. Auch wenn die Möglichkeiten der Abtastung und Quantisierung steigen, ist es schwierig zu behaupten, dass man irgendwann die Grenze überschreitet. Doch an diesem Punkt darf man nicht nur an die Aufnahme und an das, was man hört, denken, sondern an die Weiterverarbeitung. Umso genauere Werte man von einem Signal hat, umso genauer und feiner kann man dieses dann auch mit Filtern und ähnlichem verarbeiten. Diese hohe Qualität ist jedoch nur sinnvoll, wenn es auf die dementsprechende Zielgruppe trifft. So kann eine Aufnahme, die zum Beispiel mit einem Edirol und dessen internem Mikrofon im Freien im Sturm aufgenommen wurde und dementsprechend viel Rauschen und Störgeräusche enthält, die Aufmerksamkeit des Zuhörers mehr erregen, als eine saubere hochqualitative Aufzeichnung. Denn bei Ö3 zum Beispiel geht es um Aktualität und das bedeutet, dass keine Zeit bleibt für die dementsprechende Nachbearbeitung. Diese Skalierung gibt es erst seit der „Einführung“ der Digitaltechnik.

4.3 Unterschiede zwischen mobilen Audiorecordern

Wie bereits durch die schon erwähnten Erkenntnisse deutlich geworden ist, hängen die Auswahl und der Kauf des Gerätes stark davon ab, wofür es eingesetzt wird und welche Audioqualität verlangt wird. Doch genau diese Tatsache macht es nicht einfach, noch zwischen den so genannten professionellen und den Consumer-Geräten zu unterscheiden. Man könnte sagen, dass sich derzeit drei unterschiedliche Gruppierungen

von Audiogeräten auf dem Markt befinden. Zum einen gibt es noch den professionellen Recorder, dann die Prosumer und die Consumer-Klasse. Mit dem Wort „Prosumer“ ist eine Mischung aus Profi- und Consumer-Produkt gemeint. Somit sind Geräte dieser Gattung wohl die am beliebtesten. Doch worin liegt der Unterschied? Betrachtet man vorerst nur einmal den professionellen Bereich, ist die erste sofort erkennbare Differenz der Preis. Die „paar“ tausend Euro mehr haben dennoch ihre Begründung. Zum einen sind Profi-Produkte viel robuster gebaut. Sie besitzen ein festeres Gehäuse, da andere Werkstoffe dafür verwendet werden wie zum Beispiel Aluminium, und stabilere Metallpotentiometer. Größere und ausführliche Anzeigen, professionelle Vorverstärker, die Schnittstellenausstattung und die Anzahl der Ein- und Ausgänge geben weitere Hinweise darauf, ob es sich um ein professionelles Gerät handelt. Ein Vorverstärker dieser Kategorie sollte so zwischen 60dB und 80dB sauber linear verstärken können. Natürlich hängt das jedoch von der Anwendung ab. Als „Profi-Schnittstelle“ gilt auf jeden Fall XLR, nicht zuletzt wegen der Robustheit, der Möglichkeit der Verriegelung und der symmetrischen Übertragung. Ein Mikrofon kann mit einer solchen Schnittstelle einfach und ohne Adapter angesteckt werden. Ein professionelles Gerät sollte weiters hitze- und kältefest sein. Da Audiorecorder dieser Art unter anderem auch bei Filmaufnahmen verwendet werden, muss er den Temperaturen standhalten können, egal wo sich der Drehort befindet. Und als letzte hier erwähnte Eigenschaft muss ein derartiges Gerät eine längere Lebensdauer aufweisen, nicht wie es bei Prosumer-Geräten der Fall ist. Diese gelten teilweise fast schon als „Verschleißteil“. Denn nach 2 oder 3 Jahren rechnet man bei starkem Gebrauch damit, dass es kaputt geht. Da sich eine Reparatur dafür meist nicht bezahlt macht, kauft man gleich das Nachfolgeprodukt. Der Unterschied zu den professionellen Recordern liegt allerdings längst nicht mehr in der Audioqualität. Selbst bei Prosumer-Geräten ist meist schon eine lineare Aufnahme mit hohen Samplefrequenzen und Quantisierungsstufen möglich. Schlechtere Vorverstärker und keine XLR- sondern Klinkenanschlüsse werden bei dieser Produktgruppe eingebaut, da das Kosten spart. Dennoch unterscheiden sie sich von den Consumer-Geräten darin, dass sie ein etwas robusteres Gehäuse haben, größere Tasten und technisch doch etwas sauberere Grundwerte liefern. Gerade bei diesem Aspekt ist es interessant den Hörfunkbereich zu betrachten. Denn wie es auch zum Beispiel bei Filmproduktionsfirmen bzw. Tonstudios der Fall ist, zählt der Hörfunk zum professionellen Audiobereich. Trotzdem greifen sie nicht mehr auf das Beste von den besten Herstellern zurück, nur dort, wo es auch notwendig ist. Für einen Redakteur, der eine Pressekonferenz, ein Interview oder Ähnliches aufzeichnet, muss es nicht ein derartiger Recorder sein. Es genügt ein halbwegs stabiles und leicht zu bedienendes Gerät. Das spart Kosten und hat auch viel leichter in der Handtasche Platz. Außerdem müsste man für ein bisschen mehr Qualität viel mehr Geld ausgeben. Aber wie schon erwähnt können Prosumer-Produkte eine ebenso gute Audioqualität liefern, da die aktuellen Wandler alle schon ziemlich ähnlich sind und somit Kriterien wie Signal-Rausch-Abstand, Klirrfaktor oder dergleichen

auch kein Kriterium beim Kauf des Produktes mehr sind. Zudem sind Geräte des Prosumer-Bereichs oft mit einem internen Mikrofon versehen. Das macht es noch kompakter und liefert oft sehr gute Ergebnisse. In dieser Hinsicht ist es dann auch akzeptabel, dass das Gerät keinen XLR-Anschluss besitzt.

Aufgrund all dieser Tatsachen ist es nur verständlich, dass es sich für einen Gerätehersteller kaum mehr auszahlt, Recorder für den professionellen Bereich herzustellen. Die Zielgruppe ist einfach massiv geschrumpft. Aus diesem Grund sind auch die so genannten Prosumer-Produkte am Markt entstanden. Denn beim Kauf eines Audiorecorders geht man heutzutage meist längst nicht mehr so vor, indem man das Beste und Teuerste kauft. Es wird abgewogen, für welchen Zweck es verwendet und gebraucht wird. Anschließend versucht man, das Gerät dafür mit dem besten Preis-Leistungsverhältnis zu bekommen. Sogar für öffentlich-rechtliche Rundfunkanstalten sind die Kosten plötzlich ein sehr wesentlicher Faktor geworden.

„[...] Im Moment ist es wirklich so ein Paradigmenwechsel weg von dem super, teuren Gerät, was man einmal kauft und das hat man die nächsten 15, 20 Jahre hin zu einem sich sehr schnell veränderndem Geräteaussehen und –funktionalität und dafür muss man halt laufend testen und alle 2 Jahre neue Gerätetypen kaufen. Die sind aber in Relation auch viel günstiger. [...]“ (Lainer 2009, Anhang I)

Nun ist es viel einfacher, sich ein Bild über die in Kapitel 3 (S. 39) aufgelisteten Geräte zu machen. Der Cantar-X2 von Aaton kann eindeutig als professionelles Gerät eingestuft werden. Bei diesem Gerät klingt auch der Vorverstärker um mindestens 3 Klassen besser gegenüber Geräten der Prosumer-Klasse. Das aufgenommene Signal ähnelt dem Original schon sehr stark und hat noch dazu einen sauberen und transparenten Klang. Den Eigenschaften vom Cantar-X2 entspricht auch der Preis. Dessen Vorgänger – Cantar-X – wird auch im Österreichischen Rundfunk verwendet. Dieses Gerät fällt dann eher in die Kategorie „Tonmeister-Anwendung“. Ebenso verhält es sich auch mit dem Edirol R-4. Dieses ist vom Preis her jedoch viel günstiger. Da das Cantar-X2 jedoch ein Musterbeispiel an Professionalität darstellt, kann hier nur schwer verglichen werden. Das Edirol R-4 von Roland ist sicher weit aus weniger stabil gebaut, liefert aber hervorragende Ergebnisse. Auch die Tatsache, dass es weniger Anschlüsse hat und „nur“ 4 und nicht 8 Spuren verwerten kann, erklärt zum Teil den Preisunterschied zum Cantar-X2. Eventuell kann man aber behaupten, dass es sich aufgrund seiner Eigenschaften eher im gehobenen Bereich der Prosumer-Geräte befindet. Die Grenze verschwimmt immer mehr. Der Fostex FR-2 und Fostex PD-6 sind jedoch als Profigeräte zu sehen. Auch dies sind Recorder, welche eines Tonmeisters bedürfen. Diese Tatsache ist allein schon optisch erkennbar. Bei so vielen Knöpfen würde es einem Journalisten zum Beispiel schwer fallen, dieses Gerät zu bedienen. Beim ORF wird unter anderem gerne der Fostex PD-6

eingesetzt vor allem wegen der Zeitcodesynchronisation mit einer Videokamera. Von beiden Produkten gibt es jedoch schon Weiterentwicklungen, den Fostex FR-2LE und den Fostex PD-606. Gerade bei Letzterem sind mehr Spuren möglich und er besitzt ein HD/DVD-RAM Laufwerk.

Die Prosumer-Klasse sticht hier wohl hervor. Allen voran erfreut sich das Edirol R-1 von Roland sehr großer Beliebtheit. Auch im Österreichischen Rundfunk wird dieses Gerät gerne eingesetzt. Es gehört allerdings noch zu der zweiten Generation von Audiorecordern und wird mehr und mehr vom Edirol R-09 abgelöst. Letzteres arbeitet bereits mit SD Karten. Beide liefern allerdings mit ihren intern eingebauten Mikrofonen gute Ergebnisse, zumindest was die Sprachaufnahme betrifft. Das Edirol R-09 ist allerdings von der Bauform her kompakter und liegt deshalb besser in der Hand als das R-1. Sehr auffallend und praktisch sind die leuchtenden Record-Knöpfe bei beiden Editionen. Somit ist sofort klar, ob das Gerät aufnimmt oder nicht. Mit ihren großen Druckknöpfen lassen sich beide auch mit Winterhandschuhen im Freien bedienen. Der einzige Nachteil an beiden Geräten ist, dass keine Phantomspeisung vorhanden ist, was mitunter sehr unpraktisch sein kann. Als Prosumer-Recorder ist auch das HHB DRM85 FlashMikrofon zu sehen. Der ORF war einer der ersten Kunden, die dieses Produkt gekauft haben. Mittlerweile wurden schon zirka 10 000 Stück weltweit verkauft. Auch beim ORF wächst die Beliebtheit dieses Gerätes. Das hat seinen Grund. Schon optisch ist erkennbar, dass es eine ganz andere Art von Audiorecordern darstellt. Man kann sagen, es ist ein Mikrofon mit einer Aufnahmefunktion. Dennoch ist zu beachten, dass in diesem Fall die Knöpfe sehr klein sind. Das betrifft auch das kleine Rädchen am unteren Ende des Gerätes. Damit lassen sich unterschiedlichste Einstellungen vornehmen. Für den Gebrauch mit Winterhandschuhen stellt die Bedienung ein Problem dar. Dennoch sieht Ing. Lessnig vom ORF dieses Produkt als Zukunftsgerät an. Der M-Audio Microtrack II Recorder hingegen besitzt wieder große Bedienknöpfe. Mit einem sehr handlichen Design und sogar einer Phantomspeisung liegt es auch absolut in der Prosumer-Klasse. Der Maycom Handheld Recorder war der erste Audiorecorder beim Österreichischen Rundfunk und trug dort den Namen „Rasierer“ aufgrund seines Designs. Dieser wird auch heute noch bei FM4 eingesetzt. Auch der Tascam HD-P2 kann als Prosumergerät eingestuft werden. Auffallend ist hier, dass ein Firewire-Anschluss und nicht ein USB-Anschluss verwendet wird. Das liegt wohl daran, dass es sich dabei um eine amerikanische Entwicklung handelt, die für eine Zielgruppe von Apple-Usern herstellt. Diese Art von Rechnern hat standardmäßig Firewire-Ports, während in Europa so gut wie jeder PC mit USB-Anschlüssen arbeitet. Die Produktgruppe von der Firma Marantz stellt eher noch die etwas professionellere Klasse des Prosumer-Bereiches dar. Die sind noch in einer Preiskategorie, die noch keine Rahmen sprengt. Man kann behaupten, dass hier der Tonmeister zumindest noch annähernd das Gefühl hat, etwas in der Hand zu haben. Die XLR-Anschlüsse zeugen auch von mehr Professionalität. Ein großer Nachteil beim

PMD660 stellt der Regler für die Pegelinstellungen des Signals dar. Dieser kann sehr leicht verstellt werden. Befindet man sich demnach im Außeneinsatz bei einer Meinungsumfrage und man ist in Eile, kommt man sehr leicht an diesen Regler an, verstellt ihn unbeabsichtigt und die Aufnahme ist nur noch leise bis gar nicht mehr hörbar. Der Mayah FM001 Flashman kommt zwar beim ORF noch zum Einsatz, wird aber nach und nach vom HHB DRM85 abgelöst. Dieses Gerät besitzt allerdings noch einen professionellen XLR-Anschluss und sogar eine Phantomspeisung. Obwohl sie beim ORF so zu sagen auslaufen, kann es durchaus sein, dass diese in naher Zukunft wieder verstärkt eingesetzt werden. Der Nachfolger dieses Gerätes – der Flashman II – besitzt vergleichsweise sogar schon eine WLAN, UMTS und Ethernetfunktion. Es ist demnach schon fast schwer zu beurteilen, was es genau ist: Ein Handy mit Aufnahmefunktion oder ein Audiorecorder mit Handyfunktionen? Obwohl sich gewisse Geräte beim ORF bewährt und durchgesetzt haben, gibt es seitens der Landesstudios oftmals „Extrawünsche“. Das Landesstudio in Kärnten zum Beispiel hat extra den Wunsch nach dem Nagra ARES-M Handheld geäußert. Nagra Tonbandgeräte kamen früher beim Österreichischen Rundfunk zum Einsatz. Auffallend beim ARES-M ist, dass es lediglich einen eingebauten Speicher hat. Sollte es einmal der Fall sein, dass der Speicher voll ist, wird extra ein Computer benötigt, um die Daten überspielen zu können. Bei einer Speicherkarte jedoch kann diese rasch und einfach ausgewechselt werden. Weiters ist dieser Recorder speziell für Radioanwendungen entwickelt worden, was die Zielgruppe gegenüber einem Edirol – nur um ein Beispiel zu nennen – einschränkt. Der hohe Preisunterschied lässt sich wohl durch den Namen „Nagra“ erklären. Ob das wirklich gerechtfertigt ist, sei jedem selbst überlassen. Zu den derzeit (Stand: 27.01.2009) sehr gut verkauften mobilen Audiorecordern zählen unter anderen Olympus LS-10, Tascam DR-1 und der Zoom H4. Interessant dabei ist, dass sogar Firmen wie Olympus, die eigentlich eher auf Video- und Fotoprodukte spezialisiert sind, auch Audiorecorder entwickeln. Für den Hörfunkbereich ist es jedoch schon „zu kompakt“. Gerade wenn man in Eile ist, was bei einer Reportage häufig vorkommt, wird es unter Umständen mühsam, die kleinen Tasten zu betätigen. Man könnte dieses Gerät demnach eher in die Konsumer-Kategorie einteilen. Hier zeigt sich, dass, durch die große Vielfalt an Audiogeräten, die derzeit am Markt existieren, es schwierig ist, zu sagen, welches das derzeit beste Gerät am Markt ist. Denn die Geräte der Prosumer- und Konsumer-Klasse sind sich in der heutigen Zeit alle sehr ähnlich. Es muss daher jeder selbst wissen, wofür das Produkt verwendet wird und welche Eigenschaften einem wichtig sind bzw. welche man bevorzugt. Das Einzige, worauf man eventuell hinweisen kann, ist, dass wenn der Audiorecorder halbwegs von einem Hersteller mit einem Namen kommt, kann es auch sein, dass diese Geräte dann vielleicht doch etwas besser in der Robustheit oder in den technischen Ausführungen sind. Trotz der Vielfalt gibt es oft nicht genau das Gerät, was gewünscht ist:

„[...] Bei dem FlashMikrofon kannst du einstellen: Eine Automatikfunktion, also AGC, oder händisch aussteuern. Ich will eine dritte Funktion haben, wenn er eh schon eine Automatik drinnen hat, will ich einen Limiter drinnen haben. Für mich ist der Limiter viel wichtiger als die Automatikfunktion. Es ist besser einen mittleren Pegel einzustellen und mit einem Limiter hineinzufahren, wie eine Automatik, die nachzieht. [...] Egal, welches Interview sie sich anhören, sie können sofort herausfinden, ob der mit Automatik aufgenommen hat. [...] Das Interview, das mit Automatik aufgenommen wird, ist nicht brauchbar. Das ist das, was für mich ganz wichtig ist. [...]“ (Lessnig 2009, Anhang I)

„[...] Aber nach wie vor finde ich keine Hersteller, der exakt das Gerät baut, das ich gerne hätte. Nämlich so um die 2000, 3000 Euro mit doch einem großen, griffigen, guten Gehäuse usw. mit nicht nur einer SD Karte sondern 2 damit man unterbrechungsfrei aufnehmen kann falls einem die SD Karte ausgeht usw. spritzwassergeschützt, größere Tasten, gute Vorverstärker, [...] eine kleine Mischfunktion drauf.“ (Lainer 2009, Anhang I)

Der eingebaute Mischer sollte in der Lage sein, bei einem aufgenommenen Stereosignal den linken und den rechten Kanal in die Mitte zu legen. Angenommen man führt ein Interview durch, möchte man nicht eine Person links und die andere rechts hören. Eine Mischerfunktion sollte ermöglichen, beide in der Mitte erscheinen zu lassen. Aber derzeit existiert kein Gerät, welches einen integrierten Mischer besitzt und nicht gleich finanzielle Rahmen sprengt. Auf einigen Geräten sind jedoch Effekte zu finden. Hier ist man sich einig, dass diese im Bereich des Hörfunks, wo die Prosumer-Geräte überwiegen, sehr unerwünscht sind. Ein Effekt könnte unbeabsichtigt aktiviert werden und die Aufnahme ist somit nicht mehr brauchbar. Umso weniger einzustellen ist, umso besser ist das oft für den Journalisten, da, wie schon erwähnt, kein Tontechniker mehr dabei ist, welcher sich ausschließlich mit den technischen Gegebenheiten beschäftigt und sich auch damit ausgezeichnet auskennt. Diese Effekteinstellungen können wohl eher als „Spielerei“ betrachtet werden, aber professionell wirkt das Audiosignal dann meistens nicht mehr. Auch bei Profigeräten sind Effekte wie Equalizer, Reverb, etc. am Gerät nicht nötig. Der Grund liegt darin, dass der ausgebildete Tontechniker sich ein externes Gerät anschließen wird, wenn ein Effekt bei der Aufnahme gebraucht wird, da diese meist qualitativ bessere Ergebnisse liefern.

4.4 Zukunftsaussichten

Wirft man einen Blick in die Zukunft der mobilen Audiospeicher, liegt es durchaus im Bereich des Möglichen, dass auch hier die holografische Speichertechnik Einfluss haben wird. Mit höherer Speicherkapazität und längerer Lebensdauer klingt diese Technologie sehr hoffnungsvoll. Dennoch verbreiten sich Zweifel:

„[...] Ich glaube, dass es technisch nicht so schwer wäre, einen Träger herzustellen, der wirklich lange hält. Ich glaube, dass die Kurzlebigkeit künstlich geschaffen wird, rein aus marktstrategischen Gründen. [...]“ (Lewetz 2009, Anhang I)

Die Skepsis gegenüber holografischen Speichern liegt demnach nicht in der Technologie selbst, sondern in der Wirtschaftslage. Beginnen die unterschiedlichen Firmen damit, Produkte in diesem Bereich herzustellen, wird wahrscheinlich, so wie es bisher immer der Fall war, ein starker Konkurrenzkampf entstehen. Dann geht es oft nur noch darum, der Führende am Markt zu sein und nicht das Beste aus der Technologie heraus zu holen.

Weiter spannend bleibt es bei der Entwicklung „Internet vs. Festspeicher“. Selbst im Hörfunk ist es bereits der Fall, dass die Alben der einzelnen Künstler nicht mehr auf einer CD zugeschickt werden. Die Daten stehen im Internet bereit und können auch unkomprimiert herunter geladen werden. Dennoch ist auch für die Zukunft nicht auszuschließen, dass es nicht auch weiterhin irgendeine Art von Griffigkeit geben muss. Die Visionen reichen sogar bis zur Einpflanzung von Mediengeräten in den menschlichen Körper. Bedenkt man, dass in der Gegenwart so und so fast jeder ein Handy mit sich trägt, liegt dies durchaus im Bereich des Möglichen. Was jedoch tatsächlich in der mobilen Audiospeichertechnik neu- oder weiterentwickelt wird, bleibt abzuwarten.

