

# Alte Tonträger und ihre Fehlerquellen

Historische Aufnahmen sind, wie alle antiken Kunstwerke, generell durch verschiedene Fehlersignale verschmutzt. Hier ein paar Beispiele: hohes Grundrauschen infolge der damaligen mangelhaften Aufnahmetechnik, rauschähnliche Signale als Folge einer mechanischen Abtastung und Knackser sowie Dropouts (kurze Aussetzer) als Folge fehlerhafter Magnetband- bzw. Tonbandgeräte oder Kopiereffekte auf Magnetbändern als Folge physikalischer Effekte über lange Lagerzeiten. Hinzu kommt aus heutiger Sicht ein mangelhafter Frequenzgang oder Brummen wegen technischer Unzulänglichkeiten.

Aber auch die Alterung von Tonträgern oder ihre unachtsame Behandlung, gleich ob aus Fahrlässigkeit, Unkenntnis oder im Laufe kriegerischer Auseinandersetzungen, haben die Audioqualität der Tonträger beeinträchtigt. Insofern wurde schon frühzeitig die Aufgabe erkannt, historische Aufnahmen vor der Neuauflage von technischen Fehlern so weit wie möglich zu befreien. Das hängt sicher auch damit zusammen, dass man seit längerem über die Bewahrung von Kulturgütern nachdenkt, auch weil man sich inzwischen über den Verlust von Informationen mehr Gedanken machen muss. Darauf wurde ja schon hingewiesen. Leider wurde dabei manchmal auch der Fehler gemacht, nach der Restaurierung die Originale zu vernichten, denn mit den heutigen Restaurierungstechniken könnten die Originale sehr viel besser restauriert werden.




Bild 8. Walkman, für Jahrzehnte ein Standard im Rundfunkbereich, die NAGRA.



Bild 9. Es war einmal, CLEAN wird nicht mehr angeboten: Einfach zu bedienen, braucht aber viel Rechenleistung wenn alle Waschgänge in einem Rutsch durchgeführt werden sollen.

Bevor allerdings die verschmutzten Tonkonserven elektronisch „gewaschen“ werden können, müssen sie mithilfe eines Abspielgeräts digitalisiert und auf die Festplatte des PCs überspielt werden. Das setzt in den meisten Fällen die Kenntnis antiker Techniken voraus. Nicht nur, dass man die unterschiedlichen Formate bei alten Schellackplatten kennen muss, hier gibt es zahlreiche Varianten zum immer wieder genannten Kennwert 78 U/min, sondern auch bei den noch nicht so alten Vinylplatten muss man die Unterschiede zwischen den verschiedenen Abtastsystemen moderner Schallplattenspieler kennen, damit nicht schon bei der Aufnahme der Frequenzgang des Musikstücks verbogen wird.

Sind die Tonkonserven erst einmal unter Beachtung aller Notwendigkeiten digitalisiert, beginnt die Hauptarbeit. Ebenso wie man ein verschmutztes Wäschestück behandelt, versucht man die verschmutzten Aufnahmen möglichst in einem Vollwaschgang zu reinigen, wenn möglich – um im Bild zu bleiben – eine ganze Waschtrommel auf einmal, beispielsweise alle Titel einer Plattenseite. Das setzt natürlich voraus, dass zuvor der Grad der Verschmutzung richtig eingeschätzt wird. Ebenso sollte man wissen, welche Behandlung und welches Waschmittel das Wäschestück verträgt. Nicht jedes Wäschestück darf man kochen, um noch



den letzten Schmutz zu entfernen. Das gilt auch für verschmutztes Audio. Hier muss durch Hören versucht werden, den Grad der Verschmutzung festzustellen, um danach das richtige Waschmittel zu wählen und das optimale Waschprogramm einzustellen. Deshalb blieb es in der Vergangenheit oft nicht aus, dass besonders hartnäckige Flecken von Hand entfernt werden mussten. 2008 ist man da besser dran. Es gibt inzwischen auch elektronische Fleckenentferner, dazu hier nur das Stichwort Spectral Cleaning. Hinzu kommt oft eine Nachbesserung des Klanges der gereinigten Aufnahme entsprechend dem Nachfärben eines durch heftiges Waschen zu sehr ausgebleichten Wäschestücks.

