

13.6. Schallplatten digitalisieren (2016-2017)

Unter der Voraussetzung, dass die digitale Aufnahme den vollen Frequenzgang des Tonabnehmers bis mindestens 50kHz speichern und wiedergeben kann, wäre eine Digitalisierung in mehreren Punkten vorteilhaft. Tiefe Töne sind in der Digitaltechnik kaum problematisch. Schon die CD kann bis zu einigen Hertz speichern. Natürlich sollte der Weg vom Tonabnehmerverstärker und -entzerrer zum Analog-Digital-Converter ADC verlustfrei sein und keine Störsignale hinzufügen.

Eine Schallplattendigitalisierung hat unschlagbare Vorteile gegenüber der „Live“-Schallplattenwiedergabe:

1. Vorteil: Einmalige Verwendung eines teuren und langlebigen Tonabnehmers
2. Vorteil: Bereinigung von Störsignalen wie Rauschen, Knistern, Knacksen, Brummen und subsonischen Störungen wie Plattenrumpeln
3. Vorteil: Große Speicherdichte. Eine 2.5" HDD mit 1TB hätte Platz für bis zu 482h in 96kHz Samplefrequenz mit 24bit Genauigkeit und Dynamik von über 100dB, d.h. Platz für ca. 600 LP's!
4. Korrektur des Frequenzganges des Tonabnehmers. Kein Tonabnehmertyp gleicht einem anderen in seinem Frequenzgang. Abweichungen können durch Equalizer bedämpft oder sogar völlig annulliert werden.
5. Speicherung des luftigeren Kluges, der sich erst nach längerem Spielen einstellt. Gantztägige Aufnahmesessions werden notwendig und sind so auch effizient.

Von irgendeiner automatischen Störsignalbeseitigung durch Einstellungen in der Software soll Abstand genommen werden, weil immer irgendwelche Audiosignale ungewollt mit verändert werden.

13.6.1. Digitalaufnahme mit Audacity am Computer

In [17] gab es Ende 2012 eine ausführliche Anleitung, wie Digitalaufnahmen vom Plattenspieler direkt auf dem Computer gelingen können. Die kostenlose Opensource-Software Audacity enthielt alle Möglichkeiten, die benötigt werden. Diese Software enthielt sogar eine RIAA-Kennlinie als Equalizer, so dass auch ohne Entzerrer aufgenommen werden könnte.

Der eigene Computer mit Windows 7 Home Premium enthielt „Sound on board“ mit einem REALTEK Chip für Highresolution Wiedergabe, der auch ADC befähigt war. Die Wiedergabe wurde mit 24bit 192kHz beworben.

Entgegen den Empfehlungen von [17] war es nicht notwendig die Platte vorher durchzuhören, da die Testplatte HiFi News das absolut maximal auftretende Signal von „+18dB“ als Testsignal enthielt

Weiter wurde empfohlen mit 24bit und 96kHz aufzunehmen, was genügen sollte, da die maximale Frequenz dann immer noch 48kHz, gemäß der obigen Bedingung machbar war.

Der Computer hatte einen 3.5mm Miniklinken-Eingang und der THEL Entzerrervorverstärker 2 Cinch-Ausgänge, deshalb mussten 2 NF-Kabel einseitig umgelötet werden. [17] verwies auf eventuell auftretende hörbare Brummsignale und gab verschiedene Tips, diese zu beseitigen.

Nach Pause/Rec und Vollaussteuerung mit HiFiNews war kein Brumm zu hören. Also alles palletti? Weitere Hinweise gab es auf Trittschallstörungen, da „Schallplattenspieler extrem trittschallempfindlich“ sind. – Aha, deshalb war damals zur Funkausstellung beim Vergleich CD, SACD und Schallplatte so ein 1m hohes Masselaufwerk aufgestellt worden.

Nun, hier ist der Plattenspieler deshalb auf ein Brett gestellt worden, was an einer tragenden Wand geschraubt ist (siehe 13.5.2.2.), Trittschall gibt es hier nicht.

Abb.33 zeigt das Frequenzspektrum in Audacity in den verschiedenen Aufnahmeetappen. Der reine Tonabnehmer/Entzerrervorverstärker ohne Plattenabtastung ist mit der schwarzen Kurve dargestellt. Es ist ein 50Hz Brummsignal bis maximal -62dB bei einem Nutzsiegel von +2dB zu finden. Dieses über Null-Signal kommt sicherlich durch die Software, denn angesteuert wurde bis -3dB. Das bedeutet, dass die 50Hz schließlich wirklich bei -68dB liegen, was über die Lautsprecher nicht hörbar ist, aber über die Kopfhörer in stillen Bereichen.

Bei 9Hz ist dann die Tonabnehmer-Resonanz zu erkennen. Der 9Hz Pegel liegt hier nur bei -42dB d. h. -47dB. Die Tonabnehmerresonanz ist ein doch recht gewaltiges Störsignal. An und für sich allein nicht hörbar, aber möglicherweise macht es sich bemerkbar, wenn es andere Signale moduliert. Es ist, außer dem Klirr, das einzige echte Zusatzsignal, was gegenüber dem Masterband dazu kommt.

[17] wies auch darauf hin, dass die Störsignale eventuell geringer werden, wenn über den Record Out des Verstärkers gegangen wird, Abb.34. Der Mittelton sieht störricher aus, dafür gibt es HF-Artefakte, also eine Verschlimmbesserung.

Abb.34: Vergleich Signalweg: türkis: TA-> Computer, magenta: TA -> Verstärker -> Computer, (Erde immer Verstärker)

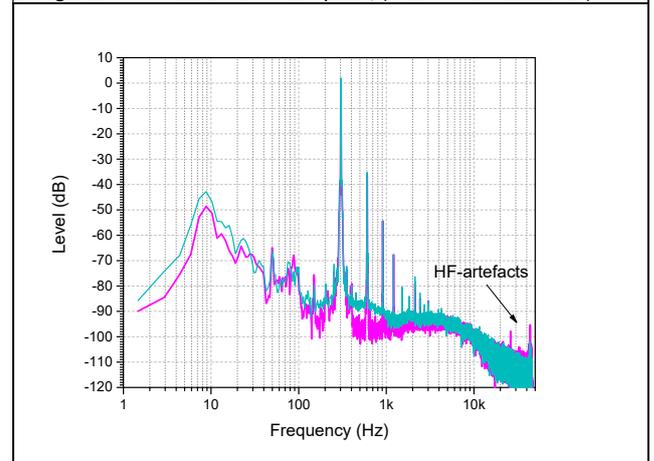


Abb.33: Audacity Frequenzspektrum HiFiNews 300Hz +16dB, schwarz: Ruhezustand, rot: Teller dreht, grün: TA aufgesetzt, blau: Parkrille - unmoduliert

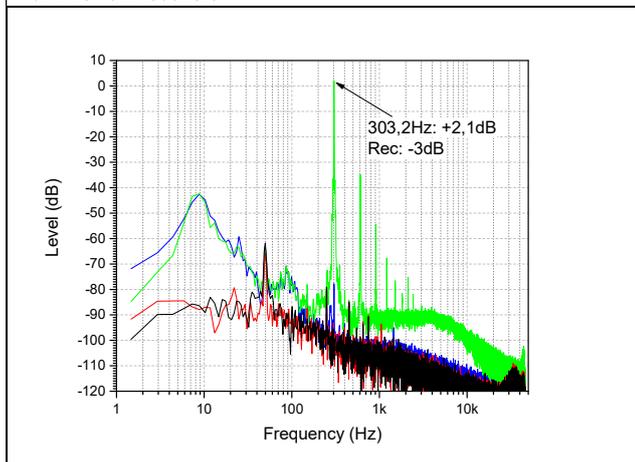
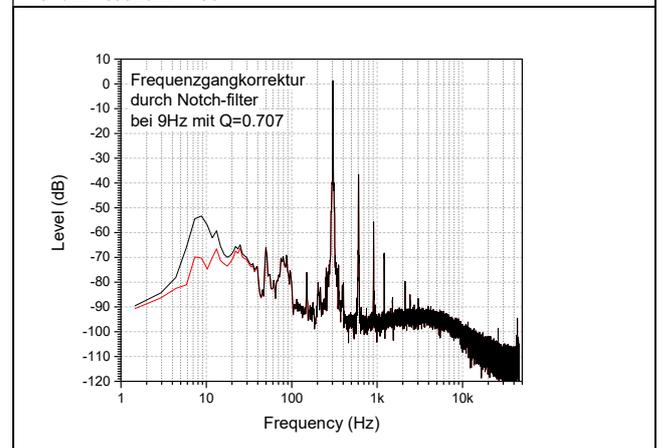


Abb.35: Wirkung des Notchfilters zur Ausblendung der Tonarmresonanz - rot



Audacity besitzt ein Notchfilter, was unter 20Hz eingestellt werden kann. Die allermeisten anderen, vor allem Kaufprogramme, können sowas nicht unter 20Hz!

Das Notchfilter kann in der Güte eingestellt werden, was es möglich macht, die Überhöhung ziemlich genau zu annullieren, ohne die 20Hz zu weit abzusenken, was in Abb.35 deutlich gemacht wird.