5 Fazit

Die moderne mobile Audiospeichertechnik hat sich in den letzten 10 bis 20 Jahren sehr verändert. Dies betrifft sowohl die Recorder als auch die Datenträger. Durch diese Entwicklung ist auch die Grenze zwischen professionellem und Konsumer-Gerät viel mehr verschwommen. Es fällt zunehmend schwerer, ein Produkt in eine Kategorie einzuordnen. Ein Kriterium, auf welches früher das Hauptaugenmerk gelegt worden ist, ist die aufgenommene Tonqualität. Selbst da sind wir in der heutigen Zeit auf einem Level, wo man unkomprimierte Aufzeichnungen in guter Qualität mit Konsumer-Geräten durchführen kann. Des Weiteren ist zu beobachten, dass der Bereich Audio und Video, egal ob es sich um Film oder um Fotografie handelt, immer mehr Auswirkungen aufeinander haben und noch dazu sehr von der Handyentwicklung beeinflusst werden. Denn die Datenträger werden längst nicht mehr nur für einen Bereich hergestellt, sondern sind eigentlich „universal“ einsetzbar. Interessant zu beobachten ist auch, dass es nicht mehr nur darum geht, was eine (neue) Technik kann oder was damit möglich ist, es spielt auch großteils eine Rolle, wie sich der Wettbewerb der einzelnen Firmen entwickelt. Darum ist es bei dieser großen Vielfalt an mobilen Audiogeräten auch kaum mehr möglich zu sagen, welches Gerät derzeit den Spitzenreiter darstellt. Es geht oft nur darum, wie günstig man herstellen kann und somit gibt es nicht mehr *den* Recorder, der sich großer Beliebtheit erfreut, sondern es gibt mehrere davon. Es kann nur noch subjektiv entschieden werden, wofür man was braucht und was man an einem Gerät bevorzugt. Aber von der Qualität her sind die Unterschiede in der Zwischenzeit sehr gering geworden.

Anhang

Anhang A: Literaturverzeichnis

- Bruns, K. et al. (2005): Taschenbuch der Medieninformatik. Leipzig: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag München Wien
- Dickreiter, M. (1997): Handbuch der Tonstudioteknik Band 2, 6. Auflage. München: K.G. Saur Verlag
- Friesecke, A. (2007): Die Audio-Enzyklopädie. München: K.G. Saur Verlag
- Raffaseder, H. (2002): Audiodesign. Leipzig: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag
- Schmidt, U. (2003): Professionelle Videotechnik, 3. Auflage. Berlin: Springer Verlag
- Zollner, M. et al. (1993): Elektroakustik, 3. Auflage. Berlin-Heidelberg: Springer Verlag
- Zölzer, U. (2005): Digitale Audiosignalverarbeitung, 3. Auflage. Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag

Anhang B: Quellenabgaben aus dem Internet

- Warner Music Inc., (22.12.2008): Music Video Interactive, www.mvimusic.com/
- Dax, P. (22.12.2008): Futurezone@ORF.at, futurezone.orf.at/
- Autor unbekannt (27.12.2008): Minidiscforum, www.minidiscforum.de/forum/
- Woudenberg, E. (27.12.2008): The MiniDisc Community Portal www.minidisc.org
- Sony Corporation (27.12.2008): Sony, www.sony.net/
- Branch, R. (28.12.2008): Sony Electronics: News & Information, news.sel.sony.com/
- CFA (30.12.2008): CompactFlash Association, www.compactflash.org
- SD Association (30.12.2008): SD Association, www.sdcard.org/
- Der Standard (22.09.2008): Der Standard, derstandard.at/
- SanDisc Corporation (10.01.2009): SlotMusic – Beyond Music, www.slotmusic.org
- Taylor, A. (10.01.2009): Register Hardware, www.reghardware.co.uk/
- Schade, Ch. (30.12.2008): Hardware Aktuell, www.hardware-aktuell.com/
- InPhase Technologies Inc. (11.01.2009): Innovations in holographic storage, www.inphase-technologies.com/
- HSD Forum (12.01.2009): Holography System Development Forum, www.hvd-forum.org/
- Roland Corporation (12.01.2009): Roland – We design the Future, www.roland.com/
- Fostex Company (12.01.2009): Fostex – Broadcast, Film and professional Audio, www.fostexinternational.com
- Avid Technology, Inc. (12.01.2009): M-Audio, www.m-audio.com/
- TASCAM (13.01.2009): TASCAM – TEAC Professional, www.tascam.com
- Sound Service GmbH (13.01.2009): Sound Service – European Music Distribution, www.sound-service.eu/
- Roland Corporation (17.01.2009): Edirol by Roland, www.edirol.net

Olympus (17.01.2009): Olympus, <http://www.olympus.de/>
Maycom (21.01.2009): Maycom Audio Systems, www.maycom.nl
D&M Professional (21.01.2009): D&M Professional, www.d-mpro.eu.com/
Aaton S.A. (21.01.2009): Aaton, www.aaton.com/
HHB Communications Ltd. (21.01.2009): HHB First We Listen, www.hhb.co.uk
Mayah Communications GmbH (21.01.2009): Neuerdings, neuerdings.com
Kudelski Group Company (21.01.2009): Nagra, www.nagraaudio.com
Landesakademie für Fortbildung und Personalentwicklung an Schulen (06.01.2009):
LehrerInnen Fortbildungsserver, lehrerfortbildung-bw.de
Interactive Media System Group (06.01.2009): Technische Universität,
www.ims.tuwien.ac.at
Ziegenfeuter, M. (06.01.2009): mp2.de, www.mp2.de
Kingmax Digital Inc. (31.01.2009): Amilda, downloads.amilda.org
SanDisk Corporation (30.01.2009): SanDisk, www.sandisk.com

Anhang C: Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Prinzip des digitalen Übertragungsweges (Quelle: Dickreiter, S. 270)
- Abbildung 2: Spektrum eines korrekt abgetasteten Signals (Quelle: Dickreiter, S. 278)
- Abbildung 3: Aliasing – Spektrum eines unterabgetasteten Signals
(Quelle: Dickreiter, S. 279)
- Abbildung 4: Abtastung und Quantisierung eines analogen Signals
(Quelle: Friesecke, S. 507)
- Abbildung 5: Schriftarten der Schallplatte (Quelle: Zollner, Elektroakustik, 3. Aufl., S. 308)
- Abbildung 6: Verschiedene Rillenformen
(Quelle: Dickreiter, Handbuch d. Tonstudioteknik, S. 61)
- Abbildung 7: RIAA-Kennlinie (Quelle: Friesecke, Enzyklopädie, S. 590)
- Abbildung 8: Skizze der Köpfe (Quelle: Friesecke, S. 598)
- Abbildung 9: Aufnahme auf ein Tonband (Quelle: Friesecke, S. 603)
- Abbildung 10: Brechung des Lichts (Quelle: Friesecke, S. 634)
- Abbildung 11: Layer einer SACD (Quelle: Zölzer, S. 15)
- Abbildung 12: CompactFlash
(Quelle: <http://www.xtivate.de/pls/start.pl?202907&ls=preisroboter>, 30.12.2008)
- Abbildung 13: Prinzip einer CompactFlash Karte
(Quelle: www.sandisk.com/Assets/File/OEM/Manuals/OEMCFlashPMv12.0.pdf, 30.01.2009)
- Abbildung 14: SD-Speicherkarten
(Quelle: <http://www.onlinememory.co.uk/images/sd22.gif>, 30.12.2008)
- Abbildung 15: Blockschaltbild einer SD Karte
(Quelle: <http://downloads.amilda.org/MODs/SDCard/SD.pdf>, 31.01.2009)
- Abbildung 16: Aufnahme der Daten
(Quelle: www.inphase-technologies.com/downloads/pdf/technology/holoBasics.pdf, 31.01.2009)
- Abbildung 17: Lesen der Daten
(Quelle: www.inphase-technologies.com/downloads/pdf/technology/holoBasics.pdf, 31.01.2009)
- Abbildung 18: TapestryTM300r
(Quelle: www.inphase-technologies.com/products/media.asp?subn=3_2, 24.01.09)
- Abbildung 19: Cantar-X2
(Quelle: http://www.aaton.com/images/cantar_2007-03_tigre_full.jpg, 21.01.2009)
- Abbildung 20: Edirol R-1
(Quelle: <http://www.roland.com/products/en/R-1/specs.html>, 12.01.2009)
- Abbildung 21: Edirol R-4
(Quelle: <http://www.roland.com/products/en/R-4/specs.html>, 12.01.2009)
- Abbildung 22: Edirol R-09 HR
(Quelle: <http://blog.cross.com.au/images/edirol-r09-3.jpg>, 16.01.2009)

Abbildung 23: Fostex FR-II

(Quelle: http://www.fostexinternational.com/docs/pro_products/fr2.shtml, 12.01.2009)

Abbildung 24: Fostex PD-6

(Quelle: www.fostexinternational.com/docs/pro_products/pd6.shtml, 21.01.2009)

Abbildung 25: HHB DRM85

(Quelle: www.hhb.co.uk/flashmic/press/media/brochures/FLASHMIC16306.pdf, 21.01.2009)

Abbildung 26: M-Audio Microtrack II

(Quelle: www.m-audio.com/images/global/media_hqpics/microtrack2-hero1.jpg, 12.01.2009)

Abbildung 27: Marantz PMD670

(Quelle: www.d-mpro.eu.com/bigimg.php?Pid=26&bild_nr=1&lang=eng, 21.01.2009)

Abbildung 28: Marantz PMD660

(Quelle: http://www.d-mpro.eu.com/datadir/big/1_big_PMD660_1_0.jpg, 21.01.2009)

Abbildung 29: Marantz PMD671

(Quelle: http://www.d-mpro.eu.com/datadir/big/1_big_PMD671_1_0.jpg, 21.01.2009)

Abbildung 30: Mayah Flashman

(Quelle: neuerdings.com/wp-content/uploads/2007/12/flashman_d.pdf, 21.01.2009)

Abbildung 31: Maycom Handheld Recorder

(Quelle: <http://www.maycom.nl/main.html>, 21.01.2009)

Abbildung 32: Nagra ARES-M

(Quelle: www.nagraaudio.com/pro/images/AresMPreRecVertical.jpg, 21.01.2009)

Abbildung 33: Olympus LS-10

(Quelle: www.olympus.de/diktiergeraete/digitale_rekorder_ls-10_6403_digitale_rekorder_technische_daten_6413.htm, 17.01.2009)

Abbildung 34: Tascam TR-1

(Quelle: <http://www.tascam.com/products/dr-1;9,12,3594,16.html>, 18.01.2009)

Abbildung 35: Tascam HD-P2

(Quelle: <http://www.tascam.com/details;9,11,52,16.html>, 13.01.2009)

Abbildung 36: Zoom H4 Handy Recorder

(Quelle: http://www.sound-service.eu/texte/zoom/ZOOM_H4.htm, 13.01.2009)

Anhang D: Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Unterschiedliche Datenträger und deren Signal-Rausch-Abstand

(Quelle: Raffaseder S. 124)

Tabelle 2: Durchschnittliche Datenreduktion von MLP (Quelle: Friesecke, S. 553)

Tabelle 3: Verlustbehaftete vs. verlustfreie Dateiformate (Quelle: <http://lehrerfortbildung-bw.de/werkstatt/sound/formate/> &

<http://www.ims.tuwien.ac.at/research/projektxxiii/dokus/Audioformate.pdf> &

<http://www.mp2.de/audio-formate.html>, 06.01.2008)

Tabelle 4: Verschiedene Bandbreiten (Quelle: Friesecke, S. 599)

Tabelle 5: Frequenzbänder telecom c4 (Quelle: Friesecke, S. 621)

Tabelle 6: CD-Formate (Quelle: Friesecke, S. 630)

Tabelle 7: DVD-Arten (Quelle: Bruns, S. 118)

Tabelle 8: Vergleich von CD, SACD und DVD-A (Quelle: Zölzer, S. 15)

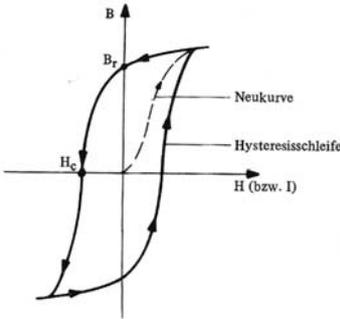
Tabelle 9: Übersicht über SD-Speicherkarten

(Quelle: <http://www.sdcard.org/developers/tech/>, 30.12.2008)

Tabelle 10: Pinbelegung einer SD Karte

(Quelle: <http://downloads.amilda.org/MODs/SDCard/SD.pdf>, 31.01.2009)

Anhang E: Glossar

AES/EBU	<p>Schnittstelle zur Übertragung von digitalen Audio- und Taktinformationen für den professionellen Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stecker: XLR - Wortbreite: 16-24Bit <p>(vgl. Friesecke 2007, S. 537)</p>
Cinch	<p>Unsymmetrisch; Gilt eher als unprofessionelle Steckverbindung, weil derartige Stecker u.a. keine Verriegelung besitzen und nicht sehr robust sind (vgl. Friesecke 2007 S. 286)</p>
Equalizer	<p>Zur Korrektur von Fehlern im Frequenzgang oder zur Änderung des Klanges eines Audiosignales</p> <p>(vgl. Friesecke 2007, S. 330)</p>
Galvanotechnik	<p>Durch Anlegen von Strom wird ein Metall mit einem anderen Metall beschichtet.</p>
Hystereseschleife	<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1; padding-left: 20px;"> <p>H ... Magnetische Feldstärke B ... Induktion</p> <p>Wird die Stromstärke erhöht, vergrößert sich proportional auch die magnetische Feldstärke. Ebenso steigt die Induktion (magnetische Flussdichte) an. (vgl. Dickreiter 1997, S. 4)</p> <p>Abb.-Quelle: Dickreiter 1997, S.5</p> </div> </div>
Kompressor	<p>Durch einen Kompressor kann die Dynamik eines Audiosignals angepasst werden. Der Unterschied zwischen lauten und leisen Pegeln wird verringert.</p> <p>(vgl. Friesecke 2007 S. 677)</p>
LEMO	<p>Ähnliche Eigenschaften wie XLR-Stecker, jedoch kleiner</p> <p>(vgl. Friesecke 2007, S. 289)</p>
LTC	<p>Die erste Timecode-Form (vgl. Schmidt 2003, S. 552)</p>
Phantomspeisung	<p>Zur Spannungsversorgung von Kondensatormikrofonen</p>
S/PDIF	<p>Schnittstelle zur Übertragung von digitalen Audio- und Taktinformationen für den Consumer-Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cinch oder Toslink - Wortbreite: 16 oder 24Bit <p>(vgl. Friesecke 2007, S. 537)</p>
Sample & Hold Stufe	<p>Abtast-Halte Stufe</p>

Samplingfrequenz	Abtastfrequenz, f_s
SMPTE	Zur Synchronisation von Bild und Tongeräten (vgl. Friesecke 2007 S. 729)
Toslink	Optische Steckverbindung
XLR	Symmetrisch; Gilt als professioneller und robuster Stecker mit 3 Anschlüssen (Masse, Hot, Cold); die Stecker besitzen eine Verriegelung und einen Massekontakt gegen Brummen und Knacksen (vgl. Friesecke 2007, S. 289)

Anhang F: Abkürzungsverzeichnis

µm	Mikrometer (10 ⁻⁶ m)
A/D Umwandlung	Analog/Digital Umwandlung
AAC	Advanced Audio Coding
ADPCM	Adaptive Differential Pulse Code Modulation
AES/EBU	Audio Engineering Society/European Broadcasting Union
AGC	Automatic Gain Control
AIFF	Audio Interchange File Format
ALC	Automatic Level Control
ATF	Automatic Track Finding
ATRAC	Adaptive Transform Acoustic Coding
BWF	Broadcast-Wave-Format
CD	Compact Disc
CF	Compact Flash
DAT	Digital Audio Tape
DCC	Digital Compact Cassette
DMM	Direct Metal Mastering
DRM	Digital Rights Management
DSD	Direct Stream Digital
DST	Direct Stream Transfer (Verlustloses Kompressionsverfahren)
DTS	Digital Theater Systems
DVD	Digital Versatile Disc
DWDD	Domain Wall Displacement Detection
EEC	Error Correcting Code
EFM	Eight-to-Fourteen Modulation
EQ	Equalizer
GB	Gigabyte
HVD	Holographic Versatile Disc
Hz	Hertz
ips	Inches per Second
kbps	Kilobit pro Sekunde
LTC	Longitudinal Timecode
MB	Megabyte
MD	MiniDisc
MLP	Meridian Lossless Packing
MP3	MPEG 1 Audio Layer 3
MPEG	Moving Picture Experts Group
MVI	Music Video Interactive
Pa	Pascal
PCM	Pulse Code Modulation

RIAA	Recording Industry Association of America
RM	Real Media
S/PDIF	Sony/Philips Digital Interface
SACD	Super Audio Compact Disc
SAR	Successiv Approximation Register
SD	Secure Digital
SDHC	Secure Digital High-Capacity
SLM	Spatial Light Modulator
SMPTE	Society of Motion Pictures and Television Engineers
SNR	Signal-Rausch-Abstand (Signal-to-Noise Ratio)
THD	Total Harmonic Distortion
USB	Universal Serial Bus
VBR	Variable Bitrate
WMA	Windows Media Audio

Anhang G: Inhalt der CD-ROM

- Abbildungen_Quellen
- Quellen_aus_dem_Internet
 - 1 - lehrerfortbildung-bw.de
 - 2 - www.ims.tuwien.ac.at
 - 3 - www.mp2.de
 - 4 - www.mvimusic.com
 - 5 - futurezone.orf.at
 - 6 - www.sony.net
 - 7 - news.sel.sony.com
 - 8 - www.minidisc.org
 - 9 - www.minidiscforum.de
 - 10 - www.compactflash.org
 - 11 - www.sdcard.org
 - 12 - derstandard.at
 - 13 - www.slotmusic.org
 - 14 - www.reghardware.co.uk
 - 15 - www.hardware-aktuell.com
 - 16 - www.inphase-technologies.com
 - 17 - www.hvd-forum.org
 - 18 - www.roland.com
 - 19 - www.fostexinternational.com
 - 20 - www.m-audio.com
 - 21 - www.tascam.com
 - 22 - www.sound-service.eu
 - 23 - www.thomann.de
 - 24 - www.edirol.net
 - 25 - www.olympus.de
 - 26 - www.maycom.nl
 - 27 - www.d-mpro.eu.com
 - 28 - www.aaton.com
 - 29 - www.hhb.co.uk
 - 30 - neuerdings.com
 - 31 - www.nagraaudio.com
 - 32 - www.sandisk.com
 - 33 - downloads.amilda.org
- Moderne mobile Audiospeicher.pdf

Anhang H: Interviews

Interview mit Mag. Hermann Lewetz von der Österreichischen Mediathek, am 14.01.2009

1. Die OeM sammelt publizierte Tonträger. Um welche Art von Tonträger handelt es sich dabei?

Wir haben sehr viel Schellacks. Wir haben sehr viele Tonbänder. Wir haben Audiokassetten, DATs, CDs, CD-ROMs, DVDs und ein paar DVD-ROMs, ein paar MiniDiscs. Im Videobereich haben wir VHS, U-matic, U-matic Low-Band, U-matic High-Band, U-matic SP. Wir haben ein paar Einzelbänder - wenige Gott sei Dank – Betacam SP, Digital Beta und DV: DV, DVCam – und jetzt auch ein bisschen HDV.