Lange Zeit war die Restaurierung historischen Audiomaterials mit so hohen Kosten verbunden, dass diese Arbeiten nur bei künstlerisch und kulturhistorisch wertvollen Aufnahmen durchgeführt wurden, weil dann die Audio-CD auch entsprechend teuer verkauft werden konnte. Inzwischen ist das Angebot an Waschprogrammen für den PC so groß und vielfältig geworden, dass man leicht den Überblick verlieren kann. Nicht nur bringen einige professionelle Wave-Editoren Funktionen zum Ausbessern akustischer Fehlstellen gleich mit oder können mit entsprechenden Plug-ins zur Lösung dieser Aufgabe nachgerüstet werden, auch Brennprogramme für Audio-CDs wurden inzwischen mit Optionen zur Fehlerbereinigung ausgestattet.

Für gehobene Ansprüche werden einige ausgesprochene Spezialprogramme für den PC angeboten, denn es ist nicht zu erwarten, dass die Waschoptionen von Brennprogrammen die gleiche Leistungsfähigkeit wie die Spezialisten haben, obwohl die Algorithmen oft aus der gleichen Software-Schmiede stammen. Andererseits werden viele Anwender den vollen Leistungsumfang gar nicht benötigen, zumal manche Reinigungsspezialisten dem Anwender auch einiges an musikalischen und physikalischen Vorkenntnissen und Einarbeitungszeit abfordern. Eine Erfahrung aber gleich vorneweg: Wer sich nicht allzu sehr in Spezialfunktionen vertiefen will und dessen Aufgaben nicht allzu anspruchsvoll sind, sollte sich für ein Programm entscheiden, das für alle Einstellungen eine Vorschau in Echtzeit anbietet. Das kann viel Zeit und Arbeit sparen. Allerdings muss auf jeden Fall ein PC mit angepasster Rechenleistung zur Verfügung stehen, denn Waschprogramme, die in einem Durchgang reinigen, brauchen viel Rechenleistung.

Tonträger für historische Musikaufnahmen sind hauptsächlich Wachswalzen, Wachs-, Schellack- und Vinylplatten sowie Magnetdraht, Magnetband (Tonband und Kassette) und Lichttonfilm. (Inzwischen muss man zwar auch schon CDs restaurieren, das ist aber kein Thema in Bezug auf die Restaurierung sondern betrifft das Thema Datenrettung.) Auch wenn die Tonträger nicht beschädigt sind, entspricht die Signalqualität historischer Tonträger nicht mehr den heutigen, von der digitalen Audiotechnik verwöhnten Vorstellungen. Andererseits hat der historische Klang inzwischen durchaus seine eigene Ästhetik, die es zu berücksichtigen gilt. Bei der Aufarbeitung historischer Aufnahmen muss man daher zwei Produktionsschritte unterscheiden: Restaurierung und Remastering.

- Mit der Restaurierung sollen historische Aufnahmen so weit wie möglich von den verschiedenen Störsignalen befreit werden. Man versucht also, eine Aufnahme in den akustischen Zustand zu transformieren, den sie am Tage der Herstellung hatte. Entsprechend der