Die Tonarmresonanz hat keinen konstanten Pegel. Er ist am Plattenanfang am größten und wird bis zum Plattenende kleiner. Die Pegelgröße am Anfang hängt stark von der Verwellung der Schallplatte ab. Sie kann am Anfang durchaus an die -35dB kommen! Von HiFi-Testzeitschriften [46] werden manchmal Schallplattenaufnahmen aufwändig digitalisiert und auf CD vorgestellt. Nachgemessen sind dort auch bis zu -35dB Tonarmresonanzen mit abgepresst!

Die Plattenklemme, die beim Pro-Ject in der Mitte aufgeschraubt werden kann, ist zuweilen kontraproduktiv, da dadurch die Verwellung größer wird, nämlich dann, wenn die Klemme zu fest aufgeschraubt wird. Ohne Plattenklemme rutscht die Platte beim Bürsten. Optimal ist, wenn die Plattenklemme 1 bis 2 Windungen aufgeschraubt wird und dann die Klemme wie ein Kreisel schwungvoll eingedreht wird, so wird sie von selbst gestoppt. So lassen sich die Resonanzen um 5dB dämpfen.

Eine effektive Bedämpfung der Plattenverwellung, bzw. Tonarmresonanz, kann z.B. wie beim Luxman PD300, durch eine Vakuum-Ansaugung der Schallplatte passieren oder auch z.B. wie beim Transrotor Argos, wo ein Edelstahlring auf den Plattenrand drückt.

6.6.1.1. Beschränkungen der Computer-Aufnahme

Da bei den Tests immer wieder mal die Einstellungen am Computer Realtek HD Sound-Manager umgestellt werden mussten, kam heraus, dass der Realtek Chip zwar 24bit 192kHz wiedergeben kann aber nur mit 16bit aufnehmen kann! Audacity nimmt zwar mit 24bit auf, aber vermutlich nur nach der 16bit Umsetzung des Realtek.

Der Störspannungsabstand von 100Hz bis 20Hz liegt bei -75dB, was im Prinzip dem FFT Analyzer entspricht.

Im Eingang der Audioschaltung stehen 6V Elektrolytkondensatoren, die minderwertigste und Qualität was es gibt, aber auf Langlebigkeit getrimmt.

Ein exakter Klangvergleich mit CD ist kaum möglich, da der Computer so rauscht und vieles an der CD-Wiedergabe von der HiFi-Anlage verdeckt, was schlagartig offenbar wird, wenn der Computer ausgeschaltet wird.

13.6.2. Digitalaufnahmen mit einem Profi-Recorder

13.6.2.1. Eine Recherche zur machbaren Performance

Nun wurde ein Recorder gesucht, der unabhängig vom Computer aufnehmen konnte, ohne dem störenden Lüfter wie beim PC, mindestens 96kHz 24bit. Bei der Recherche tauchte das Nachfolgeformat der SACD auf, DSD128 oder double-DSD genannt. Bei SACD war bekannt, dass es ab 20kHz ein starkes Rauschen abgibt. DSD128 hat die doppelte Sampling Frequenz, was nahelegt, dass das Rauschen erst ab 40kHz beginnt, was besser beherrschbar ist, so wird die Vermutung, die durch die Abb.36 nach [18] bestätigt wurde.

Der besondere Vorteil des DSD Formats ist, dass das Digitalsignal über einen analogen Tiefpass direkt das Anlogsignal gewonnen werden kann, und, dass die Impuls wiedergabe dem Anlogsignal näher kommt (Abb.37). Deshalb war die Vorstellung des SACD-Formats auf der Funkausstellung 2001 so überraschend, denn dort war gerade der Tief-Mittentonenbereich dem Anlogsignal viel ähnlicher als die CD, gehofft hatten alle, dass die Hochtönwiedergabe feiner kam. Doch das geschah nicht, vermutlich wegen des Hochfrequenzrauschens.

Nur dass ein Bemalen der CD (Innenkante, Außenkante, Innenfläche) mit schwarzem Edding die Klangqualität über der SACD stellte. Ein Bemalen der SACD brachte das Rating für die SACD zurück. Optische Medien sind mit einer Fehlerrate verbunden. Das wird auch beim Vergleich der digitalen optischen Toslink-Verbindung gegen die elektrische Koaxverbindung klar.

Abb.36: Vergleich Systemrauschen verschiedener Formate [18]

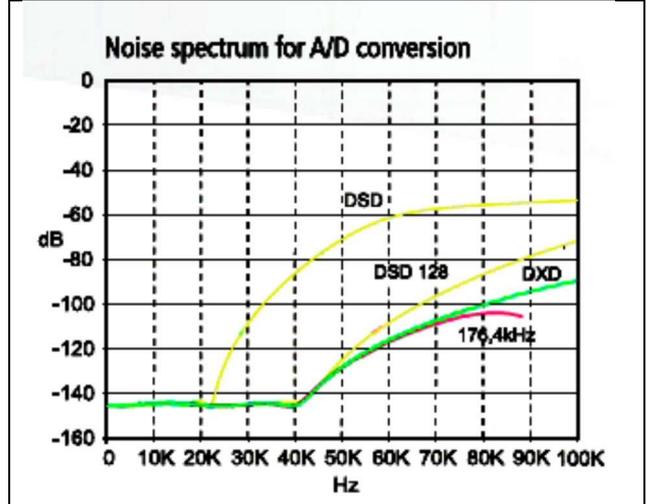
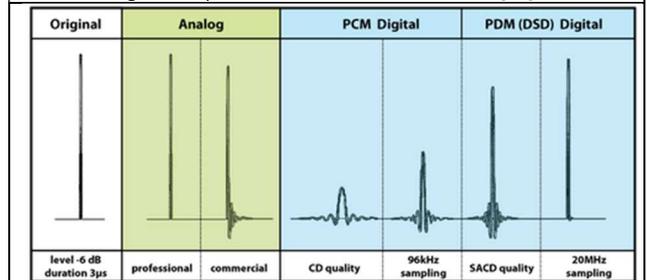


Abb.37: Vergleich Impulstreue verschiedener Formate [18]



Gesucht wird also ein nicht nur vom Computer losgelöste Aufnahmemöglichkeit sondern ein System, was elektrisch die Daten aufnimmt, verarbeitet, speichert und wiedergibt, ein Recorder.

Es gab laut Internet einen Recorder, der genau die Wünsche umsetzen konnte, - aber er ist schon wieder vom Markt verschwunden! Die Existenz dieses Recorders war gar nicht bemerkt worden. Nur Secondhand Ware ist geblieben. Es war der Korg MR2000S mit einer eingebauten SSD 128GB, wie er in Abb. 40 zu sehen ist.

Abb.40: Korg MR2000S



Kaum daß Traurigkeit aufkam, stellte TASCAM einen solchen Recorder vor. Er konnte in allen PCM Formaten ab 44kHz 16bit bis 192kHz 24 Bit und DSD64 (SACD) sowie DSD128 aufnehmen. DXD mit 24bit und 353kHz (2x176kHz) wurde ihm aber vorenthalten.

Abb.41: Tascam DA-3000



Theoretisch wäre DSD256 noch besser, dann wäre das Rauschproblem völlig beseitigt, denn so hoch geht kaum ein Hochtöner. Außerdem würde ein Tiefpass mit 12dB Steilheit das Samplingsignal auf -96dB dämpfen, ohne dass 45kHz Signale betroffen wären. Der DA-3000 speichert auf SD- oder CF-Karten. Die maximale Dateigröße liegt bei 2.097.133GB. Im DSD128 Format sind das 25:21min. Dies dürfte für die meisten LP's pro Seite reichen. Aber der DA-3000 schreibt darüber

hinaus sofort die 2te Datei und im Gapless Modus kann er die beiden Dateien unhörbar verbinden.

Der größtmögliche CF-Speicher ist eine 128GB-Karte, größtmöglicher USB-Speicher ist 64GB und größtmöglicher SD-Kartenspeicher ist 32GB. Das ist ein Manko, denn die LP-Sammlung umfasst mehr als 500 LP's mit einigen TB Gesamtspeicherbedarf und die Beschriftungsfläche ist recht klein. Ein weiteres Manko sind die fehlenden üblichen Stellfüße wie von HiFi-Geräten und der relativ schlechte Klirrfaktor THD+Noise für Cinch von 0.005%. Der DA-3000 ist als professioneller Tonstudio-Recorder zum Mastering konzipiert und nicht für den Consumer-Bereich. Der Schwerpunkt liegt auf Zuverlässigkeit und auf digitales Mastern. Es ist nur ein Einbau im Studiorack mit Frontmontage möglich.