2. Sie sind jetzt zur Digitalisierung der gesammelten Tonträger übergegangen. Was war der Grund dafür?

Ich muss da jetzt einschränken, weil wir sind da nur im Audibereich übergegangen. Übergegangen sind wir aus der Notwendigkeit oder aus der Überzeugung, dass es die einzige Möglichkeit ist, um diese Daten, die Inhalte, die Aufnahmen irgendwie zu erhalten. Begonnen haben wir damit im Jahr 2000. Mit der Planung haben wir eigentlich 1999 begonnen und umgesetzt haben wir dann schon im Jahr 2000. Also seit Mitte 2000 haben wir eigentlich ein ziemlich komplettes System, das immer weiter verbessert und ausgebaut wurde. Das Problem liegt prinzipiell darin, dass einerseits die analogen teilweise Träger „verfallen“. Aber was noch viel schlimmer ist, dass die Maschinen, mit denen man sie abspielt, nicht mehr hergestellt werden und immer rarer werden. Und dabei meine ich jetzt nicht nur irgendwelche Maschinen, sondern natürlich Maschinen, die entsprechende Qualität haben. Ich meine irgendwo finde ich immer irgendeine Maschine für ein Tonband. Aber wir versuchen, es auf Maschinen abzuspielen, wo es möglichst professionell klingt, wo die Tonköpfe justiert werden können, damit man ein optimales Ergebnis erreicht. Und das wird langsam knapp, deswegen haben wir da schon begonnen. Wobei unsere Entscheidung zu diesem Zeitpunkt auch ein bisschen davon abhängig war, wir wollten ja gar nicht so federführend sein, wie wir es jetzt sind, sondern wir haben auf Konferenzen gehört, wir andere Institutionen da schon vorangeschritten sind, Konzepte hatten und angeblich schon losgelegt hatten und wir wollten da so in dem Strom mitschwimmen und haben beschlossen, jetzt schwimmen wir los. Dann haben wir einfach einen Schritt nach dem anderen geführt und haben irgendwann festgestellt, dass die anderen erstens ein bisschen Luft gepredigt haben bzw. auch wieder einen Schritt zurückgegangen sind und am Schluss waren wir dann eigentlich wieder relativ weit vorne.

3. Können Sie den Vorgang des Digitalisierens beschreiben? Was ist das Zielformat und worauf wird gespeichert?

Also auf der einen Seite ist einmal die Wiedergabe von dem jeweiligen Format – Tonband, Kasette, DAT, CD,... Das eine ist einmal, dass man versucht, das optimal zu machen bzw. die möglichen Fehler zu erkennen und auszumerzen und zu beheben. Jedes Format hat seine eigenen Schwächen und seine eigenen Stärken. Unser Zielformat ist ein Broadcast Wave Format mit 96kHz und 24Bit. Das war damals, als wir die Entscheidung getroffen haben – 1999 oder 2000 – noch sehr hoch gegriffen. Da gab es noch sehr wenige Wandler oder nur teure Wandler, die das konnten. Es gibt die AVA, das ist eine Vereinigung der audiovisuellen Archive, die haben „technical guides“ geschrieben, rausgebracht und 48kHz und 24Bit empfohlen. Mittlerweile ist das auch auf 96kHz angehoben worden. Der Vorteil ist natürlich der, dass man alle Formate irgendwie auf ein Format zusammenbringt. Das heißt, in der Zukunft muss ich nur noch ein Format pflegen. Weil wir gehen jetzt nicht davon aus, das Non-plus-ultra zu schaffen, das dann ewig hält – im Gegenteil. Es ist uns bewusst, dass im digitalen Bereich die Sachen noch viel kurzlebiger sind. Das Format weniger, das hält sich eigentlich schon sehr lange, aber auch das wird irgendwann auslaufen, wobei es noch nicht soweit ist. Das heißt, man muss dann von dem migrieren zum anderen. Das Konzept ist eben nicht, es auf einen Träger zu legen, wo es dann ewig besteht, sondern dass man es andauernd weitermigriert. Dazu ist die Bedingung, dass man es verlustfrei migrieren kann. Dazu ist wiederum die Bedingung, dass das Format ein unkomprimiertes ist oder zumindest lossless komprimiert. Ein MP3 zum Beispiel, das wunderbar klingt und fein ist, als Anhörkopie wunderbar ist. Aber wenn ich von dem wieder in ein anderes Format umrechne, wieder konvertiere, dann habe ich minimal, aber ich habe Verluste. Und wenn ich das oft genug mache, dann spür ich die auch. Und das ist einfach für ein Archiv – wir rechnen mit der Ewigkeit – das heißt die Häufigkeit dieser Migration geht gegen unendlich, das heißt ich visualisiere einen Totalverlust an. Deswegen ist ein Prinzip, dass wir keinen Verlust bei der Migration eingehen dürfen. Wir haben jetzt einen Verlust, vor allem beim Übertragen von analog in digital. Da gibt es von der Natur aus Verluste beim Übertragen von analogen Aufnahmen. Aber die muss man so klein wie möglich halten, indem man möglichst optimiert wiedergibt. Und wir kommen in ein Format, das wir ab dann verlustfrei weitermigrieren können. Das ist der Plan. Was uns leider zu viel häufigeren Migrationen zwingt, ist weniger das Format, da wir immer noch beim gleichen Format sind – Broadcast Wave, aber es sind die Träger. Wir haben begonnen mit einem Massenspeicher mit IT2-Kassetten – Magnetbandkassetten, also Millimeter-Kassetten eigentlich, kommen von der DAT Richtung. Die sind wunderbar von der Technik her. Wir haben mit den Bändern selbst eigentlich überhaupt keine Probleme, nur du brauchst dafür bestimmte Laufwerke, es ist leider nur von Sony. Wir haben damals auf Sony gesetzt, weil Sony eine soo große Firma ist, die so stabil ist und nicht gleich

eingehen wird, was auch stimmt. Sie ist noch nicht eingegangen. Aber was wir nicht bedacht haben, was wir damals nicht wissen konnten, war, dass Sony sehr leichtfertig mit seinen Entscheidungen umgeht. Also mittlerweile werden diese Laufwerke für Massenspeicher unterstützt von Sony. Das zwingt uns zum Beispiel jetzt im Moment wieder zu einer Migration zu einem anderen System. Am Anfang 2000 haben wir schon den ersten Massenspeicher bekommen und haben jetzt bereits unsere zweite Migration.

4. Wie viel Speicherplatz steht Ihnen da ungefähr zur Verfügung?

Wir haben begonnen mit 5TB, mittlerweile haben wir 60TB. Wobei der Grund für die erste Migration war reiner Platzmangel. Wir sind schneller gewachsen als gedacht und die Kiste war einfach voll. Die erste Kiste hat 17TB gefasst und wir haben bei 14TB beschlossen, nicht mehr zu erweitern, sondern eine größere Kiste zu nehmen. Theoretisch hätte sie noch Platz, aber aufgrund von Sony Aktionen, die wiederum Folgeaktionen hatten, sehen wir uns gezwungen, jetzt wieder zu migrieren.

5. Finden Sie die 96kHz übertrieben, wie es teilweise von Experten behauptet wird?

Nein, ich halte das absolut nicht für übertrieben. Es geht nicht um das, was man hört, sondern um das, wie man das Signal bearbeiten kann. Es ist lustigerweise die Vorgabe bei uns so – eigentlich ist das nicht auf unserem Mist gewachsen – dass je schlechter das analoge Material ist, desto höher die Auflösung. Je höher die Auflösung, desto besser kann man das Signal mit irgendwelchen Filtern bearbeiten. Da geht es nicht um den Bereich, den man hört, sondern um den Bereich, wo die Filter greifen können.

6. Sie verbessern auch teilweise die Aufnahmen.

Das geschieht aber nur in Kopie. Wir versuchen das Originalsignal so authentisch wie möglich zu erhalten/übertragen und dann davon bei gewissem Bedarf, wenn wir zum Beispiel selber was veröffentlichen im Internet,... - Die Schellacks zum Beispiel werden fast alle bearbeitet, weil die einfach alle so nicht gut anzuhören sind. Vor allem kommt ja noch dazu, dass wenn wir es ins Internet stellen, wird es wieder komprimiert. Das File, das man im Internet hat, ist ein komprimiertes Format. In der Kompression werden manche Synchen ganz deutlich. Also je reiner das Signal ist, desto besser und schöner wird die Kompression.

7. Ist das komprimierte Format im Internet ein MP3 Format?

Mittlerweile ist es MP3, das wir über Flash-Player abspielen. Flash-Player deshalb, weil wir einen sehr interaktiven Player auf unserer Website haben, wo man unten auf der Seite irgendwelche Sachen anklickt, die man hören möchte. In dem Player spielt

er das nicht nur ab, sondern man bekommt dazu ein bestimmtes Foto und auch einen Text dazu, eine Erläuterung. Um diese Interaktion leichter umsetzen zu können, haben wir uns für Flash entschieden.

8. Sie haben vorhin erwähnt, dass das digitale System immer wieder erneuert werden muss. Meinen Sie damit eher das Format?

Nein, im Moment noch nicht das Format, weil wir noch immer mit dem BWF wunderbar laufen. Das ist immer noch aktuell. Wir haben bereits unsere zweite Migration, aber nur, weil das System, das Gerät auf dem wir speichern obsolet wurde.

9. Mit welchen Geräten arbeiten Sie?

Also wir haben auf der einen Seite natürlich Abspielgeräte, Tonbandmaschinen, Kassettendecks,... Wir machen ja nicht Einzelbänder, sondern wir machen ziemliche Mengen. Dadurch unterscheiden wir uns zum Beispiel vom Programmarchiv. Das Programmarchiv macht es sehr wissenschaftlich, aber sehr wenig, aber dafür sehr genau, in Handarbeit. In der Art könnten wir das gar nicht machen, weil da bräuchten wir ungefähr zehn Mal so viele Leute. Unser Bestreben geht dahin, dass wir versuchen, annähernd die gleiche Qualität in „Fließbandarbeit“ zu machen. Ein Trick besteht darin, dass wir den Workflow geteilt haben, in Bereiche, die man automatisieren kann und Bereiche, die man nicht automatisieren kann, sprich, wo ein Mensch dran sitzen muss. Wenn man zum Beispiel Normalisieren muss – das ist ein Anheben des Signals auf einen Standardpegel – dauert das bei einem 1stündigen File, sag ich mal 20 Minuten. Damit da keiner davorsitzen muss und warten muss, bis der fertig normalisiert, haben wir zum Beispiel so einen Schritt ausgegliedert und der passiert quasi danach oder davor. Das heißt, der/die macht seine Arbeit, drückt das Knöpflein, dass der nächste Schritt weiter gehen kann und der ist dann automatisch. Und der kann dann was anderes machen. Das meine ich mit zerhacken des Workflows. Dadurch sparen wir nicht wirklich Zeit, die an dem File gearbeitet wird, aber Arbeitszeit von irgendwelchen Mitarbeitern, die dran sitzen. Das zweite ist, wir haben eine eigene Datenbank, die nur dafür da ist, diesen Workflow zu organisieren und zu verwalten. Die Arbeitsschritte werden dort verwaltet. Ich kann dort nachschauen, in welchem Schritt eine Aufnahme gerade ist, was schon gemacht ist, was noch nicht gemacht ist, wo es Probleme gibt, warum es Probleme gibt. Da sind überall Kommentarfelder zum Ausfüllen, wenn irgendwas Bestimmtes ist. Man hat auch die Möglichkeit, wenn man auf ein Problem stößt, dass ich zum Beispiel ein 4-Spur Band habe und die Maschine mit den Knöpfen dazu habe ich nicht zur Verfügung. Das merke ich erst, ab einer gewissen Phase der Evaluierung. Da muss ich das nicht zurücklegen und später wieder von vorne anfangen, sondern ich kann es genau da liegen lassen, bis ich die Maschine wieder zur Verfügung habe. So kann ich mich einer anderen Aufnahme widmen. Das spart auch Zeit. Das geht aber nur,

dadurch dass ich eine Datenbank habe, wo ich das verwalte, wo ich dann nachschauen kann, wie der Stand ist, wie der Status ist. Wir arbeiten mit einem System von NOA, das ist eine von den würde ich sagen großen Firmen, die Digitalisierungssysteme verkaufen. Da gibt es NOA und QUADRIGA. Quadriga ist deutsch, NOA ist – so würde ich sagen - hauptsächlich österreichisch. In Wirklichkeit ist es ein Konglomerat von glaub ich 3 Firmen, eine davon ist in Deutschland, eine in Österreich, die dritte weiß ich gar nicht. Massenspeicher ist wieder eine andere Geschichte, Katalog ist auch eine andere Geschichte. Also Katalog arbeiten wir mit DABIS, das ist eine österreichische Firma. Massenspeicher haben wir bis jetzt mit der Firma GRAU aus Deutschland gearbeitet. Was hier noch interessant ist: Ursprünglich, als wir das Ganze geplant haben, haben wir eigentlich angestrebt, eine Firma zu suchen, die uns das gesamte System hinstellt. Abgesehen davon, dass es das damals nicht gegeben hat, hat es natürlich ein paar Anbieter gegeben, die uns das entwickelt hätten oder gemeint haben, uns das zu entwickeln, die aber preislich jenseitig waren. Das war nicht drinnen. Im Endeffekt haben wir jetzt über die Jahre das gleiche bezahlt, aber ich fürchte wir hätten dann im Endeffekt noch mehr bezahlt. Wir haben uns dann dazu entschieden, ein Modulsystem anzuvisieren. Sprich, Digitalisierung bei dem, Kataloge von dem, Massenspeicher von dort und dann irgendwelche Verbindungen herzustellen. Eine Verbindung ist insofern notwendig, dass ich die Daten, die beim Digitalisieren entstehen, irgendwie in den Katalog kriege bzw. die Verknüpfungen, wo die Files dann liegen in den Massenspeichern, müssen dann in den Katalog eingetragen werden. Da kann man nicht alles händisch machen, da wird man narrisch. Außerdem ist es eine irre Fehlerquelle. Darum haben wir es, soweit es irgendwie möglich war, automatisiert, was am Anfang natürlich umständlich und zäh ist und auch fehleranfällig, aber wenn es mal funktioniert, ist der Vorteil mit dem automatisiertem Arbeiten immer gleich und solange die Vorgaben nicht geändert werden, kann man sich darauf verlassen. Und wenn was schief geht, dann kann man die Vorgaben abklopfen, weil dann liegt es meistens daran, dass man da etwas geändert hat. Dadurch, dass es einzelne Module sind, haben wir jetzt den Vorteil, getrennt Verbesserungen zu machen, Veränderungen zu machen, Massenspeicher zu wechseln, ohne das gesamte System wechseln zu müssen und solche Dinge. Wir gehen jetzt über, dass wir in drei Kopien ablegen aus Sicherheitsgründen, die wenn möglich auch noch örtlich getrennt sind und hatten bisher ein System, wo alle drei Kopien in einem System gehalten werden. Wir gehen davon jetzt ab und wollen drei Systeme mit jeweils einer Kopie, die sogar firmenverschieden sind, die örtlich getrennt aufgestellt werden, die unabhängig voneinander kaputt gehen können, unabhängig voneinander ersetzt oder repariert werden können. Was helfen mir zum Beispiel drei Kopien, wenn die Firma sagt: „Es ist aus.“ Je mehr Daten man hat, desto unbeweglicher wird man. Ich kann das nicht eben mal schnell auf einer Diskette

zwischenspeichern, auch wenn die USB-Sticks mittlerweile schon sehr groß geworden sind.

10. Die OeM stellt auch Mitschnitte, etc. her. Welche Audiogeräte kommen dabei zum Einsatz?

Wenn wir nur Ton aufnehmen, nehmen wir mittlerweile mit Festplattengeräten auf. Die Firma weiß ich jetzt nicht, weil es nicht mein Bereich ist, aber auf jeden Fall mit professionellen Geräten, weil auch hier die Vorgabe ist: 96kHz und 24Bit. Es sollen BWF Format werden und da macht es keinen Sinn, wenn man es auf MP3 aufnimmt. Wir machen auch Ö1-Mitschnitte, die sind auch automatisiert und die machen wir zum Beispiel auch in MP3 mit 128kbps. Uns ist sehr bewusst, dass das quasi eine Sünde ist, ein Selbstverrat. Wir sehen das deswegen nur nicht ganz so, weil erstens haben wir für diese Aufnahmen nicht einmal die Rechte, sie für irgendwelche Weiterverarbeitungsgeschichten aus der Hand zu geben. Zweitens auch nicht die Aufgabe, weil die Aufgabe liegt immer noch beim Rundfunk. Es geht nur um die Recherchemöglichkeiten und dass man bei uns einen viel leichteren Zugang zum Material hat als beim ORF. Das ist das eine Argument. Das zweite Argument ist, dass wir sehr wohl planen oder festgelegt haben, dass die nächste Migration von dort in ein unkomprimiertes Format geht. Das heißt, dass wir diesen Verlust, den wir da kriegen werden, nicht gegen unendlich machen, sondern nur einmal. Das nehmen wir in Kauf. Es ist anhörbar und es ist das, was wir brauchen. Und ob es jetzt bei der nächsten Migration ein bisschen weniger anhörbar ist, das nehmen wir in Kauf für das, was wir sonst für Schererein hätten, weil wir zwar nicht 24 Stunden aber einen großen Teil davon aufnehmen, kriegen wir so schon 2GB zusammen.

11. Welcher technische Aufwand ist nötig, damit die Daten möglichst schnell im Marchettischlössl abrufbar sind?

Hier muss man aufpassen. Hier handelt es sich nicht um „Internet“, sondern „Intranet“. Das muss man ganz strikt trennen, weil das Problem ist weniger das Technische, sondern es ist ein Rechtliches. Ins Internet dürfen wir nur das hineinstellen, wofür dezidiert die Rechte dazu haben. Da gibt's einen Kollegen nebenan, der sich darum kümmern muss. Der hagelt da ziemlich, um diese Rechte zu kriegen. Das ist nicht ohne. Das ist das Hauptproblem bei dieser ganzen Interneteuphorie, dass man die Rechte dafür nicht hat. Als Archiv haben wir laut Urhebergesetz die Möglichkeit, bei uns Sachen anschauen oder anhören lassen zu dürfen. Dazu haben wir eben den Publikumsbetrieb im Marchettischlössl. Dort kann man auch wirklich alles, was wir digitalisiert haben über den Katalog abrufen. Die technische Voraussetzung ist, dass wir dafür eine Leitung rübergelegt haben, mittlerweile glaub ich 4 Lichtwellenleiter – also wirklich Straße aufgegraben und Leitung rüber. Wir haben es am Anfang auch über Funk gemacht, aber das war sehr anfällig und ist immer wieder ausgefallen. Das

war ziemlich lästig. Ansonsten ist das gleiche notwendig, was wir eben für den Internetbetrieb eh auch machen. Das ist, dass wir diese Files, die wir da erzeugen jetzt auch das WAV und auch eine Ansichtskopie, ein MP3, im Katalog verknüpfen. Drüben hat man eigentlich Zugriff auf den gleichen Katalog über eine andere Oberfläche, die etwas vereinfacht ist, dass es nicht ganz so kompliziert wird und die auch nur auf die MP3s eingeschränkt ist. Also ich komm da drüben nicht auf die WAVs, was insofern irrelevant ist, weil es ja nur ums Anhören geht. Und wir machen eine automatische Kopierung. Das heißt, all das, was wir in WAV haben, ist auch als MP3 vorhanden, auch mit 128kbps.

12. Sind die 24Bit und 96kHz für Sie der derzeitige Standard oder glauben Sie ist das bald überholt.

Sagen wir so, es funktioniert noch gut als Standard. Es ist technisch schon fast überholt, weil es gibt schon gute und billige 192kHz... Ich denke mir, ob es wirklich noch notwendig ist, und wo überschreitet man die Grenze. Und bei uns kommt noch dazu, macht es einen Sinn, jetzt noch zu wechseln. Das ist der Grund, warum wir so damals entschieden haben und quasi ganz hoch gegriffen haben zu einem Wert, der damals noch als total übertrieben gegolten hat. Der ist halt jetzt eingeholt worden. Wir vielleicht jetzt überholt. Aber ich glaube, es ist jetzt noch zu früh, deswegen alles umzubauen. Auch im Vergleich zu anderen Archiven oder zu anderen Orten, wo digitalisiert wird, es ist irgendwie ein Kanonengeschoss. Wir sollten froh sein, dass wir überhaupt möglichst vieles von dem Material migrieren.

13. Was erwartet uns punkto „holografischer Speicherung“?

Es ist ganz simpel. Ich weiß, dass es da schon Entwicklungen gibt. Ich habe keine Ahnung, was es wirklich taugt. Von dem, was ich gehört habe, wäre das super. Aber ich habe meine ganz massiven Zweifel, dass die so, wie wir es gerne hätten, auf den Markt kommen. Weil, so wie ich das verstanden habe, wenn es die gäbe, wäre es ein Träger, der sehr lange hält und so wie ich den Markt in den letzten zehn Jahren beobachtet habe und mit dem leben musste, widerspricht es deren Interessen – ganz banal. Ich glaube, dass es technisch nicht so schwer wäre, einen Träger herzustellen, der wirklich lange hält. Ich glaube, dass die Kurzlebigkeit künstlich geschaffen wird, rein aus marktstrategischen Gründen.

14. Betrachten Sie es als sinnvoll, einen Nachfolger für die CD zu suchen bzw. macht es Sinn, überhaupt noch Datenträger herzustellen, welche ausschließlich für den Audibereich geeignet sind?