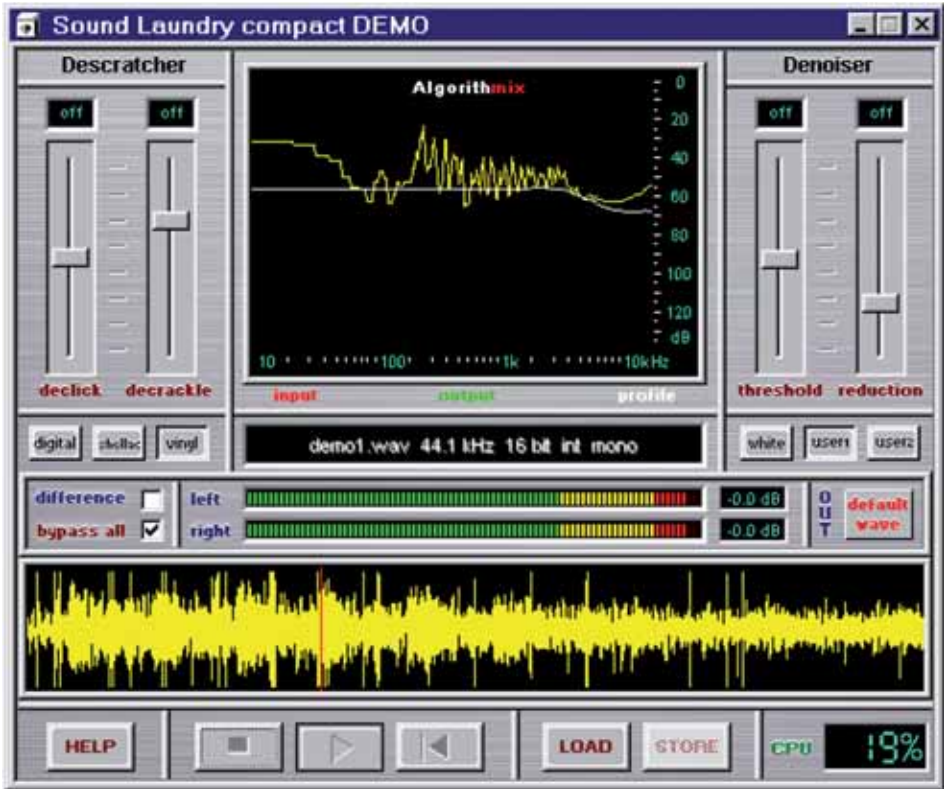


Bild 10. Einfach und für viele Zwecke ausreichend, man kann sogar die Reinigung ohne einen zu hohen Leistungsverbrauch in Echtzeit hören und sehen.

Analogie beschränkt man sich also bei der Restaurierung auf das Waschen und Fleckenentfernen. Mit einem Remastering versucht man dagegen den musikalisch künstlerischen Gehalt einer Aufnahme wiederherzustellen. Man versucht, die Musik wieder so herzustellen, wie sie wahrscheinlich zum Zeitpunkt der Aufnahme geklungen hat. Das entspricht in der Analogie der Wiederherstellung der alten Farbenpracht eines ausgebleichten Wäschestücks. Die heutzutage vorhandenen technischen Möglichkeiten zur Aufbereitung historischer Aufnahmen müssen nicht immer zu einer Verbesserung des musikalischen Materials führen. Vielfach werden die technisch bedingten Einschränkungen bei den frühen elektrokustischen Anlagen und die daraus resultierenden Mängel in der akustischen Wiedergabequalität – es entstand ein typischer Klang – im Laufe der Zeit vom Hörer eindeutig einer bestimmten Musikrichtung oder auch einem musikalischen Stil zugeordnet.

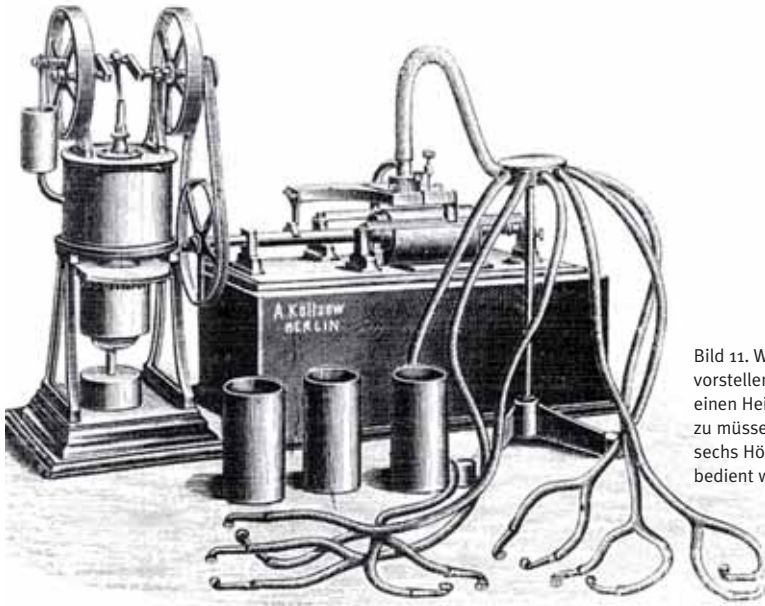


Bild 11. Wer kann sich heute vorstellen, vor der Aufnahme einen Heißluftmotor anwerfen zu müssen. Immerhin konnten sechs Hörer gleichzeitig bedient werden.