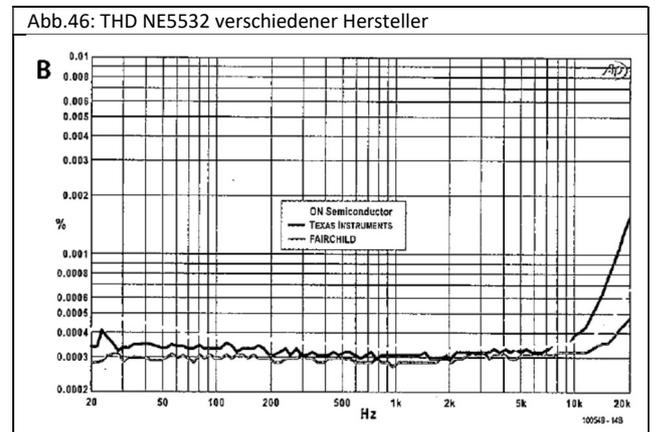
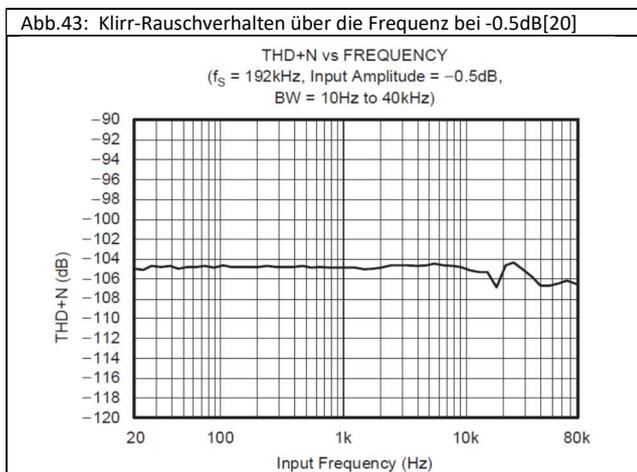
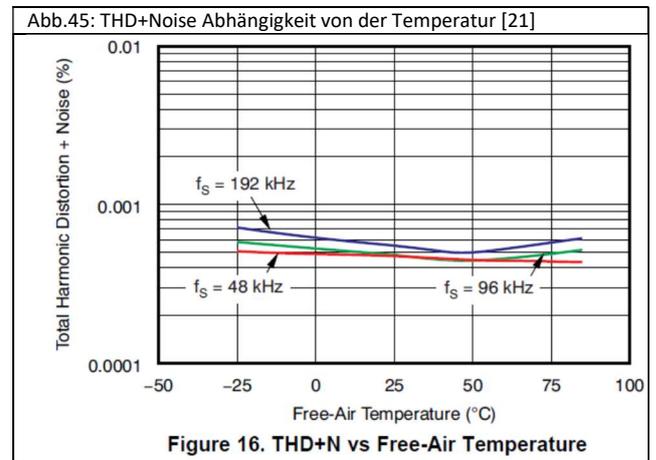
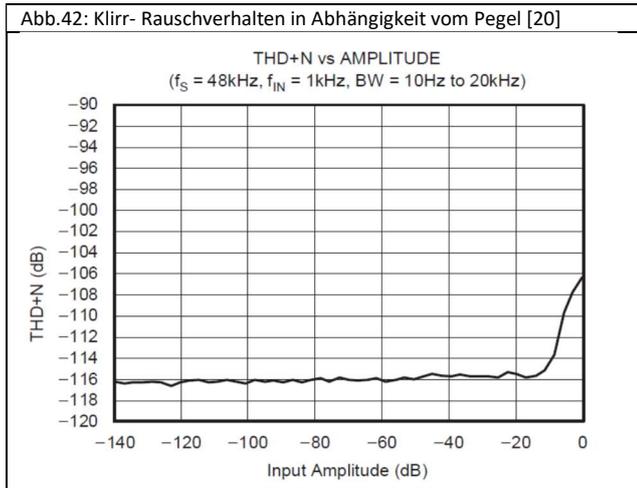
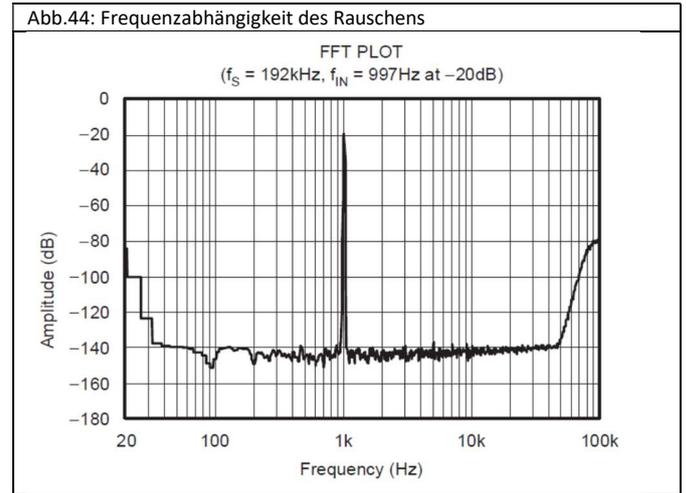
Das mit den Stellfüßen kann pragmatisch durch ein altes HiFi-Gerät gelöst werden. Für die Korrektur des schlechten Klirrfaktors müssen die Schaltungsunterlagen beschafft werden. Der Klirrfaktor für die symmetrischen Ein- und Ausgänge liegt zwar niedriger (0.003%) aber es gibt keine Ni-freien Stecker für diese Studioverbindungstechnik. Der Frequenzgang im DSD-Modus wird mit 0Hz bis 100kHz mit +0,1dB, -12dB (Jeita) angegeben. Jeita ist ein Japanischer Industriestandard. Die -12dB verlangen eine Klarstellung, denn das kann bedeuten, dass 40kHz schon beträchtlich abgeschwächt werden. Was sagen die Tests in den Zeitschriften und Internet-Foren?

In [19] wurden neben der verbalen Vorstellung auch Messergebnisse gezeigt. Schlüsselbaustein ist der Burr Brown AD/DA-Wandler PCM4202, der wahrscheinlich von Texas Instruments gefertigt wird. Der IC enthält einen 1bit-Delta-Sigma Modulator je Kanal und unterstützt 24Bit mit bis 216kHz Samplingfrequenz, oder 5.184Mbit/s. Die Angaben in Abb.42 deuten darauf hin, dass der auszusteuende Maximalpegel die -5dB Marke nicht überschreiten sollte. Selbst -106dB würden 0.0005% THD bedeuten. Faktor 10 weniger!

In Abb.44 wird deutlich, dass der AD-Wandler primär in DSD128 arbeitet, sonst würde das Rauschen im PCM bei 192kHz oberhalb 40kHz nicht ansteigen. DSD128 ist also die zu bevorzugende Aufnahmeart.

Ergänzend dazu muss dann natürlich der DA-Wandler betrachtet werden. Es ist ebenfalls ein Burr Brown, von TI hergestellt, PCM1795, der auch bei T+A zur Anwendung kommt. Dieser Wandler arbeitet mit 32bit Auflösung, einer Dynamik von 120dB und einem THD+Noise von nur 0.0005%! Der Wandler hat ein Interface für DSD. Interessant ist die Temperaturabhängigkeit der Verzerrungen in Abb.45, sie wird später eine Rolle spielen.

Außer den Wandlern werden die Allerwelts-IC's NE5532, ebenfalls von TI genutzt. Doch TI verheimlicht den THD+Noise Wert in ihrem Datenblatt!

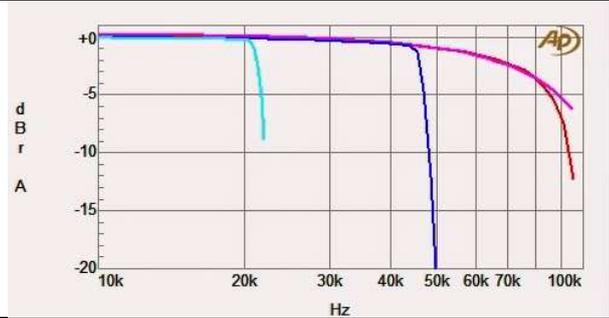


Nur Elektor [22] vermaß den Klirr des NE5532 von verschiedenen Herstellern, TI, ON Semiconductor und Fairchild, wobei TI am schlechtesten wegkam. 0.0015% werden hier bei 20kHz erreicht, Abb.46. Außerdem soll die Qualität sehr streuen, ±40%!

Klangtechnisch verglich [19] den DA-3000 mit Benchmark DAC-D, Mytek Stereo 192-DSD und TEAC DU 501. Der „DA3k“ bringt bei einigen Aufnahmen etwas mehr Stereoraum und klingt etwas geschmeidiger, der Mytec klingt etwas klarer. Die 5.6MHz DSD klingen bei einigen Instrumenten dichter am Original als die 2.8MHz. Der wundervolle Vinylsound wird voll konserviert. Der Autor war begeistert. Darüber hinaus vermisst er allerdings die 352 bzw. die 384kHz des DXD, was dann genauso geschmeidig klingt wie DSD, nur mit allen Details des PCM. Des Weiteren erwähnt der Autor, dass die CF-Karte deutlich zuverlässiger funktioniert und weniger Glitches aufweist als die SD-Karte, obwohl CF schon relativ alt ist. Dann machte er einige Messungen mit seiner Audio Precision SYS 2722.