Ich glaube schon, dass alles zusammenwächst. Nichts gegen CDs, aber CDs als Speichermedium für ein Archiv – auf keinen Fall. Wir reden jetzt über diese Träger im Allgemeinen, aber nicht als Archivträger. Das Problem bei den selbst gebrannten CDs

ist einfach, dass ich nie weiß, in welchem Stadion die sind. Wenn ich brenne, krieg ich zwar eine Meldung, dass sie in Ordnung ist, aber ich weiß nicht, ob sie gerade noch in Ordnung ist, oder ob da noch ein Spielraum ist. Und das macht die CDs unsicher für ein Archiv. Weil es kann sein und ist auch schon passiert, dass ich sie heute beschreib und morgen ist sie einfach tot. Da gabs auch Bemühungen mit den Firmen, weil es eigentlich ein technisches Problem ist. Man müsste nur Laufwerke herausbringen, die diese Informationen weiter geben. Weil die Leute wissen das eigentlich. Da weigern die sich. Sie weigern sich, diese ganze CD-Klasse in einen professionellen Bereich zu heben aus welchen Gründen auch immer. Ich nehme an, das hat auch etwas mit Marktstrategie zu tun. Aber das schließt diese Trägerform für uns eigentlich aus. Ich sehe immer die Situation, dass Töne eigentlich von allen möglichen Geräten abgespielt werden können und dass ich, wenn ich eine klassische Audio-CD habe, dass ich, um die Daten abspielen zu können, erst mal extrahieren muss. Damit verliert sie eigentlich ihre Bedeutung, noch dazu mit diesen Kopierschutzaktionen genau das oft vereitelt wird.

15. Wobei heute ja schon der Trend dazu geht, dass man sich die Musikalben vom Internet holt...

Nur da krieg ich es dann als MP3. Da habe ich dann wieder meine Bedenken, weil ich da eigentlich schon eine schlechtere Qualität kriege, für die Infrastruktur selber aufkomme. Sprich, den Netzanschluss, mein PC, mit dem ich das runterlade und dafür im Endeffekt, ich weiß nicht, vielleicht sogar mehr zahle als wenn ich mir die CD kaufen würde.

16. Denken Sie, dass die Qualität trotzdem für einen „normalen“ Consumer reicht?

Ich würde die nicht alle in eine Kiste schmeißen. Also ich kenne schon Leute, die darüber schimpfen, dass das MP3 eben nicht gut genug ist. Ich kenne jedoch wieder andere, für die das vollkommen ausreichend ist. Es hängt auch vom Inhalt ab. Ich selber höre zum Beispiel sehr viele Hörspiele, -ich hab auch so ein Miniding- wenn ich in der Straßenbahn sitze und das ist vollkommen genug in MP3. Aber klassische Musik brauche ich glaube ich nicht auf MP3 hören.

17. Haben dann die microSD Karten Zukunft, da ja auch auf denen das Musikalbum in MP3 angeboten wird.

Ich kann auch WAVs drauf speichern. Das ist nur eine Frage, was ich drauf tue. Ich kann auch mit vielen von den Geräten auch WAVs abspielen. Das liegt eigentlich nur an mir. Was ich sehr praktisch finde, ist, dass ich nicht irgendwelche riesigen Boxen brauche und laut aufdrehen muss, damit ich es im Nebenraum schön hören kann,

sondern ich kann so ein kleines Ding in der Tasche haben und habe eigentlich eine sehr gute Qualität im Ohr.

18. Auch im professionellen Bereich werden die Geräte immer kleiner. Oftmals wird auf CompactFlash Karten gespeichert. Denken Sie, dass man dadurch irgendwelche Verluste verzeichnen muss?

Das glaube ich eigentlich nicht. Meine Bedenken gehen eher in die strategische Richtung. Ich merke den Unterschied zum Beispiel bei den Videokameras. Da geht jetzt auch der Trend weg von Kassette zu SD-Karten. Damit müssen aber die Files viel stärker komprimiert werden als auf der Kassette und dementsprechend eigentlich eine viel schlechtere Qualität haben. Das ist das, was mich eigentlich beunruhigt. Da habe ich dann doch lieber den schlechteren Komfort einer Kassette, aber dafür eine gescheiterte Aufnahme.

19. Betrachtet man die Tonträger von damals und heute, welche Probleme gab es früher, die heute wegfallen? Die Mobilität der Audiospeicher kam ja erst später, wenn man an die Schallplatten zurückdenkt...

Also ich bin mir sicher, dass das Handling wesentlich besser geworden ist. Ich merke das bei uns im Publikumsbetrieb. Wir haben drüben ja auch Tonbandmaschinen, Plattenspieler, die Sachen, die noch nicht digitalisiert worden sind und es ist halt viel einfacher, einfach auf den Knopf zu drücken, wenn's möglich ist. Ich trag weniger rum, es kann eigentlich nur das Gerät kaputt gehen, aber eigentlich nicht die Träger. Das einzige, was ich schauen muss, ich muss schauen, dass ich immer Kopien davon habe, weil es halt nicht unbedingt leichter verschwindet – wobei es schon leichter ist, ein File zu löschen als eine Schallplatte zu löschen, die kann ich zerbrechen, aber das ist gar nicht so einfach. Zum Beispiel habe ich schon erlebt, dass ich auf die SD-Karte aufgenommen habe, das hat wunderbar funktioniert, war aber am nächsten Tag auf einmal nicht mehr lesbar. Das Gerät schreit „Kann ich nicht mehr lesen.“ Also auf USB-Sticks würde ich nur Kopien ablegen, die sind gut zum Mitnehmen, bei sich haben, Übertragen, aber nicht zum Speichern oder Originale drauf haben. Und so sehe ich es auch in Wirklichkeit in so einem System. Darum haben wir auch drei Boots. Es ist einfach noch nicht eingeschätzt: Wie sicher ist eine Festplatte, wie sicher ist ein RAID im Vergleich zu einer Festplatte, wie sicher ist es, wenn ich auf ein Band schreibe? Das gegeneinander abzuwägen, würde ich mich nicht trauen oder habe ich Schwierigkeiten. Ich weiß, dass wenn es online ist, kann ich es eigentlich ziemlich einfach löschen, schnell überschreiben, ich kann irgendwelche Viren,... bekommen, dann muss ich das ganze Gerät löschen und damit auch meine Daten, solche Dinge. Deswegen habe ich es gerne redundant, aber irgendwie auch wieder getrennt. Deswegen habe ich auch sehr gerne – auch wenn's nicht mehr zeittypisch ist – die Daten auf Bändern. Weil da kann ich zwar löschen, aber das Löschen ist nur „einen

Fleck setzen“, ich kann aber nicht wirklich im Band ersetzen. Weg ist die Information erst, wenn ich das Band umorganisiere, sprich überspiele, das was ich haben will und das ganze Band wieder neu formatiere. Ein Löschvorgang ist reversibel. Als Administrator komme ich noch dran.

20. Wie lange ist ungefähr die Lebensdauer eines Bandes?

Tja, das Band, das ich gerade vor mir liegen habe, ist ungefähr 10 Jahre alt. Das ist an sich wunderbar funktionstüchtig. Die Limitierung ist eigentlich mehr über die Maschine bzw. ist glaube ich von den Maschinen her sogar ein künstlicher Lebenszyklus eingebaut. Es gibt – ich weiß nicht – 5000 Zugriffe und dann ist Schluss. Das ist einfach eine Pauschale aus Sicherheit, dass man dann ein neues Band verwendet, dass sie dann wirklich tot sind.

21. Werden Sie in Zukunft noch Datenträger sammeln können oder werden sie nur noch Mitschnitte herstellen?

Wir werden alles sammeln, weil wir auch das, was wir digitalisieren, nicht wegschmeißen. Das heißt, wir werden auf unseren alten Formaten sitzen bleiben, solange wir sie haben. Es werden neue dazu kommen und das liegt nicht ganz in unserem Einflussbereich. Weil es hängt davon ab, was wir an Sammlungen reinkriegen. Es gibt Videoformate, von denen ich glücklich bin, dass Ich habe zum Beispiel eine M2-Maschine dastehen und ich bin glücklich, dass ich bis jetzt kein einziges Band davon im Haus habe. Weil ich kein Fan von diesem Format bin. Ich weiß, das ist ein sehr anfälliges Format. Ich will eigentlich sehr wenig damit zu tun haben. Aber wenn ich eine Sammlung reinkriege mit lauter M2-Bändern.... Und das ist aber eine Sache, was ein „lustiges Problem“ ist, weil wir kriegen die Sammlung ja immer dann, wenn sie jemand abgibt. Das heißt, da sind teilweise Formate dabei, die mehr oder weniger obsolet sind. Das heißt, wir müssen uns eigentlich präventiv mit den Geräten versorgen, auch wenn wir die Bänder gar nicht haben. Weil es ja sein könnte, dass wir so was reinkriegen.

22. Glauben Sie, dass in entfernter Zukunft Ihr Beruf ausstirbt?

Archivieren ist in Laufe der Zeit viel komplizierter geworden. Früher hat man die Tonbänder ins Regal gestellt und irgendwann mal abgestaubt. Und da, wo man es hingestellt hat, da stand es dann auch. Jetzt haben wir irgendwelche Files, die müssen wir dann irgendwo hinstellen, möglichst kontrollieren, ob sie morgen noch dort sind. Das ist das Problem mit der digitalen Ära. Du kannst dich nicht mehr darauf verlassen, dass die Files noch dort sind, wo ich sie abgelegt hab. In dem Moment, wo wir diesen Massenspeicher haben, müssen wir dauernd migrieren. Ich hab noch nie so viel migriert. Wir haben Tonbänder, die sind 20 Jahre alt. Wir haben Schellacks, die sind 50 Jahre alt. Und jetzt müssen wir migrieren. Im digitalen Bereich haben wir

bereits die 2. Migration hinter uns. Also es ist viel kurzlebiger, es ist viel mehr Aufwand. Als wir den ersten Massenspeicher hingestellt haben, habe ich darauf bestanden, dass wir irgendein Programm oder ein Tool haben, mit dem wir die Daten kontrollieren können, die da drauf sind. Das war sehr kompliziert, weil es beim ersten nur auf Bändern war, also nicht online. Und das wäre sehr kompliziert gewesen, das zu machen und hätte irrsinnig viele Ressourcen gebraucht, sprich Laufwerke und Zeit Mittlerweile bin ich ganz weg von diesem Anspruch, weil ich weiß, ich muss eh nach 3 Jahren migrieren und das ist die beste Inventur.

Interview mit Ing. Harald Lessnig, Gruppenleiter in der Rundfunktechnik beim Österreichischen Rundfunk (ORF), am 19.01.2009

Ganz genau weiß ich es nicht, ob es '93 oder '94 war, wie wir die ersten Versuche gemacht haben. Der erste den wir gehabt haben, das war dieser MAYCOM Handheld. Wir haben ihn „Rasierer“ genannt, weil er wirklich wie ein Rasierer ausgesehen hat. Und die haben wir immer noch im Funkhaus. Bei FM4 und so weiter arbeiten mit diesem Gerät. Mit dem haben wir als ersten begonnen. Das finden Sie auf dem Zettel, den ich Ihnen ausgedruckt habe. Ich habe den vor einiger Zeit zusammengestellt, weil es bei uns immer wieder geheißen hat „Ja, welchen nehmen wir“ usw. Und weil es eben unterschiedlich entwickelt ist. Also im Funkhaus bei FM4 haben wir immer noch diese Maycom.

Wir müssen 2 Dinge unterscheiden: Die Entwicklung des Hörfunks so zu sagen zum selbstständigen Reporter, der auch was aufnimmt. Früher war es so, da haben die Redakteure einen Tonmeister mitbekommen mit einer Nagra und der hat brav aufgenommen. Und heute ist es so, dass der Redakteur das nicht mehr mitbekommt, den Luxus gibt es nicht mehr, sondern er bekommt ein persönlich zugeordnetes Gerät und mit geht er und macht seine Aufnahmen auf möglichst einfache Art und Weise. Ich hab in einer Sitzung '95 gesagt im Funkhaus: „Das Abendrot der Bandmaschinen ist angebrochen.“ Daraufhin hab ich höllisches Gelächter geerntet. Tatsache war, dass wir damals ungefähr 500 Bandmaschinen hatten: große, STUDERsche, usw. Und heute haben wir, wenn's hoch kommt, 25. Aber wir haben 800 Audioworkstations. Früher war das so, dass ja ein Redakteur mit diesem Band, was ihm der Tonmeister aufgenommen hat, dann in ein so genanntes Schnittkammerl gegangen ist, dort sind einfache Rebox-Geräte gestanden, wo er mal eine Vorschnitt gemacht hat und dann haben sie es geschnitten und so ist es dann in Sendung gegangen als geschnittenes Band. Heute hat er auf dem Schreibtisch eine Audioworkstation. Wir arbeiten da mit David Digas. Ich weiß nicht, ob sie das kennen. David ist ein Münchner Hersteller, der sich mit Hörfunkautomatisation beschäftigt hat. Der ORF hat für seine – insgesamt mit allen Landesstudios sind es 1000, die wir haben – die Lizenz. Im Prinzip ist das eine simple Multitrackversion bis 8 Spuren, mit der wir arbeiten, wo geschnitten werden kann. Das

hängt aber auch damit zusammen, dass wir unseren gesamten Hörfunk umgestellt haben von früher Radiospielen auf so genannte Flächenradios. Da gibt es keine Bandmaschinen mehr, sondern dort gibt's ausschließlich Systeme von David. Da gibt es dann verschiedene Player dazu an Regietisch, wo sie sich dann so zu sagen das produzierte Wort auf einen Regler legen können. Dazu gibt es eine Datenbank. Und das beginnt einfach damit, dass wenn der bei FM4 mit seinem Maycom Handheld kommt, dann steckt er es über die USB-Schnittstelle an, zieht sein aufgenommenes Audio in das Schnittsystem hinein, schneidet es, macht daraus einen Beitrag, zum Beispiel „Interview Häupl“ und stellt diesen Beitrag „Interview Häupl“ seinem Chef vom Dienst in eine Tabelle. Der kann sich das auch wieder auf seinem Schreibtisch anhören und sagen „Ok, der Beitrag ist in Ordnung.“. Er gibt ihn frei und damit fällt er in die Sendeschiene von FM4. Diese Firma David erzeugt 4 verschiedene Ausspielsysteme: Newsplayer 1: Das ist ein einfacher, einspuriger Nachrichtenspieler, wo sie nach der Reihe diese aufgenommenen, geschnittenen Beiträge abspielen können. Dann gibt's den Newsplayer 2. Das ist dasselbe nur 2-kanalig und den Newsplayer 4 – 4-kanalig. Und dann hat er noch ein System, das heißt Cartwall in Anlehnung zum Jingle-Player für Werbung usw., wo sie quasi sich die Slots einer Cart, so wie es früher war, wo man diese Carts – das waren ja so Kassetten, die man einfüllen konnte – durch elektronische Beiträge getauscht hat, die sie sich genau so frei anordnen können auf 4 Kanälen, von Jingles über Werbungen und Nachrichten usw. Also wir verwenden auf unseren Regieplätzen im Hörfunk gemischt Newsplayer und wir verwenden zum Jingle-Spielen David Cartwall. Der österreichische Rundfunk fährt aus Sicherheitsgründen 2 Systeme. Wir fahren das Musiksystem mir RadioMax. Das ist ein Musikprogramm, ein sehr weit läufiges Hörfunk-Automatisationsprogramm, wo sie mit Hilfe verschiedener Software, Musik automatisieren können. Und wir spielen die Nachrichten, die Newsschiene mit David. Im Prinzip können Sie beide gleichzeitig auf dem Bildschirm aufrufen und Sie können einen Beitrag von dem einen ins andere ziehen. Sie können auch einen Musikbeitrag in das, wenn Sie wollen, Nachrichtensystem ziehen und einen Nachrichtenbeitrag in das Musiksystem. Der Hintergedanke ist, dass wenn eines von den beiden Systemen abstürzt, dass man sich helfen kann. Wir haben überhaupt nichts mehr. Wir spielen seit '95/'96 nur mehr von Servern mit diesen beiden Systemen. Wir haben vor kurzem die Systeme erneuert und an XP/Vista angepasst. So lange haben wir das schon. Wir haben angefangen mit diesen Systemen mit Windows 3.11 über 95. Das war fürchterlich, weil das ist dauern abgestürzt. Windows 2000 waren die ersten stabilen Versionen und jetzt arbeiten wir mit XP. XP/Vista ist noch keine Frage. Also wir sind froh, dass es XP noch gibt. Und darauf laufen unsere Systeme. Das müssen Sie sich mal grundsätzlich vorstellen, wie der Hörfunk heute ausschaut. Und dazu Hand in Hand ist der Tod des eigentlichen Klein-Tonmeisters, der mit einem Redakteur mitgegangen ist. Die sind früher immer zu zweit gegangen. Dann ist halt das Band entstanden mit dem Bänderschnitt – das ist alles Geschichte. Hinter diesem David-System steht eine Datenbank, das ist die so genannte Digas-Datenbank. Und wenn

der jetzt egal mit welchem Gerät kommt, hängt er sich über diese USB-Schnittstelle rein, zieht einmal den Beitrag in die Datenbank, benennt den Beitrag einfach mal grundsätzlich. Dann wird er bearbeitet. Diese Datenbank hat verschiedene Stufen: Vorbearbeitung, In-Bearbeitung und Fertig. Und wenn er fertig ist, schiebt er es in „Fertig“ und das ist dann die Geschichte, die ich erzählt habe, wo dann der Chefredakteur nachschauen kann. Wenn der in der „Fertig“-Datenbank ein Hakerl macht, dann wird er freigegeben, um in Ausspielsystemen gespielt werden zu können. Jede ORF-Frequenz verfügt über genau die gleiche Anordnung, jeder hat seinen eigenen Audioserver, jeder hat dieses Musikprogramm, jeder hat dieses David-Programm. Das ist so zu sagen unsere Plattform, mit der wir spielen. Die Sender sind autark. Jeder hat seine eigenen Musikredakteure und macht seine eigene Musikbewertung. Da gibt es ein Musikprogramm, das heißt „Selektor“, das war der erste Schritt weg vom Holzkarteikasten. Früher war die Musik und Schallplatten in Holzkarteikästen, da wurde ausgesucht, was wird täglich gespielt, da wurden die Platten dann das erste Mal katalogisiert und aufgenommen und in diesen Musikprogrammen wird das bewertet. Das heißt, der Musikredakteur bewertet die Platte. Zum Beispiel, ist sie geeignet für ruhige Sendungen, für Pop. Da kann man sehr feinstufig bewerten. Das ist die große Kunst der Musikredakteure. Wie ein Sender klingt, hängt im großen Maße von seinem Musikredakteur ab. Ich hab also diese Umstellung gemacht, von Holzkarteikästen auf das erste Musikprogramm, das wir hatten. Das war eben der Selektor. Mit dem spielen heute noch Ö3 und Radio Burgendland. Alle anderen haben wir umgestellt auf Power Gold. Das ist ein modernes, amerikanisches System. Diese im Power Gold katalogisierte Musik, die wird vom Musikprogramm RadioMax übernommen. Da wird in Tagen programmiert. Also bei Radio Wien ist das so, dass immer am Vormittag der Nachmittag und am Nachmittag der Vormittag programmiert wird in der Musik. Die wollen sehr aktuell sein. Die reagieren auf das Wetter usw. Dort ist es so zu sagen ein Pfui, wenn es regnet „Sun is shining“ zu spielen. Daher programmieren sie sehr aktuell. Das einmal zur Geschichte „Wie kommt es eigentlich zu dem Einsatz der tragbaren Audiospeicher?“ Das ist erst damit vakant geworden, wie die eigentliche Bandmaschine tot war. Also wenn ich eine Arbeit schreiben würde, würde ich damit beginnen, dass der Auslöser die Umstellung des Hörfunks von magnetbandbezogener Technologie auf speicherbezogene Technologie ist. Heute haben wir insgesamt in jedem Sender noch 4 Bandmaschinen. Wir haben 2 Abwickelstudios und da stehen je 2 in jedem Abwickelstudio. Falls irgendwer mit einem Band daher kommt und keine Zeit mehr ist, das in einen Computer hinein zu spielen, dann spielen wir Bänder. Aber die Maschinen drehen sich praktisch nicht mehr. Wir leben da von alten Maschinen, die wir immer wieder „servicen“, weil es sich nicht lohnt, irgendetwas zu kaufen. Es gibt auch fast kaum mehr welche. Es gibt nur mehr welche von Studer. Also das einmal grundsätzlich zur Erklärung. Wie ich vorher erklärt habe, muss man unterscheiden zwischen den täglich redakteursbezogenen Hörfunk, wo also der Redakteur selber rausgeht und selber Aufnahmen macht und dann gibt es immer noch für Ö1 und hochqualitative Beiträge