Die Ziele eines im Sinne der historischen Originalität korrekten Remasterings kann man wie folgt definieren:

- Bei allen Prozessen der Restaurierung und des Remastering die Erhaltung der musikalischen Substanz der Originalaufnahme zu gewährleisten,
- die klanglichen Einschränkungen, die durch eine mangelhafte Technik bei der Aufnahme und Abspeicherung bedingt sind, zu beseitigen oder wenigstens sehr stark zu reduzieren und
- alle Folgen des Alterungsprozesses der Bänder und Platten und auch alle Fehler, die durch ein häufiges Abspielen und durch ein- oder mehrmaliges Überspielen entstanden sind, wieder rückgängig zu machen.

Echtes Remastering verlangt nicht nur physikalisch-technische, sondern auch musikalische Kenntnisse und zudem eine besondere Verantwortung gegenüber dem musikalischen Werk. Ein paar mathematische Grundkenntnisse können auch nicht schaden, werden doch dann die Prozesse der digitalen Signalverarbeitung besser verstanden. Remastering sollte ebenso wie die Restaurierung unter musikästhetischen Gesichtspunkten wie Zeitgeschmack, Empfinden usw. sehr sorgfältig eingesetzt werden. Bedenklich ist, wenn beim Remastering die restaurierten Songs dem eigenen musikalischen Geschmack oder den gerade vorherrschenden Klangvorstellungen angepasst werden.

Für den Anwender, der keinen direkten Zugriff auf geeignetes historisches Material für den Test eines Waschprogramms zur Verfügung hat, also bereits digitalisierte historische Aufnahmen, sei auf die Plug-ins Grungelizer von Steinberg und Vinyl von Opcode verwiesen. VST-Anwender finden ein entsprechendes Plug-in in der Programmsammlung von TC-Works 3.1 (Sonic Destructor). Diese Effekt-Plug-ins wurden bereits bei manchen Pop-Produktionen erfolgreich eingesetzt, um dem Hörer eine historische Aufnahme vorzugaukeln. Der Grunge-lizer simuliert durch das Drehen eines Einstellknopfes (Timeline) eine Zeitreise rückwärts durch die Audioqualität. Noch feiner kann man mit dem Plug-in Vinyl die Fehlerstellen auf gebrauchten Schallplatten simulieren. Dabei wird unterschieden zwischen den Fehlern des Abtastsystems, also Plattenspieler, Tonkopf und Nadel, und den Fehlern auf der Oberfläche der Schallplatte.

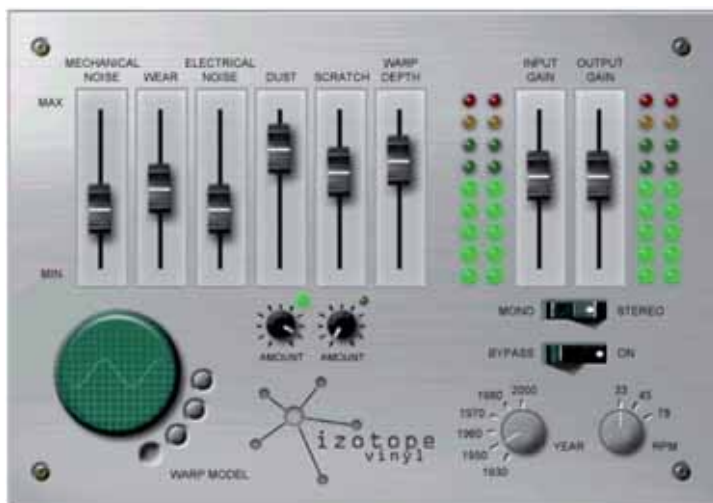


Bild 12. Die Fehlersimulation alter Schallplatten kann man auch zum Erzeugen von Testdateien für Restaurierungsprogramme einsetzen.