Im Frequenzgang des DA-3000 ist bei 40kHz -1dB Verlust zu erkennen. Dass sowohl DSD128 als auch 192kHz die gleiche Dämpfung ausweisen, zeigt auf, dass es im Gerät einen Filter gibt. Die Kanäle klirren etwas unterschiedlich. Bei 0dB entstehen bis -95...-97dB Verzerrungen, was 0.0018 bis 0.0015% sind (was besser als die TASCAM Angaben von 0.0050 ist und der Elektor-Messung entspricht). Die Kanaltrennung der hohen Frequenzen liegt bei unter -90dB.

Abb.47: Frequenzgang DA-3000



magenta DSD128, red 192kHz/24bit, blau 96kHz/24bit, cyan 44kHz/24bit

Abb.47: THD+Noise 1kHz DSD128 rot - linker Kanal

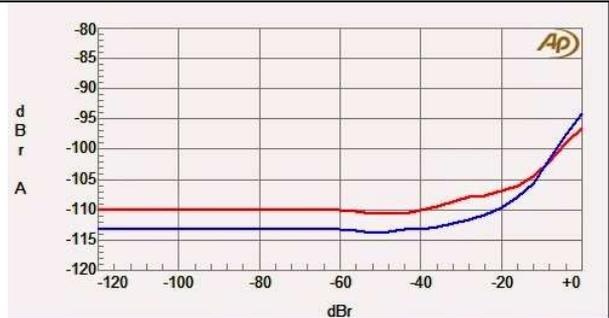
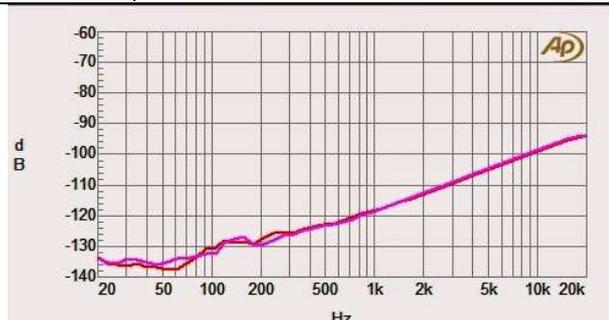


Abb.48: Übersprechen zwischen den Kanälen



In [23] erfährt man, dass der Korg Recorder gar nicht hierzulande verkauft werden durfte. Der Autor hier bemerkt erfreut, dass man sich beim Aufnahmepegel bis auf -0.4dB des Maximalpegels annähern kann. Verärgert ist er, dass sich die Dateien zwischen den USB, SD und CF nicht einzeln kopieren lassen.

Weitere Messungen wurden in [24] mit dem RightMark Audio Analyzer unternommen. Auch hier liegen die Verzerrungen, wenn auch bei -3dB, nur bei 0.0016%. Hauptkomponente ist k_3 neben k_5 als ungerade harmonische und dann noch k_2 in der gleichen Größenordnung. Ein etwas ungewöhnliches Bild. Offensichtlich sind hier 2 Verursacher am Werk. Die Intermodulation ist auch nicht viel schlechter und liegt bei 0.0022%. Das Übersprechen entspricht den vorhergehenden Messungen, was beruhigend ist, da die Messungen damit als zuverlässig gelten dürften. Und das stimmt zuversichtlich. Die Verzerrungen sind also deutlich geringer als das was TASCAM selbst angibt, das entspricht auch der Qualität der genutzten Bauelemente. Der früher häufig belächelte NE5532 von Philips wird auch nicht mehr von Philips hergestellt. Die neuen Hersteller haben mehr Qualität herausgeholt.

Tab 6: Vergleich der Verzerrungen

	TASCAM	[19,24]
THD Aufnahme	0,0050%	
THD Wiedergabe	0.0010%	
THD Aufn. /Wiederg.		0,0016%
Crosstalk 1kHz	-105dB	-118dB
Frequenzgang DSD	100kHz -12dB	100kHz -5dB

Abb.49: THD+Noise (-3dB FS) [24]

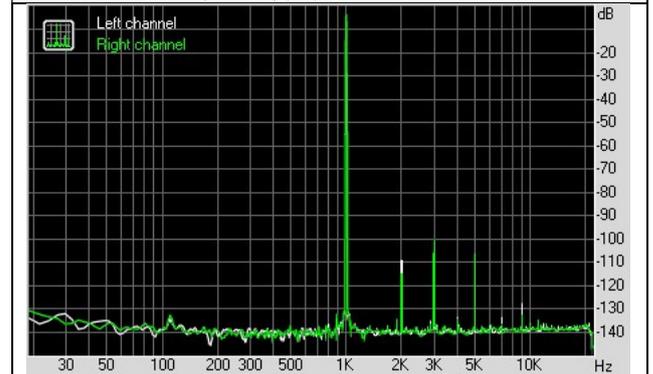
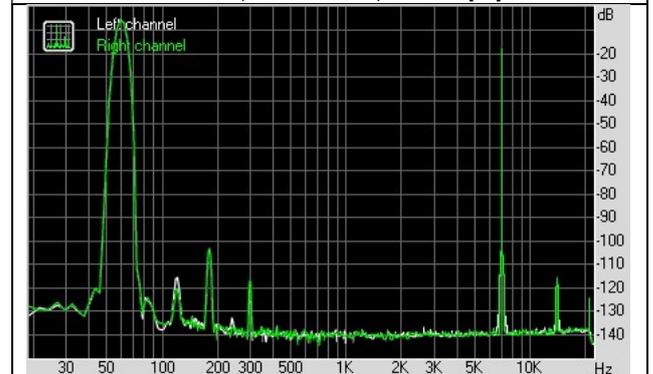
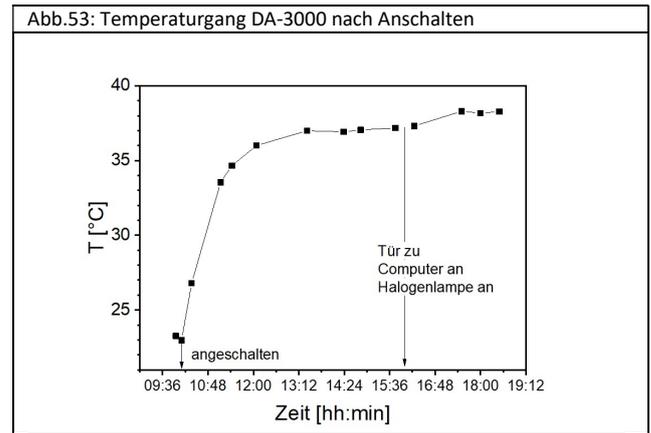
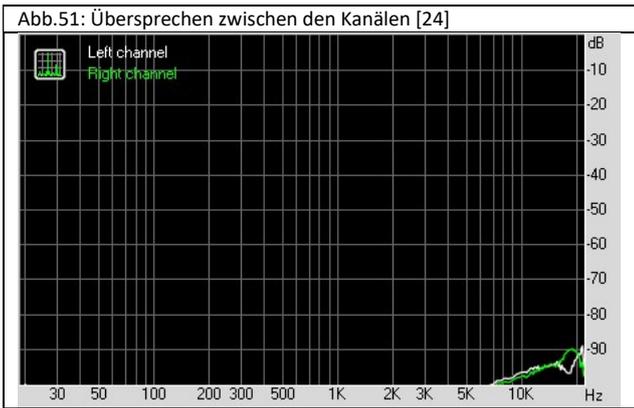


Abb.50: Intermodulation, 8kHz mit 60Hz, 0.0022% [24]



Auch in [25] schwärmt man über den DA-3000: „Bei DSD handelt es sich um eine extrem hochauflösende Speichermethode von Audiosignalen, mit der bis zu 100kHz bei einem dynamischen Umfang von 120dB möglich ist.“ Ein Wermutstropfen gab es dort dennoch, die Fernbedienung aus China funktionierte überhaupt nicht. Der Recorder wird als absolut klangneutral eingestuft, so wie man es auch von einem Recorder erwarten sollte. Die Autoren trauten sich nicht festzulegen, dass DSD einen Hauch plastischer klingt.



13.6.2.2. Inbetriebnahme des neuen DA-3000 im HiFi-Rack

Nach dem Anschalten des DA-3000 im HiFi-Rack wurde bemerkt, dass sich das Gerät sehr stark erwärmt. Die Gehäusetemperatur ähnelt dann dem Sony Tuner 800ES. Im Manual stand, dass genügend Raum über dem Gerät frei bleiben soll.

Von einem alten HiFi-Gerät wurden die Füßchen abgeschraubt, mit 5mm Korkscheiben versehen und mit doppelseitigen Klebeband am DA-3000 angeklebt, wobei darauf geachtet wurde, dass möglichst keine Lüftungsschlitze verdeckt wurden.

In den ersten 3h zeigt das Gerät einen Klang, der typisch ist für hochwertige Geräte mit Elko-Ausgang.

In den Fotos von TASCAM selbst konnten die Elkoreihen an den Ein- und Ausgängen leicht erkannt werden und auch die Marke, wie z.B. Abb.52.