natürlich den Tonmeister, der mit einer hochqualitativen Maschine rausgeht. Der geht natürlich auch nicht mehr mit einer Nagra 4S mit dem Band drinnen raus, sondern der geht zum Beispiel mit einem Fostex FR-2 oder einem Fostex PD-6 oder einem Cantar-X Recorder raus. Wir verwenden den Fostex PD-6, den gibt's auch mit Zeitcode. Das heißt, sie können die mit Zeitcode auch zu einer Videokamera synchronisieren. Macht man zum Beispiel „Wenn die Musi spüt“ auf irgendeiner Alm, da nimmt man die Musik zuerst unten im Studio auf, dann fährt man mit dem ganzen Zeug auf die Alm, stellt dort die Boxen auf, startet den Recorder und die Kamera nimmt synchron dazu auf, während die herumhupfen und „Qua Qua“ machen. Die singen ja nicht auf der Alm. Also das sind die Geräte mit dem dicken Preis. Da gibt's mittlerweile Fostex PD-620, da sind einige Sachen dazu gekommen. Das war der Beginn. Dann sind für Reportagen und Journalisten der Edirol R-1 dazugekommen, das ist also auch eher ein Journalistengerät. Sie sehen, wie die Preise gesunken sind. Dann gibt's noch Marantz PMD 670. Da gibt's auch schon ein Nachfolgegerät, den 671 mit 2. Akku usw. Der kann viel mehr und so. Aber was sich bei uns total durchgesetzt hat und mit dem zum Beispiel Ö3 sehr viel arbeitet und Ö1 und alles was wir erneuern ist dieses DRM85Flash Mic von HHB. Das ist eine britische Firma, die mit Sennheiser zusammen ein Mikrofon entwickelt hat, das nur etwas dicker ist als ein normales Mikrofon, hat vorne eine Sennheiser-Kapsel und das bekommen Sie in Kugel oder in Niere. Drinnen ist ein Audiospeicher mit 4GB. Und sie können mit dem Mikrofon in allen Formaten aufnehmen von MP3 bis BWF-Formate, komprimierte und unkomprimierte. Also unkomprimiert in höchster Qualität können Sie mit dem Mikrofon 4 Stunden aufnehmen. Da haben Sie die höchste Qualität. Dieses Mikrofon ist ein Renner. Da gibt es doch am Sonntagvormittag bei Ö3 gibt's diese Sendung „Frühstück bei mir“. Kennen Sie sicher. Die Redakteurin macht sich diese Frühstückinterviews aus und hat nur so ein 85er Mikrofon mit der Kugel mit. Das stellt sie auf, schaltet sie ein und dann reden die. Dann kommt sie zurück in den Sender, schneidet das in dem System David, legt die einzelnen Beiträge in die Cartwall und das spielt sie am Sonntag und moderiert geschickt dazu. Sie macht also ein Spiel. Sie spricht den nicht vorhandenen Partner an und spielt dann immer die Antworten mit dem Beitrag. Und so entsteht dann diese Sendung „Frühstück bei mir“. Nur zur Erkenntnis. Das DRM85 haben wir also überall. Die Landesstudios haben unterschiedliche Wünsche. Das Landesstudio Kärnten hat 2 Nagra ARES-M Geräte bekommen, dann haben wir immer noch den Flashman, aber wie gesagt, das DRM85 setzt sich mittlerweile durch. Das sehe ich auch als das Zukunftsgerät für die nächste Zeit für den Reporter und Redakteur. Und die Fostex, die ich vorhin erwähnt habe, und Cantar-x sind die mit Tonmeister. Da sind für einen Redakteur viel zu viele Knöpfe oben usw. Das ist nicht der Sinn der Übung. Der Sinn der Übung war, dass man sozusagen, dass man dem Hörfunkredakteur ein Gerät gibt, der selber aufnimmt, um Geld zu sparen, damit man nicht immer in ganzes Team rausschicken muss für alles, was so Aktualitäten sind, Kleininterviews und für alles, was hochqualitativ ist, auf Ö1 irgendwelche Konzerte oder so Dinge, die hochqualitative Interviews sein sollen, die also

in das Ö1-Programm hinein passen, das macht man mit dem und auch Fernsehproduktionen. Also das ist ungefähr die Hörfunkschiene, wie es bei uns läuft. Wir haben dann natürlich auch noch die hochqualitative Produktionsschiene, das sind dann aber keine mobilen Speicher mehr. Da arbeiten wir mit ProTools, das werden Sie sicher kennen, und Wechselharddisk. Zum Beispiel im Musikvereinssaal steht ein großer Studer-Regietisch – ORF-Regieplatz – und dort ist ProTools mit Wechselharddisk und dort macht man die Aufnahmen. Dann fährt man ins Funkhaus, gibt die Wechselharddisken ins ProTools hinein, schneidet es dort und schiebt es dann als so Fertiges in unser Archiv. Wir haben im Funkhaus das Archiv auch bereits digitalisiert. Das Funkhaus-Archiv hat derzeit knappe 35TB Speicher. Das war unser Ziel, dass unser Musikinhalte von Ö1, das sind ca. 340 000 Musiktitel. Die waren nicht digitalisiert. Wir haben ungefähr vor 10 Jahren begonnen, im Jahr 2000, reinzuspielen in den Sommermonaten mit Studenten, mit dem Archiv. Dann haben wir eine Schaltung entwickelt, dass alles was gespielt wird auf dem Regietisch von Ö1, die haben eine digitale Regietechnik auch, und alles was gespielt worden ist über das Sendeautomatisierungssystem und ein Hakerl gehabt hat, da hat der Regietisch automatisch eine zweite Tonebene eröffnet und hat das auf eine Audioworkstation gespielt, um es zu digitalisieren. So konnten wir alles, was wir eh senden mussten und ausgepackt haben, um es zu senden, automatisch digitalisieren. Das ist dann nur mehr ins Archiv gefallen, hat einen Feinschnitt bekommen mit Anfang und Ende und dann wurde es benannt und war schon erledigt. So haben wir derzeit einen Digitalisierungsgrad von fast 80% erreicht. Also 80% des analogen Hörfunkmaterials ist digitalisiert. Das wäre schön, wenn wir im Fernsehen so weit wären. Da haben wir noch viel auf Videoband, weil das braucht viel mehr Speicherumfang. Also das ist ungefähr die Geschichte.

1. Welche Geräte würden Sie in den professionellen Bereich und welche in den Consumerbereich einordnen?

Also wir müssen 2 Dinge unterscheiden. Die Aufnahmequalität selbst, die steht außer Zweifel, da gibt's für mich keine Unterscheidung mehr zwischen professionell und Consumer. Durch die Digitaltechnik haben wir dieselbe Qualität. Der einzige Unterschied zwischen uns zwischen einem professionellen Gerät und einem Consumer-Gerät ist der, dass man sagt, unser professionelles Gerät haben 100e Leute in der Hand. Das muss funktionieren bei Schneefall in Kitzbühel unten, bei -30 Grad sollte es auch noch gehen usw. Und da liegt der Unterschied. Wenn wir die Geräte beurteilen und die Geräte anschauen und sagen „OK, die geben wir frei.“ für den rauen Gebrauch, weil es eben nicht der Privatgebrauch ist, wo die Leute sehr drauf aufpassen, sondern das ist im Stress und die Leute haben keine Zeit, weil sie zu spät dran sind und der Interviewpartner ist lästig,... Oder ich bediene es zum Beispiel bei einer riesigen Kälte mit Skihandschuhen – kann ich das dann bedienen? Sind die Knöpfe groß genug? Sind die Knöpfe stabil genug? Nach dieser Beurteilung gehen wir vor. Das nächst ist, dass wir diese Auswahl von den

Geräten mit den Journalisten gemeinsam machen. Die Journalisten sind ja keine Techniker. Wir verrennen uns oft und denken „Das ist wichtig für den.“. Dabei ist der in einer ganz anderen Welt wie wir. Wir suchen einmal die Grundgeräte aus und dann gehen wir schon gemeinsam vor, geben ihnen die Geräte zum Testen und fragen sie, mit welchen sie am liebsten arbeiten, was ihnen am angenehmsten ist, welches sich am schnellsten bedient. Das DRM85 ist ein bisschen ein dickeres Mikrofon, hat eine Sennheiser-Kapsel, hinten ist der Aufnahmeteil mit dem Fenster, da sehen Sie die Spielzeit usw. Und unten ist eine USB-Schnittstelle und mit der USB-Schnittstelle stecken sie das Ding an und der Beitrag ist am Computer. Da gibt es verschiedene. Das ursprüngliche mit der Kugel, dann gibt es eines mit Niere und dann gibt es das mit Line-Eingang und mit Line-Eingang und Niere. Das heißt, dass da hinten noch ein 6,3mm Klinkenstecker drauf ist und wenn Sie das anstecken, können Sie das Mikrofon auch als Line-Eingang verwenden. Also wenn Sie bei irgendeiner Veranstaltung vom Live-Ton ein Stück bekommen, weil sie das brauchen vor einem Beitrag, können Sie gleich auf Line aufnehmen. Ich war bei der IBC 2004, da haben sie uns das vorgestellt, was wir damit machen können. Der ORF war ja einer der ersten Kunden und mittlerweile haben sie schon 10 000 Stück weltweit verkauft. Wie gesagt, das ist eine englische Firma im Zusammenspiel mit Sennheiser, von welcher die Kapsel kommt.

Vielleicht noch wichtig für Sie ist, dass wir 2 Qualitätsstufen unterscheiden. Das, was wir täglich spielen, das spielen wir MUSICAM Layer 2 komprimiert, außer Ö1. Unser Sendeaufwicklungssystem ist in der Lage, automatisch – egal, was in den Schacht hineinfällt, von MP3 über MUSICAM Layer 2 bis unkomprimiert – alles zu spielen. Das war eine Grundbedingung zum Beispiel für Ö1. Ö1 legt höchsten Wert auf Qualität und wir spielen dort unkomprimiert 24Bit, wenn es sein muss. Jeder Sendeautomat könnte eine schöne Aufnahme in 5.1 haben. Wir können ja Ö1 in 5.1 senden.

Zu der Frage: Was nehme ich? Ich würde, wenn mich einer beauftragt, was auszusuchen, das immer mit dem Kunden machen. Weil es ist zum Beispiel eben wie gesagt so, dass die im Landesstudio lieber das Nagra Gerät haben. Bei Ö3 gibt es überhaupt nur noch das. FM4 arbeitet auch noch sehr gerne mit dem Handheld von Maycom. Also das ist ganz unterschiedlich. Von der Qualität her des Audios, das Sie aufnehmen, gibt es eigentlich keinen Unterschied. Es gibt Unterschiede in der Bedienphilosophie, wie einfach ist das zu bedienen, wie stabil ist das Gerät usw. Natürlich spielt der Preis auch ein bisschen eine Rolle, wenn man viel kauft.

2. Sagen die Anschlüsse eines Gerätes etwas aus, was professionell ist und was nicht?

Eigentlich auch nicht mehr. Gehen wir mal davon aus, dass das Mikrofon drauf ist. Da muss man aufpassen. Zum Beispiel bei Nagra gibt es die Möglichkeit, das Mikro

auszustecken. Und dann ist es ein spezieller hochqualitativer Stecker, leider kein XLR, sondern ein Nagra-Stecker und da können Sie dann auch Line Aufnahmen usw. machen. Das HHB-Gerät hat dann, wenn Sie die Line-Version kaufen, hinten einen 6,3er Klinke. Wenn Sie dort anstecken, wird einfach mit einem Kontakt umgeschaltet, der Mikro-Verstärker ausgeschaltet und dann arbeitet das Aufnahmegerät in der Line-Funktion mit Hochpegeleingang. Am Hochpegeleingang können Sie auch noch etwas einstellen, aber das ist es dann. Ich weiß jetzt nicht, aber bei den Fostex haben Sie weitgehend bis zu 48V Phantomspeisung, professionelle XLR-Stecker mit allem Drum und Dran. Und dann haben noch zum Beispiel das PMD von Marantz usw. XLR-Stecker und einen Miniklinken-Stecker für Kopfhörer, wie wir es halt aus der Computertechnik kennen. Also wie gesagt, Klinkestecker und normale XLR3 sind überwiegend – und dann die USB-Schnittstelle. Was sich eigentlich bei allen Geräten herausgestellt hat, ist, dass man über USB die Daten überspielt. Das wird auch am meisten bevorzugt. Mit den Datenbanksystemen können Sie dann per Drag&Drop einfach das verschieben, müssen nicht handeln und gehen nicht zwischendurch noch einmal über irgendein Audioteil. Sie bleiben voll in der digitalen Ebene und sind sehr schnell. Durch das Drag&Drop-Verschieben gewinnen Sie ja sehr viel Zeit und nicht 1:1 überspielen müssen, den Beitrag zuerst und dann in ein anderes Format verwandeln, wenn er eh schon digital war. Das ist der große Vorteil. Wenn dieses Ding Broadcast WAV kann bzw. WAV kann, dann ziehen Sie das einfach rüber, schneiden im ProTools oder in einem Schnittsystem.

3. Wenn ein Gerät „nur“ einen 3,5mm Klinkeanschluss hat...

Das ist für mich nicht unbedingt eine Einschränkung. Das ist nur, je nach Umständen, je nach Einsatz nicht sehr praktikabel möglicherweise. Die meisten Geräte, auch das HHB Mikrofon, das hat einen Miniklinken-Anschluss für den Kopfhörer. Der Interviewende hat ja einen Kopfhörer, dass er auch sieht, dass das funktioniert. Das heißt, der kann das richtig monitoren. Sie können ganz normal, zum Beispiel von einem iPod die Kopfhörer beim HHB Mikrofon anstecken und dann haben Sie wirklich auch gleich das Signal, was Sie aufnehmen, zu hören, ob Sie es auch richtig angesteuert haben usw. Das ist auch eine Miniklinke. Das lässt sich gar nicht anders machen. Hinten ist der USB-Stecker, der Miniklinke und der 6,3mm Klinkestecker und damit ist es vorbei – und ein Rädchen, wo sie alles Mögliche einstellen können. Die haben ja so ein raffiniertes Rädchen erfunden. Die Leute sind unglaublich. Das ist ein Rad und das kann man aber auch kippen. Das Rädchen kann man rauf kippen, das ist der eine Befehl, runterkippen, nach links und rechts kippen. So wie hinten auf einer Kamera so ein Wippschalter. Aber in der Mitte ist es auch ein Rädchen, um es aussteuern zu können. Wenn Sie das Rädchen hineindrücken und drehen, dann können Sie es aussteuern. Das ist eine Einheit mit 6 Funktionen. Da ist dann die Schwierigkeit für den Einsatzort, beim Schneesturm mit Skihandschuhe nicht zum Bedienen, irgendwo in einer Wohnung bei einem Interview kein

Problem. Danach muss man auch die Geräte aussuchen, die man hat, weil da werde ich nicht glücklich werden im Schnee.

Die größeren Geräte sind in den Ü-Stellen und die werden zur Produktion einfach umfasst. Hingegen werden die kleinen Geräte, wie das HHB, meist persönlich zugeordnet. So wie wir einen PC persönlich oder einen Laptop persönlich zugeordnet haben und darauf aufpassen müssen, bekommt der Redakteur dieses HHB Mikro auch persönlich zugeordnet. Das ist dann seins und auf das muss er aufpassen.

4. Was entspricht der Standardqualität?

Unser Minimum ist Musicam Layer 2, 192kbps, 256kbps ist auch bevorzugt, 256kbps eher bei Musik, Sprache und Interview eher bei 192kbps.

5. Sie nehmen also schon im MPEG Format auf?

Ja, wir nehmen schon im MPEG Format auf. Nur wenn wir hochqualitativ sind, nehmen wir WAV auf, BWF mit 48kHz und ab 16Bit, je nachdem was die Kiste kann. Die modernen Regieranlagen, die wir haben, die können alle von 16-24Bit aufnehmen. Es hängt halt von der Elektronik ab. Das machen wir vor allem, wenn das irgendwelche Dinge sind, die ins Archiv gehen sollen, langfristig, von höherem Wert zum Beispiel die Silvesteransprache vom Bundespräsidenten oder irgendwelche Interviews zum Neujahrskonzert, die werden natürlich in höchster Qualität aufgenommen, weil die werden dann auf die DVD mit rauf geschnitten. Aber das tägliche Hörfunkprogramm zu, Beispiel bei einem Interview mit dem Häupl, reicht das in MP2.

6. Welchen Unterschied sehen Sie zwischen CompactFlash Karten und SD-Karten?

An und für sich ist die CompactFlash Karte eine stabilere Karte. Es gibt ja auch Geräte zum Beispiel von Marantz, die haben diese CompactFlash Karten zum Stecken drinnen. Wobei, wir haben gelernt, dass wir die Karte in dem Sinne nicht raus nehmen. Meistens ist mit dem neuen Speichervolumen, das Sie kaufen können mit 1, 2GB Karten, das absolut ausreichend, um ein Tagesgeschäft eines Redakteurs zu erledigen. Wir nehmen diese Karten nicht als Dauerspeicher. Wir sind nicht daran interessiert, dass der Redakteur eine CompactFlash Karte reinsteckt, ein Interview mit dem Bundespräsidenten macht und die dann in seine Schreibtischlade gibt. Das ist uns viel zu unsicher. Er soll kommen und das sofort auf den Server spielen. In dem Moment, wo es auf unserem Server ist, ist dahinter eine Serverfarm, die sich selbst kontrolliert, die den Server kontrolliert um viel Geld, die auf verschiedenen Orten gebaut sind. Brennt es an einem Ort, ist immer noch ein 2. Server da. Wenn es in der Schreibtischlade verbrennt, ist es weg. Daher ist das für uns immer nur der Erstaufnahmeträger. Etwas anders schaut es aus, wenn ich mit einem Filmteam 2 Wochen nach Ägypten fahre, dann nehme ich halt

ein Sackerl CompactFlash Karten mit, dass ich sie habe. Aber kaum bin ich wieder da, ist wieder das oberste Gebot „Auf den Server damit“ und die Datenträger werden frei für einen neuen Einsatz. Wir richten uns nach dem Gerätehersteller, was der hat, weil das für uns nur der Erstträger ist. Dann ist er weg. Deshalb sollte das Ding auf jeden Fall eine USB-Schnittstelle haben. Natürlich kann man die Karte auch rausnehmen und sie in einen Card Reader geben, das kann man heute bei jedem Laptop hineinstecken, aber das ist auch so eine Sache. Zum Beispiel ist es denke ich eh beim Maycom Handheld so, dass wenn ich die Karte rausgeben will, das Batteriefach demontieren muss. Unter dem Batteriefach findet man die Speicherkarte. Es gibt Redakteure, die mit so etwas nicht zurechtkommen. In der Hinsicht muss man vielleicht die Geräte etwas anschauen. Das war immer ein Nachteil von dem Ding. Das hat uns aber deshalb nicht gestört, weil wir gesagt haben, wir überspielen das und es wird gleich wieder drüber überspielt. Sie sollen das eigentlich gar nicht dauernd raus und rein geben.

7. Der Datenträger ist also kein Kriterium für die Auswahl eines Gerätes.

Nein. Aber wer weiß, wie es sich da weiter entwickelt. Mittlerweile gibt es microSD Karten in den Handys. Da gibt es jetzt solche Karten zu kaufen und einen Adapter dazu, damit Sie es in jeden SD Slot reinbekommen.

8. Als CD-Nachfolger sind ja auch microSD Karten gedacht...

Es ist überhaupt so, dass mittlerweile unsere Redakteure gar nicht mehr eine CD geschickt bekommen. Die Plattenfirmen sagen, dass es im Internet ist und wir es uns anhören sollen und wenn wir es wollen, müssen wir es uns herunterladen. Das kann man dann auch in Qualität herunterladen. Noch dazu gesagt, wir können auch in MP3 spielen, damit wir auch Inhalte aus dem Internet spielen können. Unsere Ausspielsysteme können MP3, Windows Media, Musicam Layer 2 – unser genormtes Format für das tägliche Spiel – und eben unkomprimiert verarbeiten. Das erkennen Sie automatisch. Sie spielen den einen Beitrag, schieben den nächsten Regler auf und wenn das ein MP3 ist, spielt er es dann auch sofort in der Qualität, in der er ihn bekommt. Das hat sich alles sehr geändert. Früher ist das alles nicht gegangen. Da musstest du nur ein Format festlegen und hin und her überspielen. Heute können die Ausspielrechner aufgrund der Rechenleistung das sehr schnell machen. Jetzt ist es aus mit dem Regler-Aufreißen und man kann es wechseln. Ich würde, je nachdem ob ich ein Gerät aussuche für ein Rundfunkunternehmen in Richtung Stabilität und nicht Filigranität gehen, aber wer weiß, wie es sich in 5 Jahren entwickelt, ob es die CF in 5 Jahren noch gibt. Mein erster Fotoapparat hat CF gehabt und jetzt haben sie alle nur noch SD Karten und gehen in Richtung microSD.