Und noch ein Hinweis: Viele Probleme, wie z. B. die korrekte Entzerrung historischer Schellackplatten oder wie historische Tonbänder vor der Wiedergabe vorbereitet werden müssen, können hier leider nicht bis in alle Einzelheiten behandelt werden. Hier gibt es zudem manche Geheimnisse, die die Spezialisten in langjähriger Arbeit gewonnen haben und nicht jedem fällt es leicht, die Allgemeinheit daran teilhaben zu lassen, und das besonders dann, wenn dem geschäftliche Interessen entgegenstehen.

Der interessierte Leser findet zu diesen Themen eher im Internet die entsprechende Literatur, spezielle Fachbücher über Probleme bei der Restaurierung sind kaum erschienen oder fachlich sehr anspruchsvoll. Vorausgesetzt man hat einen Internet-Zugang, sollte die Suchmaschinen mit den entsprechenden Begriffen gefüttert werden, vorzugsweise mit englischen Fachausdrücken. Gerade im Themenbereich alte Schallplatten findet man eine ganze Fangemeinde, wenn die Suchmaschine die Seiten in ihren Fundus mit aufgenommen hat. Oft wech-


seln leider die Adressen oder verschwinden wieder. Deshalb wurde in diesem Buch in den meisten Fällen auf einen Abdruck von Web-Adressen verzichtet, denn die Verfallzeiten im Netz sind mitunter recht kurz.

Im weiteren Verlauf dieses Buchs folgt zunächst eine mehr allgemein gehaltene Einführung in die Fehlerquellen alter Tonträger, bevor auf die alten Speicherverfahren näher eingegangen wird, die in die Themen Nadelton- und Magnettonverfahren eingeteilt werden können. Eine Sonderrolle spielen die Lichttonträger, die in diesem Buch zwar der Vollständigkeit halber aber nur kurz vorgestellt werden. Im Anschluss daran folgen die Themen Tonaufnahme und Vorbereitung des Audiosignals. Beispielsweise sollte die große Wave-Datei einer Schallplattenaufnahme vor der Signalverarbeitung besser in handliche Stücke aufgeteilt werden. Das Thema Restaurieren ist in die Themen Phasenkorrektur, Denoising, Declicking, Decrackling Spectral Cleaning und Forensic unterteilt. Ist das Audiomaterial erst einmal so weit wie möglich von Fehlern befreit, will man es in der Regel dauerhaft speichern. Zum Brennen auf eine CD oder DVD müssen die Titel entsprechend aufbereitet werden. Dazu gehört nicht nur, dass Mono-Dateien in Stereo-Dateien bzw. in zweikanalige Mono-Dateien umgesetzt werden müssen, sondern es kann natürlich vorher noch eine vorsichtige Aufbereitung des Klangs erfolgen, Stichwort Remastering.

Fehlersignale, die man auf historischen Tonträgern findet, werden bezüglich ihres akustischen Eindrucks einer von drei Hauptgruppen zugeteilt: Rauschfehler (je nach Klangcharak-



Bild 13. Im Internet findet man viele Quellen, die sich mit dem „Waschen“ von Schallplatten befassen.




ter in Noise oder Hiss), Klickfehler (kurz Clicks) und Knistern (Crackles). Spezielle Störungen werden mit Hum (Netzbrummen) und Buzz bezeichnet. Unter Buzz werden solche Störgeräusche eingeordnet, die einen periodischen Grundcharakter haben, wie beispielsweise die Laufgeräusche einer Videokamera. Das Entfernen solcher Fehler wird daher folgerichtig als Denoising oder Dehissing, Declicking, Decrackling, Dehumming und Debuzzing bezeichnet. Spezielle Fehler magnetischer Tonträger wie Dropouts, Azimuth-Fehler oder der berühmte Kopiereffekt müssen gesondert behandelt werden, nur waschen hilft hier nicht mehr. Es muss gestopft oder geflickt werden. Ein sehr spezielles Thema ist das Spectral Cleaning, für das Anfang 2008 einige Programme bereitstehen. Ein noch spezielleres Thema, auf das hier nicht weiter eingegangen werden kann, ist die chemotechnische Aufbereitung alter Tonträger, damit diese überhaupt abgespielt werden können. Beispielsweise können die Lagen alter Magnetbänder so miteinander verklebt sein, dass sie sich ohne weiteres nicht abspielen lassen. Hier muss man chemische Verfahren einsetzen, die die Möglichkeiten des normalen PC-Tonstudio-Besitzers bei weitem übersteigen. Etwas anders ist das bei der mechanischen Reparatur von Wachswalzen und Schellackplatten. Das kann in manchen Fällen auch ein ambitionierter Amateur leisten. Deshalb werden beide Themen kurz angesprochen.