Nach Änderung der Wärmeparameter des Zimmers wird der Recorder noch etwas wärmer, ... und klingt noch etwas geschmeidiger, Anschläge kommen besser auf den Punkt. Mehr geht nicht, erst nach 24h passiert dann wirklich nichts mehr. Leider gibt es kein Standby, was die Formierzeit verkürzen könnte.

Die Temperatur und die Formierzeit der Elkos – eine Hauptfunktion des Klangs? Kommt schon bekannt vor, wie früher.

Die Suncon Elko's sind entsprechend ihrem Aussehens und dem Service Manual der Bezeichnung nach ME-AX Typen. Im Vergleich der anderen Typenblätter wird bei diesem Typ besonders auf Temperaturstabilität und große Lebensdauer Wert gelegt, also für Tonstudioanwendungen besonders geeignet. Durch seine niedrige Impedanz bei 100kHz ist er auch für hochauflösende Musiksignale verwendbar. Der SUNCON ME-AX kommt 2 x im Aufnahmezweig und 1x im Wiedergabezweig vor.

Tab.7: Datenblatt Suncon Al-Elko

SUNCON ME-AX	47µF
rated voltage	25V
temperatur range	-55 – 105°C
capacitance tolerance	20% bei 120Hz 20°C
dissipation factor (tan δ)	0,14 bei 120Hz 20°C
105°C 25V Ø5mm	2500h
max. Z 20°C 100kHz	0.42Ω
DA %	nicht angegeben

Prospekte weisen darauf, dass das Display ein OLED-Typ ist. OLED's sind z.Z. immer noch nicht die langlebigsten. Die Lebensdauer kann aber durch weniger Strom, d.h. weniger Helligkeit gesteigert werden. Also runter mit der Helligkeit bis eine Stufe vor Anschlag, weil es dann schlecht aussieht. Leider werden parallel auch die farbigen Hinterbeleuchtungen der Rec, Pause, Play-Tasten abgedunkelt.

Durch die relativ hohe Dielektrische Absorption (DA) werden die Grundtöne am Impulsstart verschluckt, typisch elektronischer Sound.

Erst nach 6h geht dieser Effekt soweit zurück, dass der Klang einem CD-Spieler wie dem mit MKP-Kondensatoren getunten Denon DVD-3910 ähnlich wurde. Nach 10h war das Manko bei CD-Vergleich nur noch im Direktvergleich wahrnehmbar, bei LP's war ein stärkerer Unterschied da. Es ist anzunehmen, dass in Tonstudios wie in einem Forschungsinstitut die Messgeräte montags angeschaltet werden und am Wochenende erst wieder aus. Die Warm-Up Zeit ist eben hier >6h. Die Hewlett-Packard RCL-Messbrücke braucht nachgewiesenermaßen 24h für 0,0002° Genauigkeit, auch die Keithley Electrometer benötigen 24h um driftfrei zu werden.

Abb.53 zeigt die Aufheizcharakteristik, gemessen direkt an den 2 wärmsten Stellen, im Lüftungsschlitze mit einem PT1000 und einem Keithley DMM2000. Was man sieht, hört man, die Änderung des Klangs mit der Aufheizzeit. Die Klangqualität wird quasi statisch nach 6h, genauso wie die Temperatur zeigt.

13.6.2.3. Erster Hörvergleich der Tonformate mit Schallplatte

Nach 1 Tag Warm-Up wurde einen Tag lang ein Testhören durchgeführt. Zunächst war es ein Geduldsspiel von einer x-beliebigen Schallplatte die Klangunterschiede in den Samplingfrequenzen und Bitraten zu ermitteln. Es war sehr schwer ohne direkte Umschaltmöglichkeit.

Doch dann kam die Erinnerung, dass die größte Sensibilität des menschlichen Gehörs in den Mitten liegt, vor allem in menschlichen Stimmen. Hier wurden zwei LP's ausgewählt:

„Liederspielplatz“ vom Label LITERA, wo bei einer Vorführung ein Bekannter [26] gesagt hatte: „als ob da einer um die Ecke steht“, die war bei der Vorführung mit 88kHz 24 bit aufgenommen gewesen und Veronika Fischer „Aufstehn“ mit rotem Amiga Label, wo der Eindruck der originalen Gesangsstimme heute noch nicht verblasst ist. Die „Liederspielplatz“ hatte schöne geschmeidige, warme sowie charakteristische Kinderstimmen, tolle unmittelbare Schlaginstrumente sowie auch Flöte und Akustikgitarre, die in einem Studio (vermutl. Nalepastraße Berlin) sehr natürlich aufgenommen worden ist. Die Schlaginstrumente waren relativ nah am Mikrophon und fein aufgelöst, die Impulse kamen „gepfeffert“. Die „Aufstehn“ konnte mit einem ganz

breiten Spektrum an natürlichen und geschulten Gesangsstimmenfarbenfeuerwerk und -effekten aufwarten.

Methodisch wurde so vorgegangen: Bestimmte kurze Sequenzen wurden mit verschiedenen Auflösungen nacheinander aufgenommen und mit Titelsprung kurz angespielt, mal 3 und mal 10s lang. Der Direktvergleich mit der Schallplatte konnte durch Umschalten mit jeweils ein paar Sekunden Verzögerung quasi augenblicklich erfolgen, da der Pegel am DA-3000 abgleichbar war.

Zuerst wurde das 16bit 44kHz CD-Format eingestellt und gegen 24bit verglichen. Es war verblüffend, dass die 24bit die Pegelsprünge deutlich verzerrungsärmer gebracht haben. Das war sehr gut immer wieder reproduzierbar. Die 88kHz (Studio Mitte 2000?) stellten die Percussion wärmer dar, aber die Präzision lies nach. Andere würden sagen die Überanalytik ging verloren. Nochmals erhöht auf 176kHz (Studio relativ aktuell), jetzt wirkte die Ratsche noch weniger hart als bei 88kHz, aber die Zähne wirkten abgeschliffen.

Wie war das doch mit dem Experiment der Filterung von Musik mittels unterschiedlicher Filterteilheiten >20kHz? Bei größer 12dB/Oktave wurde es heller, greller und scheinbar lauter, aber auch unangenehmer.

Die Schallplatte aber hatte mehr Kontur, Prägnanz bis zu kleinen hellen Spitzen, Ratsche eben. Es war richtig enttäuschend, fast ärgerlich. Die Kontur kam mit 192kHz deutlicher hervor. Kinderstimmen blieben matt und trocken, als wären die Kinder erkältet, die „feuchte, warme“ Charakteristik oder wie andere sagten der Schmelz fehlte.

Es blieben noch die DSD Formate (Bitstream) 2.8MHz 1bit (DSD64) und 5.6MHz 1bit (DSD128).

Das seit 2000 als SACD bekannte Bitstream mit 2.8MHz ordnete sich so zwischen 44kHz und 88kHz ein. Damit liegt es in der gleichen Größenordnung wie der Effekt des CD-Anmalens mit Edding-Schwarz: CD schwarz angemalt war besser als SACD, eine geschwärzte SACD war wieder besser [27]. Die 2.8MHz Bitstream zeigt ja auch ab 20kHz einen deutlichen Rauschanstieg an, bis 100kHz von -100dB auf -40dB! Die Verwendung von Superhochtönern wird hier ad absurdum geführt.

Aber nun brachte die Verwendung von 5.6MHz unvermittelt endlich die Kinderstimmen in eine annähernde natürliche Qualität der LP.

Die Ratsche erhielt Kontur, Präzision und Natürlichkeit! Jedoch war es noch nicht ganz die LP-Präsenz. Veronikas Stimme war dunkler gefärbt, mit weniger Schmelz und Geschmeidigkeit, sie wirkte teilnahmsloser. Gleiches war zu den Kinderstimmen zu sagen, die Live- oder Lebhaftigkeit wurde nicht so wiedergegeben.

- Doch mehr kann das Profi-Gerät TASCAM DA-3000 nicht! Leider! Auf der High End in München 2014 wurde der TASCAM DA-3000 gegen das beste Analogbandaufnahmemaschine Studer A80 MKII verglichen. Das Ergebnis war ein Unentschieden. Nahaufnahmen gewann die Studer, weil die Hochtonsättigung einsetzte.

Im Markt gibt es bereits DA-Wandler mit DSD256. Bei dem Qualitätsanstieg von DSD64 auf DSD128 könnte man theoretisch auf DSD256 eine exakte LP-Wiedergabe extrapolieren, d.h. Naturequivalenz. Der neue Studiostandard DXD arbeitet mit 352kHz 24bit, aber im Abhörtest es ging von Stufe zu Stufe der Erhöhung der Samplingfrequenz soo langsam mit dem Qualitätsanstieg voran, wenn die Ausflösung (24bit) von 44 auf 88, auf 176kHz, bzw. von 48 auf 96, auf 192kHz geschraubt wurde, dass das PCM-Verfahren vermutlich 2. Sieger sein wird.