9. Was meinen Sie mit „Wir laden das in Qualität herunter“?

WAV

10. Ist es anstatt der vielen CompactFlash Karten nicht besser, man verwendet Festplatten Recorder?

Der Vorteil dieser Speicherkarten ist, dass sie keine mechanisch bewegten Teile haben. Wenn Sie einen Festplattenrecorder nehmen haben Sie immer das Problem, dass Sie drehende Teile haben, wo Feuchtigkeit, Sand, Temperatureinflüsse sehr hoch sein können. Natürlich kann man es auch mit einem Festplattenrecorder probieren, keine Frage. Aber der Trend entwickelt sich in Richtung der Speicherkarten, vor allem auch vom Speichervolumen her, das man bereits am Markt kaufen kann. Was wir Speicherbedarf beim Ton haben, geht es eher in die Richtung Festspeicher ohne mechanische, drehende Teile. Das wird der Weg sein, weil die Audioinhalte bringen wir digitalisiert in bester Qualität rauf. Anders schaut es bei Video aus. Da ist der Datenumfang viel, viel größer.

11. Welche Erwartungen, Hoffnungen haben Sie an die Entwicklung der holografischen Speichertechnik?

Ich hab auf der IBC bei der Firma IKEGAMI den ersten holografischen Speicherrecorder, die daran arbeiten, gesehen mit irrsinnigen Datenmengen. Unglaublich! Die Firma InPhase war am IKEGAMI-Stand. Das sind die, die quasi die Führenden sind. Das sind tolle Technologien. Die Philosophie, auf welche die drauf gekommen sind, wir sicher ganz schlagend sein für Video und besonders für HD Video, wo irrsinnige Datenmengen anfallen. Besonders daran ist, dass sich die trauen, 50 Jahre Lebensdauer zu garantieren mit 20 Millionen Read-Zyklen. Das ist für zukünftige Archive und HD sehr, sehr interessant. Es ist ja so, dass wir beim Fernsehen momentan dort stehen, wo wir bei Hörfunk '93/'94 gestanden sind. Jetzt erst ist für das Fernsehen die Möglichkeit da aufgrund der Speicherentwicklung, der Entwicklung der Netzwerktechnologie, höhere Netzwerkleistungen, dass wir das, was wir beim Hörfunk gemacht haben vor 10, 12, 13 Jahren jetzt massiv beim Fernsehen beginnen. Auch hier ist das Abendrot des Videorecorders angesagt. Derzeit noch nicht, wir arbeiten schon viel auf Servern.

Generell glaube ich, ist die holografische Speichertechnik noch zu jung, um irgendwelche Erwartungen zu haben. Auffällig ist, dass sehr namentlich professionelle Hersteller, wie IKEGAMI InPhase am Stand hatte. Das sind lauter junge Techniker in der Firma. IKEGAMI vertritt diese hohe Technologie. Ich denke, dass das sicher kommen wird. Das größte Hindernis wird allerdings der Wettstreit unter den Firmen sein. Denkt man an die 80er Jahre, wo es die Konkurrenz zwischen den 2 Systemen Video2000 und VHS gab und sich gegenseitig abgeschossen haben nur aus Firmeninteressen. Deshalb ist so eine Prognose, wie sich die holografische Speichertechnik entwickeln wird, sehr, sehr schwierig zu machen. Der Markt macht sicher den Druck, weil er es aus Archivgründen braucht. Der Erhalt der Archive ist eine Zukunftsmusik. Ich habe Kollegen, die sich seit 10 Jahren damit beschäftigen, die Strategien, wie man die Archive rettet, durchzuziehen.

Gerade im Videobereich braucht man beim Digitalisieren Server ohne Ende und da ist diese Technologie sicher die Richtige. Ich gebe der Sache absolut Zukunft. Da steckt sicher auch was dahinter, dass sich die trauen, 50 Jahre Wiedergabe zu garantieren. Das traut sich heute keiner bei einer DVD oder bei einer CD. Wenn sich der Kunststoff verändert, reden wir gar nicht davon, was passiert, wenn die Schicht oben weggekratzt ist, was viel unangenehmer ist, wenn die eigentliche Trägerscheibe blind wird, die sind nicht mehr spielbar. Da weiß keiner, wie lange das dauert. Beweisen können sie es aber auch erst nach 50 Jahren.

12. Finden Sie es unprofessionell, wenn am Audiogerät bereits viele Effekte voreinstellbar sind?

Also bei allen Geräten, die für die Redakteure gedacht sind, lehnen wir das zutiefst ab. Dann können sie nur Unfug damit machen, kommen mit schlechtem Material nach Hause. Nur auf den professionellen Geräten ab einer gewissen Qualitätsstufe schicke ich einen ausgebildeten zumindest Tonassistenten mit, das muss noch kein Tonmeister sein, aber zumindest ein Assi, der weiß, was er tut und woran er dreht, dort ist das sinnvoll. Solange ich es Journalisten in die Hand nehme, geht es darum, es muss 100%ig funktionieren. Die Geräte haben ja sogar einen 10 Sekunden Vorlauf drinnen. Das heißt, die können, wenn er zu spät auf den Recordknopf drückt, die 10 Sekunden vor dem Drücken des Aufnahmeknopfes auch speichern. Wie das genau funktioniert, habe ich noch nicht herausgefunden. Also die ersten paar Silben, selbst wenn sie zu spät drücken, werden auch aufgenommen. Ich glaube, da läuft immer, ohne dass sie auf Aufnahme drücken, das gesprochene Wort in einen 30 Sekunden Speicher rein, der immer da ist, ohne dass sie Record drücken. Und wenn sie Record drücken, dann übernimmt er das und sie haben die 30 Sekunden auch noch. Aber da ist es völlig uninteressant, ob sie Equalizer, Filter oder Ähnliches haben. Da geht es nur darum, es soll sicher drauf sein, es soll verständlich sein, nicht verklirrt sein, nicht übersteuert sein. Da sind wir wieder bei dem alten Thema, was eigentlich noch immer nicht gelöst ist. Da bin ich als Tontechniker sehr unzufrieden. Bei dem FlashMikrofon kannst du einstellen: Eine Automatikfunktion, also AGC, oder händisch aussteuern. Ich will eine dritte Funktion haben, wenn er eh schon eine Automatik drinnen hat, ich will einen Limiter drinnen haben. Für mich ist der Limiter viel wichtiger als die Automatikfunktion. Es ist besser einen mittleren Pegel einzustellen und mit einem Limiter hineinzufahren, wie eine Automatik, die nachzieht. Da haben sie diese grässlichen Interviews, wo einer an einer Straßenecke steht, hinten ist der Straßenverkehr. In jeder Gesprächspause wird der hintere Straßenverkehr in jeder Gesprächspause durch die Automatik hochgezogen. In der ersten Silbe, die er dann spricht, hört man diesen Würger von der Automatik. Automatik ist eigentlich für professionelle Geräte unbrauchbar, aber leider verstehen das viele Hersteller nicht. Egal, welches Interview sie sich anhören, sie können sofort herausfinden, ob der mit Automatik aufgenommen hat. Auf unseren professionellen Videomaschinen ist, wenn wir raus

gehen, immer Automatik ausgeschaltet. Unsere professionellen Geräte haben wir speziell danach ausgesucht, dass sie einen Limiter haben. Da wird der Limiter eingeschaltet und keine Automatik. Das Interview, das mit Automatik aufgenommen wird, ist nicht brauchbar. Das ist das, was für mich ganz wichtig ist. Für einfache Bedingungen so wenige Bedienungen wie möglich nehmen, dass der von seinem Interview mit einem brauchbaren Material kommt. Er kann unter Umständen eine Aussage nicht noch einmal bringen, daher diese Vor-Record-Funktion, die es da gibt bei den Geräten. Das ist ganz wichtig. Bei professionellen Geräten sind Equalizer usw. weniger wichtig. Wichtig ist, Phantomspeisung oder Tonanderspeisung, wenn es die Geräte können, wobei da gibt es Phantomspeisungen, nicht nur 48V, sondern da gibt's welche, die schaffen 9V – Stichwort: Sennheiser usw., die damit funktionieren. Das ist wichtig, um nicht an einer Mikrofontype zu hängen. Es ist eher gut, mit einem guten Grundmaterial zu kommen, wobei es hier wirklich um die Aussteuerung geht. Alles andere macht man im Schnitt und in der Nachbearbeitung im ProTools oder einem anderen Schnittsystem. Das nächste Problem ist, dass ich ja mit einem Ohr im Saal sitze und im anderen Ohr habe ich so einen mickrigen Ohrstöpsel, da kann ich so und so nichts beurteilen. Früher war das anders, da ist ein Tonmeister gesessen mit einem gescheiterten Kopfhörer und einem Nagra bzw. auf den großen professionellen Geräten geht das genau so. Da braucht man halt einen zweiten Mann mit. Das kann der Interviewer nicht machen, weil der muss sich mit dem Interview beschäftigen und nicht mit dem Gerät. Das heißt, alles was Reportagegeräte sind, so wenig wie möglich an Bedienelemente, gute Aussteuerung, möglichst große Übersteuerfähigkeit der Eingangsstufen in der Dimensionierung, dass sie es nicht in der ersten Stufe kaputt machen. Das bringt man nicht mehr weg.

Folgende Liste erhielt der Autor von Herrn Ing. Lessnig:

Dig. Aufzeichnungsgeräte

DAT Ersatz:

Hörfunkjournalisten:

Maycom Handheld Recorder (Rasierer) ca. € 1100.-

www.maycom.nl

Marantz PMD 670 USB ca. € 630.-

www.marantz.com

Außenproduktionen Stereo:

Flashcard - Fieldrecorder Fostex FR-2 ca. € 1100.-

www.fostexdvd.net

Außenproduktionen in 5.1

Fostex PD-6 6CH HD, DVD Recorder ca. € 8500.-

Cantar-X 8CH HD Recorder ca. € 14.500.-

www.cantar.com

weilers hinzugekommen:

Gehobene reportage/Journalisten

Edirol R-1 MP3/Wav Recorder CFbis2GB ca.€ 400.-

www.edirol.com/

Nachfolgegerät zu Marantz PMD 670:

Marantz PMD 671 + Zubehör und 2.Akku: ca.: € 1025.-

www.marantz.com

HHB: DRM85 Flash Mic: ca.: € 700.-

www.hhb.co.uk/flashmic/

Mayah FM 001 Flashman: ca: € 1300.-

www.mayah.com/products/products-portable.htm

Auf Wunsch von TBK von T. Houser angeschafft:

Nagra ARES-M Handheld + Zubehör: ca. € 1000.-

www.nagraaudio.com/

Interview mit Stefan Lainer, MA, geb. 18.10.1969, seit 1992 beim ORF tätig als Tonmeister und Systementwickler, nebenberuflich an der Fachhochschule St. Pölten und vorher an der SAE tätig, am 22.01.2009

1. Können Sie kurz einen Überblick über den aktuellen Stand der mobilen Audiospeichertechnik geben?

Also ich denke, dass mittlerweile alles einerseits digital ist, File-basiert ist, also es wird kaum mehr auf Band aufgenommen. Es gibt zwar noch ein paar Kollegen, die mit Nagras aufnehmen, also mit alten analogen Nagras. Das waren Band-basierte Aufnahmegeräte, die auf 1/4" Band aufnehmen, irgendwo zwischen einer Viertelstunde und einer Dreiviertelstunde darauf bringen, die ihren einzigen Vorteil, ihre einzige Daseinsberechtigung glaube ich noch in der Robustheit haben. Das heißt, sobald man einen Filmdreh in der Sahara oder in der Antarktis macht, wird man oft noch auf solche Geräte zurückgreifen. Auch deswegen, weil viele Firmproduktionsfirmen diese Geräte immer noch haben. Sie werden auch noch serviciert. Haupthersteller ist immer noch die Firma Nagra-Kudelski in der Schweiz. Ich weiß nicht, ob sie die Dinger noch bauen, aber es gibt auf jeden Fall noch die Teile und Service usw. Also da ist schon Band noch aufgrund der Zuverlässigkeit noch ein Thema. Gerade in diesem Hardcore-Bereich gibt es aber mittlerweile auch schon Nachfolger zum Beispiel von der Firma Aaton, der Cantar-X. Das ist so ein 8-Spur Harddisc Recorder im extrem robusten Design, so Aluminium-Körper,... also ganz heftig, irrsinnig teuer, ich glaube, auch so zwischen 10 und 14 000 Euro, je nach Ausbaustufe. Aber das sind halt schon die Extrepositionen. In meinem Bereich, das ist typischerweise der Rundfunk und auch sonst alle Leute, die irgendwie mit mobilen Geräten aufnehmen – wobei ich glaube, dass der Rundfunk da der

Hauptabnehmer ist, weil da laufen halt Redakteure herum oder auch Techniker und nehmen im freien Feld auf – da ist es mittlerweile komplett digitalisiert. Das ist eine Entwicklung, die in den letzten 10 Jahren eigentlich passiert ist. Typischerweise für den Rundfunk eher konservativ, das heißt der Rundfunk prüft zuerst sehr lange, bevor er umsteigt. In diesem Fall ist es nicht nur eine Gerätegeneration, die man gewechselt hat, sondern es ist ein kompletter Paradigmenwechsel vom analogen doch bandgestützten Gerät hin zur Digitalisierung, wo es mehrere Gerätegenerationen gegeben hat. Ich kann mich erinnern, die ersten haben noch auf CF-Karten, auf CompactFlash aufgenommen, weil damals die CF-Karte als robustestes Speichermedium galt im digitalen Bereich, weil Festplatten aufgrund der bewegten Teile, aufgrund Erschütterungen usw., die Schreib-/Leseköpfe crashen mit den Platten. Deswegen waren Festplatten nicht so wirklich ein Thema, sind sie auch nach wie vor nicht. Das heißt, so lange wir von der Reportage sprechen, waren es am Anfang sich er diese CompactFlash-basierten Geräte. Auch die ersten Geräte, die wir eingekauft und getestet haben, waren CompactFlash, das war Denon F20, so hieß der. Den gibt es glaube ich gar nicht mehr. Auch der war ein CompactFlash-basiertes Gerät. Es hatte aber noch keine digitale Schnittstelle, also keine filebasierende Schnittstelle wie USB. Das heißt, man musste die Karte rausnehmen, irgendwo in ein Lesegerät reinstecken, im Rechner die Karte auslesen, die Files transferieren. Das war also die erste Generation. Die nächste Generation war dann so Edirol R-1, noch immer CF-Karte, aber immerhin auch schon eine USB 2.0-Schnittstelle. Das heißt, man muss die Karte nicht mehr raus und rein geben, um die Daten lesen zu können, sondern man steckt ein USB-Kabel an, was auch mechanisch für die Karte wesentlich besser ist. Und dann war eigentlich schon der Schritt hin zu den Geräten mit SD Karten. Diese SD Karte, die sich vor allem schon in der Amateurfotografie massiv durchgesetzt hat. Die ist prinzipiell auch von der Fertigung etwas günstiger. Mittlerweile denke ich, dass es das Standarddigitalmedium schlechthin ist. Also wenn mich Leute fragen, was eigentlich der Nachfolger der Compact Kasette oder auch CD-Audio ist, würde ich auch sagen eigentlich die SD Karte. Das ist so am ehesten das mehrheitsfähige, Speichermedium, sicher auch USB-Sticks usw. Aber in den meisten Fällen hat man es mit irgendeiner SD Karte als Speichermedium zu tun bei einem Aufnahmegerät. Das heißt, mittlerweile sind wir in der dritten oder fast schon vierten Generation von Geräten. Das sind jetzt Geräte mit SD Karten, USB 2.0 Schnittstelle, in den meisten Fällen schon mit eingebauten Mikrofonen, ein bisschen robuster, das hat so ein bisschen Walkman-Format, die Neuen, die Edirol R09, die wir jetzt da im Rundfunk massiv einsetzen. Das ist eigentlich ein ganz guter Durchschnitt aus „robustes Aufnahmemedium“, USB2.0 Schnittstelle, eingebautem Mikrofone, mittlerweile auch ein bisschen so ein Gummigehäuse, die Tasten sind groß genug, dass man sie auch noch mit Winterhandschuhen noch trifft, was zumindest für Rundfunk ein Thema ist. Man muss auch gleichzeitig sagen, dass es den wirklich professionellen Recorder in der Form nicht mehr so sehr gibt. So, wie es früher noch dieses professionelle Nagra usw. gegeben hat,

sind es heutzutage entweder ganz radikale Geräte, wie der erwähnte Cantar-X von Aaton, die einfach auch schon irrsinnig viel kosten und nur für ganz spezielle Einsätze Sinn machen. Aber dieses Wald und Wiesen Profigerät gibt es eigentlich nicht mehr. Der Rundfunk kauft eigentlich Consumer oder „Prosumer“ Geräte ein, also ein bisschen bessere Consumer-Dinger. Von daher wissen wir auch, dass die Dinger ungefähr 2-3 Jahre halten und dann schmeißen wir sie meistens weg, weil sich eine Reparatur nicht auszahlt und kauft sich ein neues, das dann meistens auch schon die nächste Generation der Geräte ist. Das soll heißen, dass wir immer noch in dieser Entwicklung drinnen sind. Einen endgültigen Standard gibt es nicht, denke ich im Moment.

2. Kann man noch zwischen Consumer- und professionellem Gerät unterscheiden?

Deswegen hab ich Prosumer gesagt. Das ist diese blöde Wortmischung. Das heißt, das ist ein Gerät, das eigentlich für Consumer gedacht ist, das aber dann doch eher auch von Profis eingesetzt wird. Ich weiß das liegt daran – weil ich darüber mit vielen Herstellern auf Messen diskutiert habe – dass es sich für einen Gerätehersteller kaum auszahlt, Profigeräte zu bauen. Die kaufen zu wenige Leute. Die Rundfunkanstalten, die mittlerweile jetzt, durch die Rezession noch viel stärker, sowieso massiv sparen müssen, sparen halt bei diesen großen Stückzahlen, weil sogar ein Landesstudio, das noch nicht die großen Stückzahlen einkauft, aber auch so wie hier in Niederösterreich – wir haben im Moment sicher auch um die 60 Edirols angekauft. Das ist ein Multiplikator, wo man sagt, kostet das Gerät 200 oder 2000, da ist ein Unterschied. 2000 wäre aber ungefähr der Unterschied zwischen einem Super-Wahnsinns-Gerät wie Cantar-X und einem reinen Consumer-Gerät wie Edirol um 250 oder so. Diesen Preisbereich gibt es nicht. Kein Mensch erzeugt im Moment ein Gerät, das den professionellen Ansprüchen genügt und das vielleicht nicht so extrem hitze- und kältefest ist und welches man nicht 3x auf die Erde werfen kann, das trotzdem mit größeren Bedieneinheiten, mit professionellen Vorverstärkern, großen Anzeigen usw. ... Das gibt es tatsächlich nicht oder ganz reduziert. Ich habe dann bei uns den Marantz empfohlen und der ist dann auch gekauft worden. Das ist eines der wenigen Geräte, die halbwegs einen größeren Formfaktor haben, wo also der Tonmeister halbwegs das Gefühl hat, er hat etwas in der Hand und nicht nur so einen Party-Walkman wie das Edirol, wo man auch größere Potentiometer darauf hat, wo man tatsächlich auch etwas pegeln kann, der auch größere, vernünftige Anzeigen hat, sowohl für Pegel-, Batteriestand, Laufzeit usw. Trotzdem verhält er sich von der Aufnahmequalität auch nicht anders. Er hat halt nur etwas mehr Profifeatures nach außen. Aber von der tatsächlichen Tonqualität, die erreichbar ist, ist der auch auf keinem anderen Standard. Und deswegen haben wahrscheinlich die meisten Hersteller gesagt, dass sie so was gar nicht bauen, weil das eh kaum jemand kauft. Denn in einer typischen Redaktion, im Rundfunk zumindest, machen die Redakteure das allermeiste selbst. Das heißt, in Wirklichkeit sind tagtäglich 50, 60 Leute mit Edirols unterwegs, aber nur ein

Tonmeister mit einem Denon oder Marantz. Auch für Denon oder Marantz zahlt es sich kaum mehr aus, diese Geräte zu erzeugen, weil sie sie kaum mehr verkaufen würden, weil diesen Job eigentlich kaum mehr die Tonmeister machen, sondern eigentlich die Redakteure selber. Damit erzeugt man eher diese kleinen Prosumergeräte, die vielleicht nicht jeder für zu Hause kaufen würde, aber die dann trotzdem eigentlich auch einen Rundfunk zufrieden stellen können. Ein typischer Einsatz ist halt nicht in der Arktis oder in der Sahara, sondern eher in der Wiener Innenstadt und dort tut es ein Edirol genau so. Und an dem Punkt sind wir. Aber ich kann von vielen melancholischen Tonmeistern berichten, die sich sehr wünschen würden, dass es da ein bisschen ein wertigeres Gerät geben würde. Das gibt es nicht. Es gibt zum Beispiel von der Firma Sounddevices eine Baureihe, die recht vernünftig aufgebaut sind aus Aluminiumgehäuse, also richtige, echte Metallpotis, besser gelagert usw. Die Audioqualität ist auch Standard, digitalisiert, vernünftige Wandler, aber von der ganzen Verarbeitung – Metallgehäuse – doch deutlich wertiger. Die liegen auch für mich in einem vernünftigen Preissegment, so um die 1000 Euro. Das Problem aber ist, dass sie, weil es eine amerikanische Entwicklung ist, nur Firewire Ports haben. Das ist auch wieder ein bisschen doof, weil jeder Wald und Wiesen Rechner hat USB. Das mit USB2.0 quasi mit Firewire gleichgestellt ist. Nur in Amerika bauen sie halt Firewire ein, weil dort sehr viele Leute gerade in Produktionsumgebungen ihre Macs herumstehen haben und die haben halt Firewire. Und ich bin auf den Messen auch mit denen in Diskussion geraten und hab gesagt: „Bitte macht eine Edition mit USB2.0 Schnittstellen.“ Und wir kaufen die dann. Nein, das machen sie nicht, weil für den amerikanischen Markt reicht es und für Europa ... naja, dann halt nicht. Das liegt auch daran, dass sie nicht so viele von diesen Dingen verkaufen. Für Amerika reicht es und für den Schritt nach Europa müssten sie die Entwicklung umstellen, müssten eine eigene Produktionslinie einbauen, die auf USB2.0 Schnittstellen setzt und das wollen sie nicht. Der Markt ist einfach viel zu klein, als dass es für irgendeinen Hersteller interessant wird.