Rauschfehler sind meistens bei der Aufnahme durch statisches und quasistatisches Rauschen der an der Produktion beteiligten elektroakustischen Geräten entstanden. Clicks sind energiereiche transiente Signale. Sie sind von einer sehr kurzen Dauer und haben eine hohe Anstiegsgeschwindigkeit. Entstehen können solche Fehlersignale beim Abspielen zerkratzer oder verschmutzter Wachswalzen oder Schellackplatten, weil bei diesen Tonträgern die Wiedergabe nicht berührungsfrei erfolgt. Aber auch durch Netzstörungen, Einstrahlungen über offene Eingänge oder einen schlechten Kontakt als Folge der Oxidation des Kontakmaterials usw. können während einer Aufnahme Clicks ausgelöst werden. Aber nicht nur bei historischem Material hat man gegen Clicks zu kämpfen sondern auch bei aktuellen Aufnahmen. Hier sind Synchronisierungs-Probleme bei digitalen Einspielungen eine häufige Quelle von Clicks. Ebenso hat mancher Benutzer eines PC-Tonstudios mit einem unterdimensionierten Netzteil sich sicher schon einmal über Clicks in neuen Aufnahmen gewundert. Clicks sind meist störender als Rauschen, können dafür in der Regel aber leichter entfernt werden.

Als Crackle oder als Knistern kennzeichnet man Anhäufungen von Clicks mit relativ geringem Pegel und gleichmäßiger Verteilung über das originale Audiosignal. Sie werden auch als Rillengeräusch oder Oberflächenrauschen bezeichnet. Sie sind typische Hintergrundgeräusche, die beim Abspielen alter Wachswalzen oder Schellackplatten auftreten. Ein Knistereffekt kann auch nach einem mehrmaligen Durchlaufen des Declicking auftreten. Man kann sich das Knistern auch als eine besonders hohe Dichte von einzelnen Clicks vorstellen, bei der sich die einzelnen Clicks mit dem Gehör nicht mehr unterscheiden lassen.

Im analogen Zeitalter hat man bereits beim Abspielen von alten Grammophonplatten versucht, mit der sogenannten Thorn Needle möglichst Click-freie Aufnahmen zu machen. Bekannt geworden sind auch das Garrard Music Recovery Module und der sogenannte Packburn-Switcher, beide ebenfalls analoge Verfahren. Das erste Gerät arbeitet mit einem Fader,



der beim Auftreten eines Clicks den Signalpegel reduziert. Das ist vergleichbar mit der Mute-Funktion digitaler Geräte. Aber schon durch eine kleine aufeinanderfolgende Zahl von Clicks verschlechterte sich die Klangqualität sehr stark. Weil diese Methode lediglich die Energie eines Störsignals reduziert, ist sie auch nur in den Fällen brauchbar, wo die Energie des Clicks sehr viel größer als die des Nutzsignals ist. Beim Packburn-Switcher werden zur Unterdrückung von Störstellen zwei nahezu identische Signale benutzt, bei monophonen Aufnahmen z. B. die beiden Signale von den gegenüberliegenden Rillenwänden der Schallplatte, wobei der Schalter jeweils das weniger gestörte Signal auswählt. Wie beim Garrard-Verfahren müssen auch hier die Clicks relativ lang sein. Darüber hinaus lassen sich Clicks, die durch beide Rillenwände ausgelöst werden, nicht unterdrücken. Bei Stereoaufnahmen ist der Einsatz dieses Verfahrens sowieso fragwürdig. Anfang der 1990er Jahre wurde von der Firma Marantz ein elektronischer Knackunterdrücker für den Marantz Audio Computer angeboten, der rund 20.000 DM kostete.