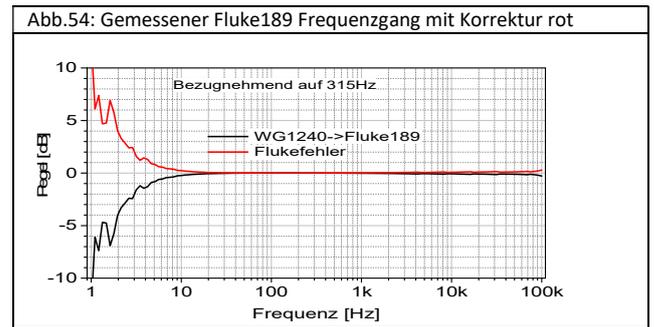
Schade. So kann man immer noch keine LP's digitalisieren. Ein Recorder sollte nichts weglassen und nicht hinzufügen. Das Ergebnis steht im Widerspruch zu den Recherchen vorher. Mit dem DA-3000 kann man aber auf jeden Fall die Tonbandkassetten, DAT-Bänder und UKW-Aufnahmen retten. Wann wird endlich der DSD256 Recorder kommen?

13.6.2.4. Frequenzgangmessungen der Digitalformate

Nun scheint es Unfug zu sein, die Stimmenverdunkelung dem DA-3000 Frequenzgang zuzuordnen. Es soll zwar ein Abfall oberhalb 10kHz da sein, aber der ist bei 20kHz sehr gering.

Doch die Schallplatte ist breitbandiger! Außerdem war bisher noch nicht bekannt, wie der Frequenzgang unter 20Hz ist? Hier hilft nur Gewissheit, eine Frequenzgangmessung. Benutzt wurde ein Signalgenerator WG 1240 und ein Multimeter Fluke 189. Zunächst wurde das Fluke Multimeter

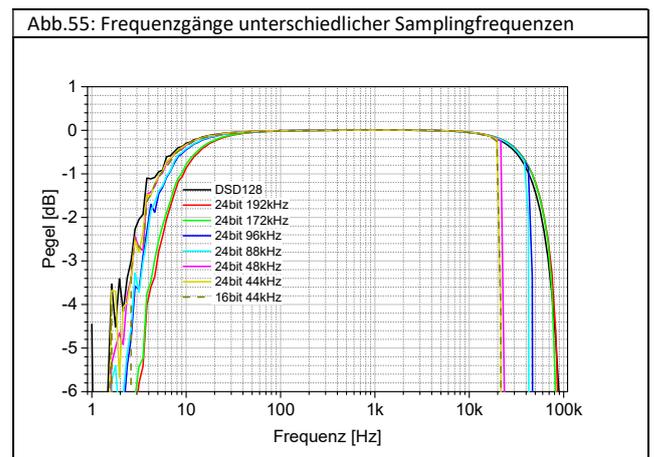
direkt am Signalgenerator gemessen (Abb.54) und hiernach wurden mit der Pegeldifferenz zum 0dB-Sollpegel die Frequenzgänge korrigiert.



Nach der folgenden Abb.55 ist der Frequenzgang für DSD128 besser als vom Hersteller angegeben: 100kHz mit -9dB und 4Hz mit -3dB. Nur entsprechend der Breitbandigkeit der Schallplatte in den hohen Frequenzen werden 45kHz mit -1dB bedämpft. Entsprechend der gängigen Lehrmeinung ist das ohne Bedeutung, da die 20kHz nur mit -0.2dB in den Höreindruck eingehen.

Technisch absolut unverständlich ist jedoch, dass die Subsonicfilterung von der Samplingart und -frequenz abhängt. Sicher wird gesagt, dass der Unterschied von 0,2dB wieder unbedeutend sei.

Ansonsten entsprechen die höchsten übertragenen Frequenzen den halben Samplingfrequenzen gemäß der Theorie, außer bei DSD.



Gemessen wurde mit WG1240 output nach record in DA-3000 am record out, parallel in Fluke189 und Arcam A39 (10kΩ). Wird der Arcam nicht angeschlossen, unterscheidet sich der Frequenzgang nicht.

Jetzt stellt sich die Frage, wo erfolgen die Bedämpfungen, die der Höhen und Tiefen, im Aufnahmezweig oder im Wiedergabezweig, oder sind diese auf beide Zweige gleichmäßig aufgeteilt? Dazu kann die Aufnahme eines Sweeps vom WG1240 erstellt werden und einem Audioeditor Programm gesichtet werden. Zur besseren Erkennbarkeit und Auswertung erfolgt er in einer Folge definierter Töne von 1Hz bis 100kHz.

- Doch eine DSD-Datei ist mit den gängigen Editoren nicht anschaulich einsehbar und nach Pegeln auswertbar. Dazu muss die Datei konvertiert werden, in eine PCM-Datei, z.B. mit dem Format *.wav. Welches Samplingformat und Bitauflösung ist möglichst verlustfrei und gleich auflösend? DSD128 mit den 5.6MHz hat eben die 128fache Samplingfrequenz der CD und es werden 5.6Mbits/s übertragen, in Stereo 11,2Mb/s. In der Tab.8 wurde berechnet, dass die gängigen Formate die Datenrate nicht erreichen. Neuere Editoren nutzen zu den Berechnungen 32bit und 64bit. Damit konnte eine Bit-äquivalente Umrechnung aus dem DSD128 Format in eine *.wav Datei gefunden werden. Dieses Format wird bereits von vielen Editoren unterstützt. Die Praxis bestätigte das, 2GB bleiben 2GB.

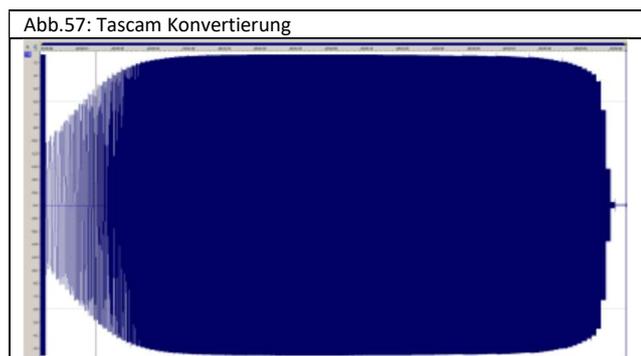
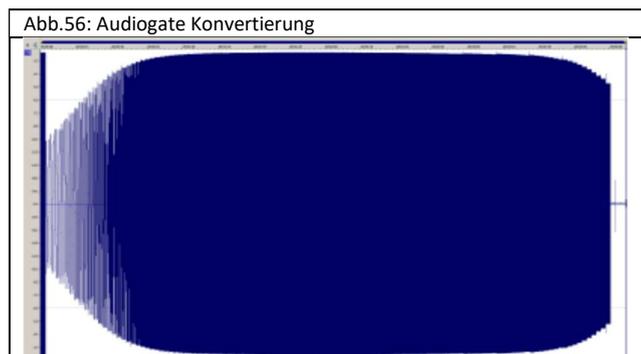
Damit wurde auch das Editor-Format gefunden, um eventuelle Manipulationen der Aufnahmen durchführen zu können. Eine Bit-genaue Rückführung bei einem ganzzahligen Verhältnis der Samplingfrequenz ist wieder verlustfrei möglich.

Tab.8: Datenraten verschiedener Digitalformate

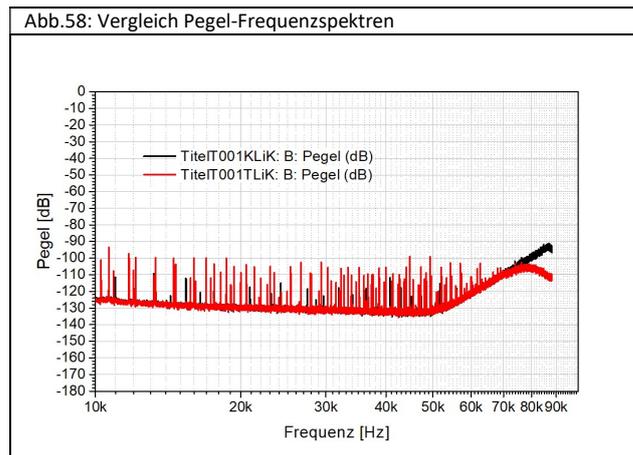
	kHz	Bit	Mb/s
DSD128	5644,8	1	5,6448
CD	44,1	16	0,704
	44,1	24	1,056
	48	24	1,152
	192	24	4,608
	192	32floating	6,144
	176,4	32floating	5,6448
	352,8	24	8,4672

Doch welchen Formatwandler nutzen? Korg stellt zwar keine Recorder mehr her, hatte aber einen Wandler mitgegeben. In letzter Zeit kam ein weiterer Wandler von TASCAM heraus, High Resolution Editor. Andere waren nur gegen einen höheren Betrag verwendbar.