3. Kann man behaupten, dass der Unterschied zwischen einem professionellem Gerät und einem Prosumer-Gerät in der Robustheit liegt?

Ja, er liegt in der Bedienbarkeit: größer, festeres Gehäuse, andere Werkstoffe usw. Also interessanterweise kann man nicht mehr so wie früher sagen, die Compact Kasette ist mehr so der Consumerbereich, die hat auch schlechter geklungen, die hat gerauscht usw. und Bänder und in weiterer Folge CD usw. war dann eher der Prosumer- bis Profibereich. Die klingen auch besser. Die Unterscheidung im Sound ist es nicht mehr. Das finde ich eigentlich auch sympathisch. Wir haben 60 Leute, die mit Edirols herumlaufen, die nur vom Material her und von der Haptik her schlechter sind, aber vom Sound her sind sie im Prinzip genauso gut wie ein anderer Digitalrecorder, was aber eh gut ist. Dadurch kostet es uns auch weniger. Wer halt dabei übrig bleibt, sind ein paar Tonmeister, die traurig sind, weil es keine echten Profigeräte mehr gibt und wenn dann nur um 10 000 Euro und das kauft wiederum kein technischer Leiter ein, weil es sich nicht auszahlt.

4. Kann man auch anhand der Anschlüsse unterscheiden, ob es sich um ein professionelles Gerät handelt?

Ja, absolut. Typischerweise XLR-Anschlüsse haben die Vorteile, dass sie in der Lage sind, direkt Mikrofone aufzunehmen, sie sind verriegelt, das heißt, das Kabel kann nicht so leicht rausrutschen, weil es einschnappt, gleichzeitig dreipolig, das heißt symmetrisch mit der Möglichkeit zur Phantomspeisung, das heißt man kann damit auch hochwertige Mikrofone verwenden. Da ist sicher auch ein Unterschied, auch preislich, weil einfach eine XLR Buchse oder auch eine 2 davon deutlich mehr kosten als so ein kleiner Miniklinkenanschluss. Die Hersteller haben das aber finde ich ganz geschickt gelöst, indem diese internen eingebauten Mikrofone, gerade bei den Edirols, mittlerweile gibt es die auch bei Marantz usw. eigentlich recht gut funktionieren. Man muss die Geräte sehr ruhig halten, weil sie nicht griffkompensiert sind. Das heißt, würde man die Hand bewegen, wenn man recht nervös ist beim Interview, dann hört man das, die Griffgeräusche, wie auch bei vielen Mikrofonen. Aber sobald man das Gerät ruhig hält oder hinstellt, ist es von der Audioqualität her gerade für die Reportage ausreichend. Also viele von uns sind da selber drauf gekommen und lassen das externe Mikrofon weg. Das externe Mikrofon hat eher so den Zweck, dass man irgendwo den ORF-Würfel draufgeben muss. Das geht auf das Edirol nicht. Dafür ist das Loch zu klein. Aber von der akustischen, von der technischen Qualität her sind diese eingebauten Mikros eigentlich ziemlich gut. Für die Reportage, wo es sprachverständlich sein muss, aber wo es überhaupt nicht nach goldenem Musikvereinsaal klingen muss, ist das total ok. Und die meisten Jobs sind halt Reportagejobs. Und wenn er wirklich einmal das Neujahrskonzert aufnimmt, dann wird er sich eh dort den Mitschnitt vom Tonmeister vor Ort erbeten. Das wird er dann eh nicht mir so einem Gerät machen. Aber die wenigsten Jobs sind so anspruchsvoll, auch technisch. Aber gerade das Material, die Schnittstellenausstattung, wie viel Ein- Ausgänge, digitale, analoge Audioschnittstellen usw. da liegen die Unterschiede.

5. XLR entspricht dann einem Profigerät.

Absolut. Ich merke auch, dass sich viele Redakteure dran stoßen, dass das Edirol so schön klein ist, das passt gut in die Handtasche gerade bei Damen, und wenn sie dann das externe Mikro mitschleppen mit einem langen XLR Kabel und dann vielleicht noch den Würfel mit dazu, das braucht eigentlich dann 3x so viel Platz wie das Edirol und macht die Aufnahmen nicht unbedingt besser. Und es bringt auch mehr Fehlerquellen. Das Kabel kann verrutschen, weil es eben nicht verriegelt ist, weil es nur ein Klinkenstecker ist, die Batterie vom Mikro kann leer werden, das Kabel kann kaputt werden,... Da ist das Edirol mit den eingebauten Mikros sehr praktisch. Und so leid es mir als eingeschworener Tontechniker tut, muss ich sagen, es ist natürlich ein schwächeres Gerät, aber für die meisten Einsätze reicht es ganz locker. Es ist schön durchschaubar.

Ich merke auch, dass die meisten Redakteure sehr glücklich sind damit. Man drückt einmal auf Record, es blinkt, man sieht den Pegel und wenn es zappelt, drückt man noch einmal drauf, dann leuchtet es und das war es und das Ding nimmt auf. Dann steckt man es an einen Rechner an und man kann typischerweise mit 10facher Echtzeit das File überziehen. Eine PK von einer Dreiviertelstunde hat man innerhalb von ein paar Minuten am Rechner und dann kann man es schon zerschneiden. Das ist ja 10 Mal besser, als noch mit irgendwelchen Minidiscs, die wir auch hatten, zu arbeiten.

6. Wie unterscheiden sich CompactFlash Karten von SD Karten.

CompactFlash Karten sind mechanisch sicher stabiler, auch ein bisschen aufwendiger, weil CompactFlash Karten ein so ein kleines eingebautes Bios haben, deswegen glaube ich auch eine kleine Stromversorgung. Das heißt, sie haben ein gewisses Eigenwissen, eine gewisse Eigenintelligenz, was die SD Karte nicht hat. Das war denke ich ein sehr päpstlicher Versuch, die Speichermedien irgendwie intelligent zu machen, die sich selber noch ein wenig verifizieren konnten usw. Es muss nur einfach nicht sein. Das war am Anfang der Standard und man hat gedacht, dass man CompactFlash braucht, mittlerweile bauen die Hersteller SD Karten Schächte ein, weil das noch einmal etwas billiger ist. Geräte mit CompactFlash Kartenslots kosten einfach noch einmal um ein paar Prozent mehr und auch dort wurde dann noch einmal gespart. Die vergleichbaren Edirols sind dann noch einmal um 20, 30 Euro günstiger mit dem SD Kartenschacht. Die CompactFlash Karte ist noch in Profikameras drinnen, aber auch die steigen jetzt schon um. Eigentlich denke ich, wird das Format verschwinden. Bei den microSD Karten habe ich dann schon da Problem, dass man sie verliert oder einfach gerade mit Handschuhen nicht mehr bedienen kann oder große, alte Redakteure mit großen, fleischeigenen Händen, der fühlt sich verarscht, wenn das Ding kleiner als sein Fingernagel ist. Da ist ähnlich wie bei den Handys, wo man aufpassen muss, dass die Dinger noch bedienbar bleiben. Die Handygröße ist nur noch abhängig vom Ohr-Mund-Abstand. Die SD Karte kann man wahrscheinlich irgendwann mal 2 mm² groß machen. Aber gerade in unserem Bereich macht es keinen Sinn mehr, weil wir müssen die Dinger auch noch in die Hand nehmen können. Aber vielleicht bauen sie einen Adapter rundherum, damit man es besser angreifen kann. Das macht für Handys Sinn, wo es sehr klein sein soll. Bei einem Reportagegerät, das eh eine gewisse Grundgröße hat, damit man es besser in der Hand halten kann, da ist SD vom Formfaktor her absolut richtig.

7. Wird die Karte überhaupt raus genommen oder werden die Daten nur über USB übertragen?

Sinnvollerweise nicht. Ich sage den Leuten, sie mögen die Karte nach jedem Einsatz, wenn die Files überspielt sind und die Daten dupliziert sind, formatieren. Dadurch wird die resetet usw. Da ist auch ein Unterschied, dass professionellere, Prosumergeräte, wie die Marantzen, die wir einsetzen im Tonmeisterbetrieb, die können die Karten auch Arrow-

checken. Das heißt, da läuft so ein Verifizierungsprozess drüber, der die Karte einfach ganz kurz mit Daten beschreibt, der sie ausliest und schaut, ob die Karte noch soweit in Ordnung ist oder nicht, das ersparen sich günstigere Geräte halt auch. Aber wenn eine Karte kaputt wird, muss man sie halt austauschen. Das ist sowie so ein Verschleißteil. Mir ist nur wichtig, dass die Leute aufpassen. Wir merken schon, dass die Geräte für unseren harten Umgang nicht gebaut sind. Die werden dann schon schneller kaputt, auch mechanisch. Wir haben zum Beispiel alle paar Monate ein Edirol mit einem gesplitteten Display, auch deswegen, weil die Geräte ja nicht den Mitarbeitern gehören. Man passt auf ein Gerät, das man selber gekauft hat, anders auf, als ein Ding, das man halt zugeordnet bekommt. Wir prüfen halt die Geräte und das was wir für sinnvoll erachten, das empfehlen wir dann zum Einkauf. Ich gehe aber davon aus, dass es in spätestens 2 Jahren dann schon wieder eine neue Generation gibt. Im Moment ist es wirklich so ein Paradigmenwechsel weg von dem superen, teurem Gerät, was man einmal kauft und das hat man die nächsten 15, 20 Jahre hin zu einem sich sehr schnell veränderndem Geräteaussehen und –funktionalität und dafür muss man halt laufend testen und alle 2 Jahre neue Gerätetypen kaufen. Die sind aber in Relation auch viel günstiger. Man wirft die dann nach 2 Jahren weg und kauft sich ein neues Ding um 300 Euro. Das ist auch für viele, gerade ältere Mitarbeiter schwierig zu verstehen, weil die eher mit einer Wertigkeit eines Produktes verbunden sind. Man kauft sich eine Küche und die hält dann die nächsten 30 Jahre. Und im professionellen Bereich beim ORF sollte das ja auch so sein. Es ist nicht mehr so. Das ist doch ein krasser Einschnitt.

8. Bei den Speicherkarten hat man das Problem, dass die Daten im Gegensatz zu der Speicherung auf Bändern, plötzlich nicht mehr da sind.

Das ist auch zu erwarten durch Temperaturunterschied usw. Ein Gerät das 300 Euro kostet, wird nicht so zuverlässig funktionieren wie ein professionelles Nagra Tonbandgerät, das in Relation 10 000 Euro gekostet hat, 140 000 Schilling für so ein Ding. Aber jetzt verstehe ich auch, dass jeder technische Leiter, jeder Controller sagt, wir kaufen nicht mehr 50 Nagras das Stück 10 000 Euro, sondern wir kaufen dafür halt 100 Edirols das Stück 300 Euro. Und wenn die kaputt sind, dann sagen wir, kauf die ein neues. Wir machen es ja auch in Richtung Hörer und Seher so, dass wir sagen, ihr müsst jetzt alle damit leben, dass die Qualität ein bisschen geringer wird, dafür können wir schon drastisch Kosten sparen, weil die letzten 10% in der Qualität kosten die letzten 70%, die man am Budget hat. Je weiter ich mich steigern möchte, desto weiter explodieren die Kosten. Also nur ein bisschen etwas an Qualität zu sparen, kann schon sehr viel an Kosten sparen. Das passiert jetzt.

9. Von der Audioqualität her kann man jedoch keinen so großen Unterschied erkennen.

Ich denke auch, dass wir in den letzten 10 Jahren eigentlich ein bisschen das Toplevel erreicht haben. Bei einer Kassette war noch klar erkennbar, die klingt schlechter als das Original. Ich denke auch bei den ersten CDs, gerade Klassik-CDs, war auch klar, die klingen schlechter als das Original, das war recht glasig usw., weil schlechter Wandler und auch noch kein sehr klarer Umgang mit der Technologie, weil das Wissen noch nicht vorhanden war. Aber spätestens seit Anfang der 90er sind wir schon in dem Bereich, wo ich sage, wir sind linear. Das menschliche Ohr kann, wenn die ganze Reproduktionskette in Ordnung ist, das Original nicht mehr von der Aufnahme unterscheiden. Zum Beispiel bei einer simplen Sprachaufnahme gelingt es den meisten bei einer linearen Aufnahme nicht schon damals mit zumindest 20Bit und 48kHz einen Unterschied zu hören. Da ist auch in Wirklichkeit kaum mehr einer. Spätestens mit 24Bit Wandlern und 96kHz, die haben durchaus auch ihre Gültigkeit in manchen Bereichen, da ist es dann wirklich linear. Da empfinde ich es dann wirklich als 1:1 Abbildung des Originals. Und siehe da, da ist die Bewegung aufgekommen, das Material bewusst wieder zu reduzieren. Wir reden jetzt von MP3s, wo mit irgendwelchen psychoakustischen Algorithmen Datenrate/Datenmenge eingespart wird. Es ist schon zu sehen, dass das für viele der De facto Standard ist. Auch deswegen glaube ich, weil es die Audioindustrie nicht verstanden hat, hochqualitative Audiomedien an den Mann, an die Frau zu bringen. Die haben ein bisschen mit SACD herumgetan und DVD-Audio uns so und haben sich in Expertengremien darüber gestritten und haben bei der Gelegenheit einfach übersehen, dass sich die DVD-Video schon längst durchgesetzt hat, auch als Mehrkanal-Audioträger. Das war verrückt eigentlich. Jetzt tun die meisten unserer Kinder mit MP3s herum und glauben, das ist eh schon super. Die professionelle Audiobranche hat sich ordentlich ins Knie geschossen.

10. Nach welchem Kriterium werden die Geräte ausgesucht?

Da gibt es auch einen großen Unterschied. Die längste Zeit hat man die Geräte gekauft, indem man gesagt hat, wir nehmen das Beste von den besten Herstellern, die uns auch irgendwie nahe sind, vielleicht auch von Deutschen, Neumann-Mikros und Studer-Bandmaschinen, weil das ist richtiges toughes Zeug und das stimmt auch und hat dafür sehr, sehr viel Geld ausgegeben für einen extrem hohen Standard, der durchaus seine Wertigkeit hatte. Mittlerweile muss ich sagen, dass die Audioqualität, die technische Qualität immer in Relation gesetzt wird zu den Kosten. Es ist nicht so, dass uns die Qualität Wurst wäre, aber wir beurteilen immer ganz klar, welche Geräte brauche ich. Brauche ich wirklich Hi-End Qualität? Für welche Anwendung? Welche Kosten habe ich da dementsprechend? Deshalb sagen wir, dass es für einen Nachrichtenbeitrag oder irgendeine Reportage ein Edirol tut mit 128 oder 192kbps Datenrate. Das reicht. Gehen wir aber in den Bereich der Trailerproduktion oder wo wir halt mit unseren aktuellen Stimmen verfahren – unsere aktuellen Voice Prozessoren laufen 96kHz und sampeln mit 24Bit, allein schon deshalb, um zu Beginn der Wertschöpfungskette im Audio am Sender die höchstmögliche Qualität in den Sender zu bekommen. Das wird zwar dann auch

wieder herunter gerechnet auf 256kbps und wird so zum Sender gebracht, aber da versucht man dann schon, die höchstmögliche Qualität zu behalten. Audiofiles werden bei uns zum Beispiel mit 256kbps ins System aufgenommen, beim Einspielen kodiert auf einen datenreduzierten Standard. Und dann gibt es auch noch die HiEnd Angelegenheiten, wo man nicht nur sehr hochwertig mischt, sondern auch abbilden möchte für zum Beispiel in der weiteren Folge dann BluRay Authoring usw. Dort geht man dann sicher auch über 96kHz oder 192kHz Systeme, löst auch mit 24Bit Wandlern auf und versucht das Material auf diesem hohen Level auf den Datenträger zu bekommen, was auch immer das dann ist. Das meine ich mit Skalierung. Das gab es früher nicht. Früher gab es nur einen Standard, das war halt das Band. Dann hat, wenn alles bestmöglich eingemessen war, überall denselben Sound gehabt. Alle Leitungen in diesem Haus haben den Standard behalten. Da gab es keine Skalierung. Mittlerweile überlegen wir uns genau, für welchen Zweck welche Qualität und von daher auch, welcher Kostenaufwand. Das ist ein Riesenunterschied. Damit kämpfen auch immer noch sehr, sehr viele Techniker, sehr viele Kollegen von mir, weil sie es nicht hinnehmen wollen. Die wollen immer noch überall den gleichen Qualitätsstandard anlegen, mit dem Argument, immer nur das Beste ist gut genug, zweitens aber auch, weil es viel einfacher ist, wenn man nur einen Standard anlegt. Man braucht sich nie überleben, ob das auch günstiger ginge. Das bedeutet auch, dass keiner von denen in der Lage wäre, seinen Betrieb so zu führen, wie er zu Hause seinen Haushalt verwaltet. Da wird er nämlich auch nicht überall das Beste kaufen, sondern das, was es halt braucht. Der ORF hat sicher auch den Fehler gemacht, seinen Mitarbeitern die längste Zeit ganz radikal auf höchste Qualität einzuschwören. Und jetzt sind wir in einer Rezession und müssen echt aufpassen, dass wir alles überhaupt am Leben erhalten und nur dort, wo es Wert ist, HiEnd Qualität einzusetzen. Bis zum Konsumenten, Ö1 kann man mittlerweile als Dolby Surround Signal über Satelliten empfangen. Wir kämen aber nicht auf die Idee, das Gleiche bei einem Lokalsender anzuwenden, weil man es auch nicht braucht. Die Nachrichtenqualität reicht dem Hörer in einer „normalen“ Qualität und ein O-Ton, der sehr wichtig ist, kann ruhig auch sehr bröselig klingen, Hauptsache man versteht ihn. Es geht um den Inhalt. Mittlerweile machen wir Telefoninterviews und fahren nicht mehr zu dem Interviewpartner hin, weil es sich nicht auszahlt hinzufahren. Die Kosten sind plötzlich ein Faktor. Das ist neu.