Bevor der Waschvorgang gestartet werden kann, gleich welche Waschmaschine man dazu benutzt, müssen die verschmutzten Stücke in die Waschmaschine kommen. Dabei muss darauf geachtet werden, dass hierbei die Sachen nicht noch mehr verschmutzt werden. Konkret gesagt: Die Musikaufnahmen auf alten Tonträgern müssen auf die Festplatte übertragen werden und das sehr sorgfältig, unter Ausschaltung aller Fehlerquellen. Deshalb soll im Verlauf des Buchs die Überspielung analoger Schallträger auf den PC etwas ausführlicher beschrieben werden.

Eingangs wurden bereits die verschiedenen Tonträger mit historischem Audiomaterial aufgezählt. Neben den Tonträgern Schallplatte, Magnetband und Compact-Cassette, die wohl noch fast in jedem Haushalt zu finden sind, sollen der Vollständigkeit halber auch einige spezielle Tonträger vorgestellt werden, wie z. B. Wachswalzen, Audio Cartridge, Tondraht und Tonfilm. Bei den Schallplatten sind Schellackplatten das ältere Speichermedium. Im Gegensatz zu Schellackplatten werden Vinylplatten auch heute noch produziert, Disco-Musik wäre ohne sie nicht denkbar. Die Schallplatte ist sicher jenes Medium, das am meisten bei jeder Musikwiedergabe leidet. Ein Leser aus dem HighEnd-Bereich wird darüber vielleicht etwas anders denken, aber der Prozentsatz an Musikliebhabern, die einen fünfstelligen Betrag für einen Plattenspieler hinblättern können, ist doch sicher sehr gering. Andererseits haben Schallplatten einen Vorteil gegenüber den Magnettonträgern des Privathaushalts. Sie wurden und werden in der Regel unter professionellen Bedingungen produziert.

Bei Aufnahmen auf Tonband und Kassette sieht das oft anders aus. Ausgenommen davon sind Magnetbänder im professionellen Bereich und frühe Produktionen bespielter Compact-Cassetten. Welche Audioqualität historische Magnetbänder von professionellen Tonstudios selbst heute noch bieten, hat manche ambitionierte CD-Pressung gezeigt. In diesem Buch steht aber im folgenden die Wiederherstellung privater Schätze im Vordergrund. Das Ziel ist die Restaurierung und dauerhafte Speicherung auf einem digitalen Tonträger, gleich ob es sich um PC-Massenspeicher, eine Audio-CD oder eine Audio-DVD oder ein anderes, zukünftiges Speichermedium handelt. Bei der Datensicherung von Audiodaten bieten sich sowohl



Bild 14. Es gibt auch sehr spezielle Datenträger, die in eine Ansichtskarte eingeprägte Tonrille erkennt man fast nur am Interferenz-Muster.

verlustfrei komprimierende als auch verlustbehaftete Formate an. In diesem Buch steht das MP3-Format im Mittelpunkt, weil einerseits fast ein Zehntel an Speicherplatz eingespart werden kann und andererseits bei diesem Komprimierungsgrad genügend Audioqualität für die ohnehin nicht gegebene CD-Qualität von historischem Tonmaterial erhalten bleibt, das man in Privathaushalten oder auf Flohmärkten findet.

Es bleibt bei diesem Thema nicht aus, dass der Restaurator einiges über die Technik von Plattenspieler, Magnetband und Kassettenrecorder wissen muss, gerade wenn man wie die jüngeren Leser nicht mit dieser Technik aufgewachsen ist, oder wenn man als ein älterer Leser vielleicht nach 20 Jahren Audio-CD manches über diese Technik wieder vergessen hat. Deshalb soll im folgenden zuerst die Technik der Wachswalze und der Schallplatte kurz beschrieben werden. Auf viele Feinheiten muss dabei leider verzichtet werden. Noch kürzer kann das Thema Magnetband abgehandelt werden, denn in vielen Haushalten wird sicher noch ein funktionierender Kassettenrecorder vorhanden sein. Bei Tonbandgeräten ist das sicher anders, werden sie doch für den Heimbereich schon seit Jahren nicht mehr produziert.