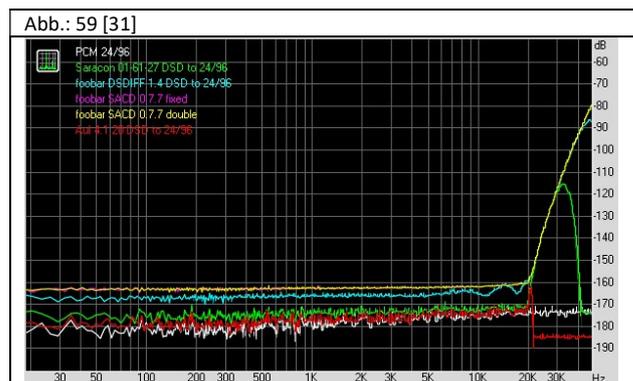
Im kleinen Sound Forge lassen sich die Dateien mit Zeitgang gut darstellen, Abb.56, 57 und die Messfrequenzen im Pegel mit Origin erfassen. Die Tascam Konvertierung hat in der Software einen früher einsetzenden Tiefpass als das Audiogate, ist aber weicher ausgelegt und hat kein Hochfrequenzartefakt.



Warum gibt Tascam 8 Jahre später seinem Konvertierungsprogramm einen solchen Filter mit ein? Nun bekannt ist, dass DSD mit SACD ab 20kHz ein mit der Frequenz anwachsenden Rauschpegel liefert. Die meisten SACD Spieler haben ein ebensolches oder verstellbares Filter, je nachdem was vermutlich subjektiv besser vertragen wird. In Abb.58 werden die beiden Konvertierungen in 176kHz 32bit mit den Frequenzspektren verglichen. Das Rauschen startet bei beiden bei 50kHz. Audiogate hält sich gemäß der Theorie, bis auf den kleinen Haken, was auf eine „sharp“-Filterung hindeutet und der HiRes-Editor filtert weicher, früher aus. Es sollten klanglich keine Unterschiede entstehen, bei solch hohen Frequenzen, oder?



In irgendeinem Internetforum stand, dass SARACON, was als der beste Konvertierer gilt, bereits ab 40kHz sehr stark filtert und ein klareres Klangbild liefert. Andere meinten, Saracon hielte nichts von über 40kHz, da ist nichts. In [31] wurde ein Diagramm gesichtet, wo die Wirkung von Saracon bestätigt wird (grün). Hier wird auch gleich ein Vergleich zum Aul [38] Konverter abgebildet. Dieser kommt auch nicht in Frage, da er die sanfte Filterregel bei 20kHz verletzt.



13.6.2.5. Welcher Konverter ist näher am Original (LP)?

Für die digitale Überarbeitung der Audiofiles der LP-Mitschnitte ist es sowieso erforderlich, in PCM umzurechnen und wieder zurück. So liegt es nahe, die Konvertierungen einfach durchzuführen und durch Umschalten zu vergleichen. Genutzt wurde wieder V. Fischer mit „Aufstehn“, Pink Floyd „Umma gumma“ live und Chembalo „BWV1060-62“ Eterna Grün-Weiß-Label.

Im Allgemeinen wirkt die Musik, insbesondere Stimmen schlanker. Am stärksten ist der Unterschied nach dem HiRes-Editor zu bemerken. Musik wirkt nicht nur „entschlackt“, sondern präsenter und frischer. Und das kann der Tascam Konverter am deutlichsten.

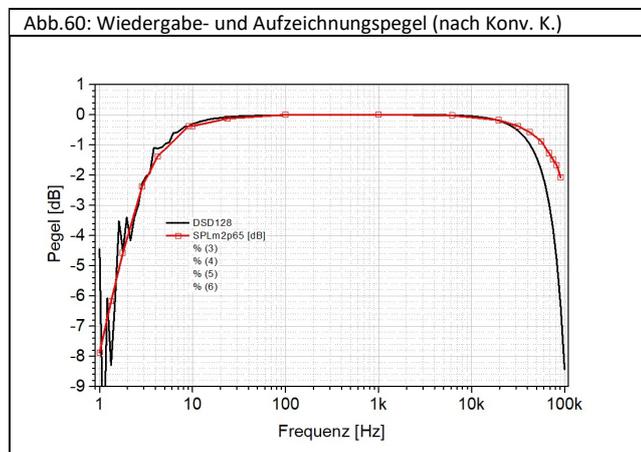
Doch Audiogate klingt eben doch originalgetreuer. Im A-B-Vergleich wirkt die Stimme von der V. Fischer über den DA-3000 etwas dunkler, farbloser. Wenn man bedenkt, was der Händler über den subjektiven Sinn der höheren Geschwindigkeit des Perspex gesagt hat, wird klar, dass der Audiophile Markt das Klangbild des Tascam Converters bevorzugt. Doch die Stimme von der V. Fischer büßt im Farbspektrum deutlich ein. Die Aufgabe eines Recorders sollte sein, n i c h t s zu verändern, das gleiche sollte auch für den Konverter gelten. Der Klangunterschied in der beschriebenen Art und Weise wächst in der Reihenfolge: Original DA-3000, Korg Konverter, Tascam Konverter.

13.6.2.6. Der Aufnahmefilter des DA-3000

Da die Wiedergabespeichergröße des DA-3000 vom USB-Stick auf 64GB begrenzt ist, kann dieser nicht auch noch als Musikserver dienen. Wenn dafür ein anderes Gerät genommen wird, ist erstmal nur die Aufnahmebedämpfung interessant. Das gilt als ausreichend, wenn das Wiedergabegerät nämlich keine Filterung bewirkt.

Um das herauszubekommen, ist die Sweep-Aufnahme des WG1240 mit einem Editor-Programm nach Konvertierung auszumessen. Die könnte zum Record out des DA-3000 unterschiedlich sein.

In Abb. 60 ist zu erkennen, dass die Tiefen genauso aufgezeichnet wie sie wiedergegeben werden. Im Aufzeichnungsweig sitzt ein Hochpass. Die Höhen werden zuerst im Aufnahmezweig und dann nochmal in der Wiedergabe bedämpft. Die Aufnahme wurde mit DSD128 und die Konvertierung mit Audiogate durchgeführt.



Tab.9: Vergleich der Dämpfung in Aufnahme

Frequenz [kHz]	Aufnahme [dB]	Wiedergabe [dB]
20	-0.20	-0.20
30	-0.35	-0.45
40	-0.53	-0.84
50	-0,73	-1,39

Der subjektive Stimmeneindruck hat nicht gelogen, das sollte aber theoretisch unmöglich sein! Wenn man aber bedenkt, was die alten Praxisergebnisse sagen: i) wenn man oberhalb 20kHz steil abschneidet, wird die Musik heller und lauter (vor 1989), ii) das K2HD Verfahren für CD's mit natürlicheren Klangeindruck (2007), -ja dann ist es nicht mehr so ganz unmöglich. Aber könnte es auch eine andere Ursache geben?

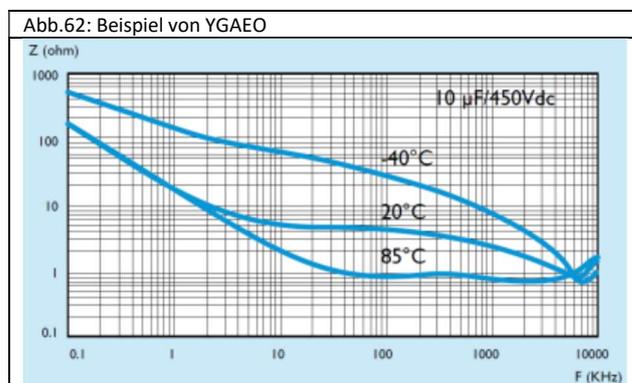
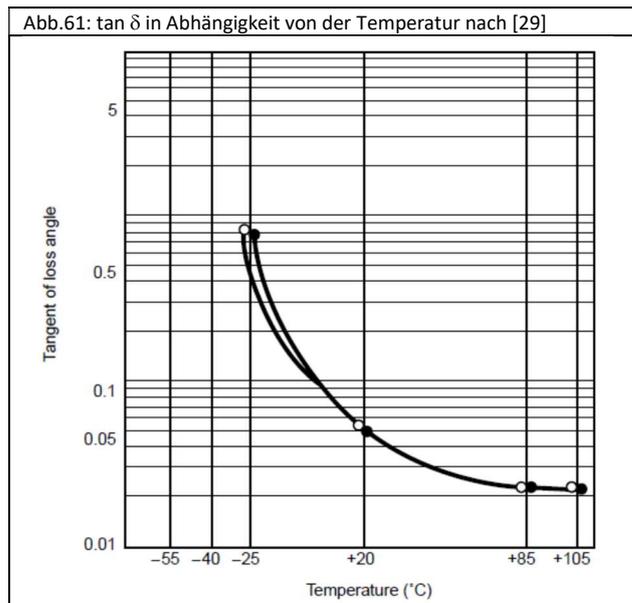
13.6.2.7. Die Ein- und Ausgangselektrolytkondensatoren

Es ist bekannt, dass Elektrolytkondensatoren zu den hohen Frequenzen hin zunehmende Abweichungen vom theoretischen Verlauf eines Kondensators haben, die Impedanz sinkt nicht mehr, sie kann sogar ansteigen, innerhalb des zu übertragenden Bereiches. Dazu kommt, dass die dielektrische Absorption sehr viel größer ist als weniger verlustbehaftete Kondensatoren. Vor allem MKP-Kondensatoren sind dem Ideal schon sehr nahe. Die Wirkung ihres Austausches gegen Elektrolytkondensatoren ist in [27] häufig demonstriert worden.