11. Sind Faktoren wie SNR, Klirrfaktor und Ähnliches ein Kriterium beim Kauf?

Ich habe seit ein paar Jahren den Eindruck, dass die Wandler eh alle gleich sind und quasi gleich klingen. Eine Zeit lang habe ich relativ viel Mastering gemacht und da ist es klar, dass man sich wie ein Wahnsinniger auf die Wandlerdaten stürzt und das komplett quervergleicht und von den Wandlern schwärmt, die sie auch für Herr der Ringe genommen haben, weil nur die die höchste Auflösung haben und nur die klingen wirklich so nahe wie möglich am Original. Aber das ist auch eine extrem spezielle HiEnd Nischenanwendung. Im Rundfunk geht es um Geräte, die einen soliden Gerätestandard

erfüllen. Auch deswegen, weil ein Wandler, der um 10% besser ist, um 50% mehr kostet, der kostet sicher das Doppelte, wenn nicht noch mehr. Und diese letzten 10% brauchen wir bei uns nicht. Bei den Datenblättern interessiert mich nur, ob so gewissen Mindeststandards, die mittlerweile eher Durchschnittsstandards sind, erfüllt werden. In den 90er Jahren war das wirklich noch ein Thema, wo man hinschauen musste, allein schon, wie tasten die Wandler ab, weil einfach zwischen 16 und 18Bit durchaus ein relevanter Unterschied ist und noch nicht jeder Mensch 24Bit Wandler eingebaut hat. Mittlerweile sind die 24Bit Wandler auch so günstig, dass man sie in den meisten Geräten findet und damit sind so Sachen wie die Dynamik und SNR kein wirkliches Thema mehr. Interessant ist es höchstens dort, wo man ein externes Mikrofon ansteckt, weil dann wieder interessant ist, wie gut sind die Vorverstärker. Da merken wir auch, dass die Geräte genau dort sparen. Die Prosumerklasse im Vergleich jetzt die Marantz und Cantar-X sparen ganz klar bei den Vorverstärkern, weil die Geld kosten. Die Wandler selber sind nicht mehr so der Punkt, aber die Vorverstärker, die das Signal doch analog vorverstärken und dem Wandler dann zuführen, die sind beim Cantar-X wirklich um 3 Klassen besser. Das hört man auch. Das Gerät klingt sauberer, transparenter und viel, viel knapper am Original. Man hat das Gefühl, ein qualitatives Signal zu erhalten, was auch stimmt. Beim Marantz oder bei den gängigen Denons ist das Signal halt doch einfach ein bisschen schwächer, das heißt, es klingt ein bisschen matter, man hat das Gefühl, es ist jetzt nicht mehr so voluminös, es verleiht nicht soviel Körper. Nur das ist ein Bereich, da reden wir eher von audiophilen Anwendungen. In der Rundfunkbranche, bei der täglichen Reportage ist das kein Thema. Da hört keiner zu und sagt, das hat ein bisschen weniger Körper. Diese Durchschnittskriterien werden auch schon von den günstigen Geräten a lá Edirol erfüllt. Deswegen braucht man dort gar nicht mehr so hinschauen. Wichtiger ist da fast das Handling. Ist das Gerät ordentlich benutzbar, kann man es auch noch mit Winterhandschuhen bedienen, ist es halbwegs spritzwassergeschützt, kann es auch mal in den Schnee fallen und es spielt weiter, also eher so Anwendungsgeschichten. Aber die audiatechnische Qualität ist mittlerweile auf einen recht guten Standard, da muss man sich keine großen Sorgen mehr machen, was man kauft. Edirol als Roland-Tochter ist echt ein guter Qualitätsstandard.

12. Was genau soll ein Vorverstärker bei professionellen Geräten können?

Es kommt auf die Anwendung drauf an, aber wenn es ein Mikrofonvorverstärker ist, sollte er, so würde ich sagen, zwischen 60 und 80dB sauber linear verstärken können. Für einen billigen Vorverstärker ist das echt nicht machbar. Die gehen da eher gegen 40 hin und das der das ohne großartigen Klirr und linear kann, dort ist dann sehr wohl ein Unterschied. Es ist fast wichtiger, sich die im AB-Vergleich anzuhören. Wenn man sich wirklich einen Vorverstärker aussucht, muss man sie hören und muss sagen, was passt mir vom Eigensound zur Anwendung. Ich kenn viele Leute in Tonstudios, die wirklich für die unterschiedlichsten Anwendungen unterschiedliche Vorverstärker verwenden auch in

Kombination mit dem Mikrofon. Der sagt, das Mikrofon klingt einfach mit dem Vorverstärker-Wandler am besten. Und der checkt sich das in wochenlanger Hörarbeit aus, was für ihn da am besten funktioniert. Aber da sind wir absolut im Bereich der letzten paar Prozent. Alle diese Dinge sind sehr gut, sind sehr hochwertig, kosten jede Menge, also das ist eher eine ästhetische Entscheidung. Sobald man auf einen Hersteller trifft, der halbwegs einen Namen hat, dann ist das auch eine vertretbare Qualität. Außer man geht in Richtung Mastering und Hollywood-Produktionen. Die leisten sich dann mehr.

13. Kann man von Sony und Olympus auch eine ausreichende Qualität erwarten?

Sony hat schon eine ganz vernünftige Audiodevision, denen traue ich da mehr zu, Olympus weniger, wobei ich will ihnen da nicht Unrecht tun. Aber man tut sich teilweise auch schwer, dass man diesen Riesen-Boost an Herstellern noch auseinandersortiert. Ich hab eigentlich wenig Lust mich hinzusetzen und 20 Hersteller durchzukramen mit ihren Produkten, weil jeder irgendein pseudoprofessionelles Gerät auf den Markt bringt. Ich merke auch, dass es auch welche gibt wie Edirol, die dann doch in Richtung Prosumer neigen, allein schon, weil sie robustere Gehäuse, größere Tasten, technisch irgendwie saubere Grundwerte liefern. Sony bringt technisch auch prinzipiell sehr, sehr gute Werte, aber die neigen dazu, dass sie zu viele kleine Walkmantasten einbauen, die man dann zum Teil mit einem Bleistift bedienen muss. Das schließt sie schon einmal aus. Ich bin fast dankbar, dass sie das tun, weil dadurch ist der Markt ein bisschen kleiner. Aber gerade bei so mobilen Audiogeräten ist der Markt in den letzten Jahren ziemlich aufgegangen, weil sie doch gemerkt haben, dass da Geld drinnen ist und dass die Rundfunkanstalten das Zeug kaufen. Aber nach wie vor finde ich keine Hersteller, der exakt das Gerät baut, das ich gerne hätte. Nämlich so um die 2000, 3000 Euro mit doch einem großen, griffigen, guten Gehäuse usw. mit nicht nur einer SD Karte sondern 2 damit man unterbrechungsfrei aufnehmen kann falls einem die SD Karte ausgeht usw. spritzwassergeschützt, größere Tasten, gute Vorverstärker, nicht nur 2 sondern 4, eine kleine Mischfunktion drauf. Bei den meisten kann man zwar 2 Mikrofone anstecken, zum Teil auch über XLR, aber wenn ich 2 Mikrofone anstecke, habe ich das links angesteckte Mikro immer auf der linken Spur und das Rechte rechts, was für die Reportage doof ist. Denn wenn ich 2 Mikrofone habe, möchte ich, dass beide in der Mitte abgebildet werden und ich kann aber beide nicht auf Mono in die Mitte legen. Da hören Hersteller wie Marantz oder Denon einfach nicht drauf, was der Rundfunkbereich eigentlich braucht. Die sagen, das ist ein Stereo Field Recorder und stecke das Stereomikro an. Aber bei einem Interview, wo ich das Stereomikro in die Mitte stelle und die eine Seite zu dir und die andere Seite zu mir zeigt, brauche ich beide in der Mitte. Das ist ein typisches Detail, das die Hersteller bis heute nicht berücksichtigt haben. Es gibt immer noch ein paar offene Punkte, die der Rundfunk ganz gerne hätte, aber der Rundfunk alleine ist einfach zu klein, dass die Hersteller was bauen würden. Aber die meisten Leute, die bei uns die Interviews

durchführen, machen eh keine Stereoaufnahmen. In Wirklichkeit ist meistens nur der Interviewpartner interessant oder sie halten das Mikrofon hin und her. Von daher ist das nur eine Tonmeisteranwendung, wo der Tonmeister sitzt, beide Leute, die miteinander reden, aufnimmt und beide in der Mitte erscheinen lässt. Unsere Entscheidung ist dann die, dass wir doch die Marantzen gekauft haben, weil die sonst eigentlich sehr gut sind und einen kleinen Mischer von Sounddevices vorschalten, der 3 Mikrofone verwalten kann und einen kleinen Panoramaregler dabei hat.

14. Da braucht man so und so einen Tonmeister mit, weil der Interviewende sich auf das Interview konzentrieren muss.

Richtig, ja, aber eigentlich nein. In den meisten Fällen stellt man das nur einmal ein und dann läuft das. Der Tonmeister macht nur meistens dann, wenn der Raum sehr hallig ist, das Mikrofon, das gerade nicht besprochen wird, ein wenig zu. Denn wenn beide Mikrofone offen sind, klingt das eh schon sehr extrem räumlich. Um das zu vermeiden, macht er das Mikrofon, das gerade nicht besprochen wird, zumindest ein bisschen zu, schläft dann ein bisschen ein. Wenn dann der Redakteure wieder etwas fragt und er vergisst, es wieder aufzumachen, hört man den dann eh über das andere Mikro, das einen Meter weiter weg steht oder so. Aber das ist dann eher ein menschliches Problem. Es gibt zumindest kein Gerät, das so einen kleinen, sinnvollen Mischer mitintegriert und nicht gleich wieder explosiv viel kostet. Also das müsste im Bereich von 1000, 1500 Euro machbar sein, in allen Geräten inkludiert. Das gibt es einfach nicht. Wir haben 2 Geräte jetzt zusammengebastelt in einer Tasche mit einer Halterung drum herum, dass das Ganze zusammen passt usw. Es könnte auch ein Gerät sein, das das kann. Das bauen sie nicht.

15. Es gibt jedoch Geräte, wo man gewisse Effekte einstellen kann.

Das ist zum Beispiel ein Punkt, wo ich sagen muss „Lustig, aber für den Rundfunk komplett blödsinnig.“ Weil wir das überhaupt nicht wollen. Da ist auch darauf zu achten, dass diese Effekte nicht irgendwie zufällig aktiviert werden. Sonst hat man plötzlich einen lustigen Flanger im Interview drauf oder sonst irgendetwas oder ein Ping Pong Delay. Und das ist nicht zu brauchen. Mir sind die Geräte fast lieber, die keine Effekte mit dabei haben.

16. Sind Effekteinstellungen bei professionellen Geräten sinnvoll?

Nein, nein. Der Profi, der Tontechniker sagt sicher, wenn er Effekte braucht, dann schließt er sein externes Kastl an. Ein Gerät, das irgendwie alles gleichzeitig kann, kann wahrscheinlich nichts richtig gut. Der Meinung bin ich auch nach wie vor. Es ist besser, man nimmt mehrere Geräte, die besser auf ihren Zweck spezialisiert sind. Und wenn ich extra einen Effekt haben will, nehme ich ein extra Effektgerät mit und schließ das an, weil diese eingebauten Effekte sind meistens eh von minderer Qualität. Das ist eher so die

Gattung „musikalischer Übungspartner“, der vielleicht noch ein Metronom erzeugen kann und ein Stimmgerät mit dabei hat und dann, wenn man Gitarre spielt vielleicht noch ein bisschen einen Chorus drauf hat oder die Stimme einen Hall. Aber die Hersteller bauen es ein, weil sie halt mit dem Gerät gleichzeitig mehrere Anwendergruppen erreichen wollen, in diesem Fall die Hausmusikanten, die halt irgendwelche Effekte drauf haben wollen.

17. Was sind heutzutage die Standardformate?

Also die Hauptformate sind sicher PCM, WAV in dem Fall als Container in den allermeisten Fällen Stereo, und auf der anderen Seite sicher datenreduzierte Formate, MPEG Formate, wobei der Rundfunk da, weil er es schon so lange macht, ein MPEG 1 Layer 2 Format gewählt hat, das von einer amerikanischen Firma namens Musicam dann noch mitformuliert worden ist. Deswegen heißen unsere Files .mus, die typischerweise im Rundfunk Anwendung finden. Die kann man aber auch oft mit einem MP3 Codec abspielen, indem man die Endung einfach von .mus auf .mp3 ändert. Weil es ist ein sehr, sehr ähnliches Format. Es sind die Datenkompressionen, die dabei bei MUS rauskommen, ein bisschen schlechter als bei MP3, auch deswegen, weil es der Vorgänger war. MP3 ist effizienter, von daher vom Klang her ziemlich ähnlich. Und wurde für Radio immer als absolut ausreichend empfunden. Ich finde es eigentlich Jein. Lange Zeit war es die einzige Möglichkeit, um Radio mit diesen großen Daten, mit diesen großen Audionetzwerken überhaupt digital betreiben zu können. Hätten wir es auf WAV gemacht, hätten wir das am Anfang nicht gekonnt, weil die Festplatten zu klein waren, die Netzwerke waren zu langsam und der RAM-Speicher war zu teuer. Deswegen hat man es datenreduziert, damit sich das Ganze ausgeht, ohne dass es Kosten sprengt. Die Einzigen, die das nicht gemacht haben, war Ö1. Ö1 hat tatsächlich gesagt, nein wir ziehen das durch auf WAV. Wir bleiben auf analog und wir steigen erst dann um, wenn wir nicht auf ein datenreduziertes Format wechseln müssen, also keine MPEG Formate. Und die haben deswegen lange auf ProTools produziert. Auch deswegen, weil ProTools auch lange Zeit die einzige Arbeitsworkstation war, die linear verarbeitet hat. Es gab in den 90er Jahren zwar auch schon Cubase, aber das war ein reiner MIDI-Sequencer, kein Audio. Und es gab auch schon Logic – nur MIDI. ProTools waren die Einzigen, die Audio verarbeiten konnten, auch deswegen, weil man da halt DSP Karten kaufen musste. Das heißt, man musste mindestens eine Karte mit Prozessoren drauf kaufen, die natürlich sehr, sehr teuer war, die in den Rechner rein stecken und erst die hat es möglich gemacht, auch Audio zu verarbeiten. Weil die Host-Prozessoren von den Computern waren zu langsam. Die hätten kein Audio zusammen gebracht, das war MIDI. Digidesign, dh ProTools, war damals eigentlich für niemanden leistbar, außer für den öffentlich-rechtlichen Rundfunk, der damals doch noch viel Geld hatte. Und Ö1 hat das so durchgezogen und auch durchgehalten. Deswegen habe ich Jein gesagt. Weil mittlerweile ist es eigentlich so, dass wir aufgrund der verfallenen Hardware-Preis usw. eh schon wieder auf linear spielen könnten, also wir könnten alle Systeme auf linear umstellen. Das

wäre halt extrem aufwendig. Weil einfach von insgesamt 12 Wellenprogrammen spielen im Prinzip 11 datenreduziert auf MPEG. Die müssten wir alle umstellen. Das ist aufwendig. Aber ich bin selbst gerade wieder in einer Diskussion mit den technischen Leitern drinnen, dass man das eigentlich tun könnte. Ich glaube nur, wir werden das nicht machen, weil momentan haben wir eh kein Geld. Aber in vielen Dingen wäre es einfacher, weil die Datenreduktion ja auch wieder eine Zeitverzögerung mit sich bringt. Und diese Zeitverzögerung ist im Rundfunk eh nicht so super, weil dadurch alles nicht mehr wirklich live ist und man das dauernd kompensieren muss usw. Also ich hielte schon viel davon, wieder linear zu spielen, weil wir es mittlerweile auch könnten. Es ist halt derzeit nicht unbedingt ein Thema, es würde Geld kosten, der Hörer schreit auch nicht danach. Aber es wäre schöner. Es wäre auch wieder sauberer, weil wir dann einfach wieder besser klingen, weil durch die Datenreduktion sammeln sich schon wieder sehr, sehr viele Artefakte an bis zum Soundprocessing usw. Deswegen ein Nein. Weil einerseits ist das datenreduzierte Format gut eingeführt und wir haben es im Griff, aber mittlerweile wären wir längst schon wieder schnell genug, dass wir auf linear umstellen könnten.

18. Wie denken Sie wird sich die Audiospeichertechnik in der Zukunft entwickeln?

Da ist sehr, sehr viel denkbar. Ich denke, dass es weiterhin irgendeine Art von Griffigkeit geben muss. Wenn jedermann schon davon spricht, glaube ich, dass alles irgendwann irgendwie so wie so Web-basiert ist. Man kann es dort überall jederzeit irgendwie aus dem Web herunter holen und braucht es dann nur mehr als Festspeicher am Körper tragen oder so ähnlich. Ich weiß nicht, ob das schon so bald ist, aber ich glaub schon, dass es weiterhin lokale Medien geben muss, die man sich einstecken kann. Auch deswegen, weil auch in den nächsten 10 Jahren auch im tiefsten Waldviertel sie dort noch keinen Netzwerkzugang haben werden, zumindest keinen befriedigenden, der wirklich breitbandig funktioniert. Welches Speichermedium das dann ist, da bin ich vollkommen offen. Was ich glaube, ist dass es schon relativ bald – das geht jetzt ein bisschen in die Biomechanik hinein – sinnhafte Versuche geben wird, das in den menschlichen Körper zu integrieren. Die allermeisten von uns tragen doch ein Handy mit sich herum und haben es eh dauernd eingesteckt in Wirklichkeit. Also was liegt näher, als die Überlegung, dass wenn man das Ding eh schon dauernd in der Hosentasche hat, dann kann man das Ding eh gleich in die Haut einbauen, oder? Das ist jetzt keine Horrorvision oder so, aber ich hätte überhaupt kein Problem damit. Ich habs eh dauernd mit. Ich habe auch Kinder und will auch sonst immer erreichbar sein und sie erreichen können. Also ich hätte überhaupt kein Problem damit, wenn ich mir sicher sein kann, dass mir kein 3. Auge wächst oder so, also wenn das strahlentechnisch usw., wenn mich das nicht irgendwie verseucht oder irgendwie schneller altern lässt oder so oder mir irgendwelche Geschwüre wachsen, dann hätte ich kein Problem damit, dass ich das wirklich im Körper trage. Und ich hätte auch kein Problem damit, auch wenn es noch lange hin ist, wenn das dann irgendwann einmal

tatsächlich direkt zentral vernetzt ist. Das ist doch der nächste Schritt. Mittlerweile laufen jede Menge Leute – Gott sei Dank – mit Herzschrittmachern herum, manche schon mit fremden Herzen. Das ist aber eine reparierende Technologie, die unser Leben verlängert. Mittlerweile geht es aber auch schon in Richtung Schönheits-OPs, dass man sich etwas umbauen lässt, weil es einem besser gefällt. Ich glaube, dass es sehr bald in eine funktionale Bequemlichkeitstechnologie gehen wir, wo man sich Sachen einbauen lässt, die einfach sonst irgendwie unser Leben verbessern / erweitern. Das wird alles kommen und das ist nicht des Teufels, sondern es ist absolut menschlich, diese Dinge vorantreiben zu wollen. Ich glaube nicht, dass ich es noch erleben werde, aber ich hätte kein Problem damit, mir einen Bla Bla Medienempfänger einbauen zu lassen. Ich denke schon, dass das kommen wird und ich will dann auch so was haben. Klar schrecken wir noch davor zurück, uns etwas einpflanzen zu lassen, aber... Wer sagt denn, dass ich irgend so einen Empfänger in mir drinnen nicht auch ein- und ausschalten kann. Es geht nur darum, dass sich das Spektrum der Möglichkeiten erweitert, aber gleichzeitig muss natürlich die volle Kontrolle da sein.

19. Die Handyindustrie beeinflusst auch die Audiospeichertechnik. Man denke nur an die microSD Karte...

Genau. Das ist einfach eine Mengensteuerung. Das Handy ist das einzige mobile Device, über das wir noch reden müssen. Es geht auch dahin, dass diese Konvergenz der Medien, auch im technischen Bereich, dass wir jetzt schon ... Es gibt von der Firma Mayah, das sind so Codec-Erzeuger usw., einen Flashman, der hat auch schon ein UMTS-Modem miteingebaut. Das heißt, du nimmst mit dem Mikrofon eigentlich direkt auf, kannst dann drinnen irgendeinen Bereich abstecken und kannst ihn dann über diese UMTS Option, wenn eine gültige SIM Karte drinnen steckt, sofort absetzen zum Heimatfunkhaus. Ist das dann ein Handy? Oder ist es eigentlich ein portabler Flash Karten Recorder? Oder ist es ein Audiocodec? Was ist das dann? Und da kann man sich sicher sein, dass es in 5 Jahren das Ding mit eingebauter Kamera gibt, die zumindest erlaubt, dass man schon einigermaßen gut aufgelöste Bilder vom Ort des Geschehens macht. Und es wird den Leuten, die es sich anschauen, wird es egal sein, ob das jetzt ein bisschen verrauscht ist. Sondern es wird wichtig sein, dass man einfach als Erster irgendwie vom Ort des Geschehens Content liefert. Und der braucht gar nicht besonders ausschauen. Wir wissen, dass sehr viele unserer Hörer durch einen Handy O-Ton fast interessierter am Beitrag sind, weil das irgendwie alarmierend klingt als wenn das in super toller Studioqualität daher kommt. Die Studioqualität ist ja normal. Wenn es gut klingt, dann ist es nicht aufregend. Wenn man Zeit hatte, das gut klingen zu lassen, dann kann es nicht wirklich aktuell sein. Aber wenn das ganze einen Handy-Tonfall und eine gehetzte Stimme und Rauschen usw. hat, dann passiert da gerade was. Es ist ganz wichtig zu sehen, dass die Rezeption auch eine Rolle spielt. Hör dir das ganze Soundprocessing an. Da geht es nicht darum, schön zu klingen, sondern der Zielgruppe

gemäß passend. Bei Ö3 zum Beispiel darf es ruhig so klingen, aber bei Ö1 hat man schon wieder einen ganz anderen Sound. Für die meisten, gerade älteren Techniker ist es eine Katastrophe, dass wir da jetzt plötzlich skalieren.