Ein einfacher Austausch ist aber nun nicht mehr für den Laien umsetzbar, auch viele Fachleute heben die Hände, wenn es heißt, die Elkos aus den Mehrlagenplatinen mit Durchsteckkontakten vom neuen RoHS Lot SnAgCu zu befreien und herauszuziehen, ohne die Kontakte zu beschädigen oder zu verlieren. Spezialbesteck und Erfahrung ist notwendig, um bei der höheren Temperatur von mehr als 221°C sauber zu arbeiten. Auch ein Umlöten mit Sn60Pb40 ist wegen der Umkristallierung und anderer Dreckeffekte auch nicht möglich. Was tun?

Heerscharen von Toningenieuren haben mit normalen Equipmentbauteilen wie Elektrolytkondensatoren bereits in den späten 60'ern und 70'ern auch hervorragende Klangqualitäten mit natürlichen Transienten produziert.

Häufig standen die Geräte in Racks übereinander und blieben über längere Zeit angeschaltet. Die Elkos sind formiert und haben's wohliger warm. In einem Datenblatt von einem Hersteller, der für „audiophile“ Kondensatoren bekannt ist, wie ELNA, wurde folgende Temperaturcharakteristik gefunden, Abb.61.



Man kann analoge Kurven bei vielen anderen Herstellern finden. Je höher die Temperatur, desto niedriger ist der Verlustfaktor. Und die Kapazität steigt sogar an (hier nicht dargestellt). Allgemein korreliert der Verlustfaktor $\tan \delta$ mit der dielektrischen Absorption DA proportional. Aber zur Temperaturabhängigkeit der DA konnte nichts gefunden werden.

Die Suncon Elko's im DA-3000 sind bis 105°C für Langlebigkeit ausgelegt. Einer Temperaturerhöhung sollte da nichts im Wege stehen, wenn das Gerät nur ab und zu ausgeschaltet wird, damit die Leckströme und die Ausfallraten nicht ansteigen, was ebenfalls in technischen Notizen der Elko-Hersteller nachzulesen ist. In einem Artikel eines Fachblattes werden Fakten zur Lebensdauer bestätigt. Die Erhöhung der Temperatur um 10°C verdoppelt die Reaktionsgeschwindigkeit um Faktor 2 hat sich auch dort herumgesprochen [42].

Aus diesen Gründen wurden einzelne Suncon ME-AX Typen beschafft, um die Messungen nachzuvollziehen und um erstmalig die Temperaturabhängigkeit der DA zu prüfen. Der 10µF Silmic von ELNA wurde aus dem Eingang der Endstufe des Marantz PM80 (1992) ausgelötet, um von 4.5µF MKP von Audyn ersetzt zu werden, der dann eine höhere Präzision schuf. Der Verlustfaktor des Silmic in Abb.63 ist deutlich geringer als ein „Normalo“ von YGAE0, Abb.62. Später, 2005, wurde aus dem DENON DVD-3910 der 100µF Silmic II, Abb.64, geholt und ebenfalls durch einen MKP ersetzt. Der Denon wurde nie wärmer als 25°C, der Marantz nur im Class-A Betrieb, wo er dann um die 42°C hatte. Aber unter allen Bedingungen sind die Impedanzgänge der Silmics für Elkos hervorragend.

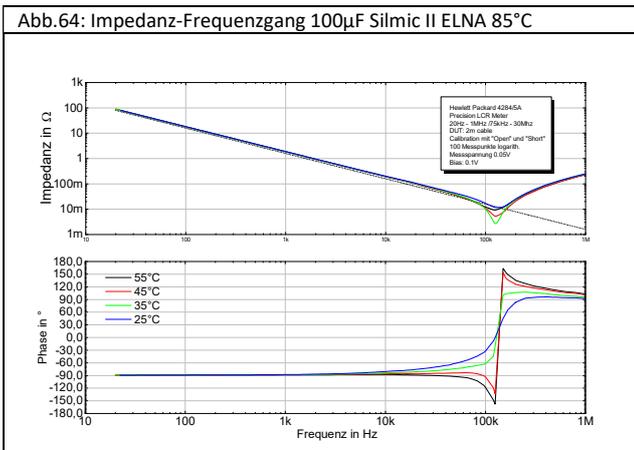
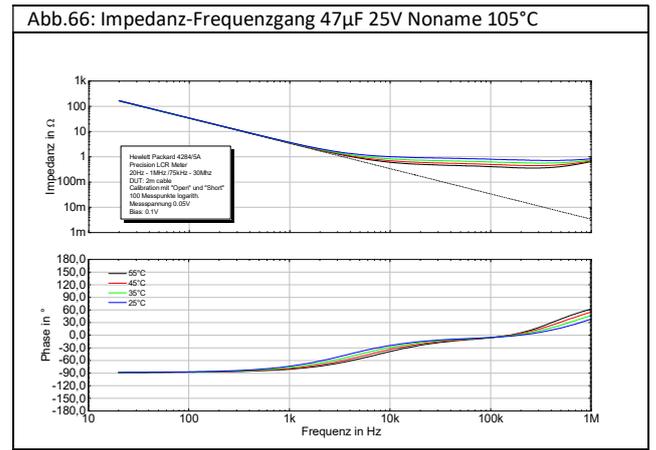
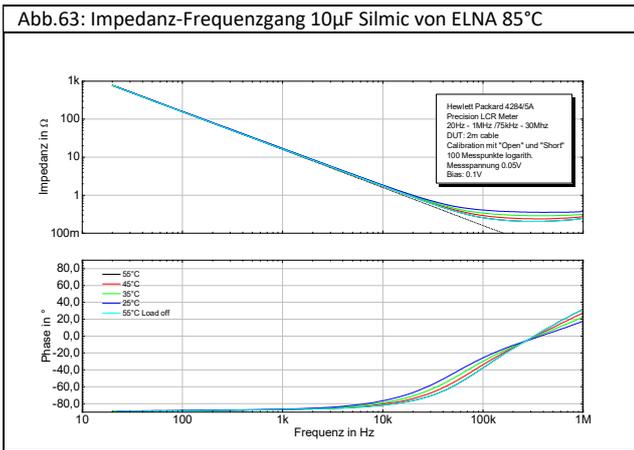
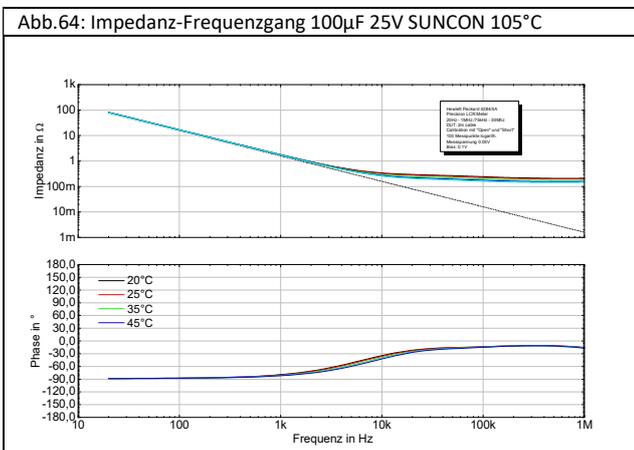
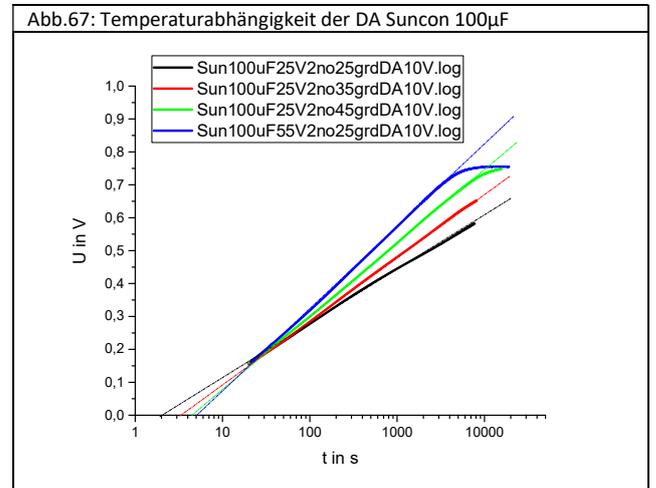


Abb.67 zeigt die Temperaturabhängigkeit der DA des 100µF SUNCON. Sie verhält sich quasi theoretisch ideal bis die Konstanz eintritt. Das geschieht schneller, je höher die Temperatur ist. Die Kurvenänderung ähnelt der Änderung des Kurvenverlaufs vom Prinzip her dem Vorgang, wenn ein MKP eingespielt wird. Es wurde über ein Messprogramm an der Keithley SMU237 mit 10V 5min vorgespannt, danach kurzgeschlossen (0.0000V) und dann auf Spannungsmessung (0.000nA) umgestellt. Der QuellenInnenwiderstand der SMU betrug 750Ω. Das ist um Faktor 15 höher als der MIL Standard vorschreibt. Eine einfache Messung lässt sich aber nicht ohne größeren Schaltungsaufwand umsetzen. Dafür hat die SMU einen sehr großen Eingangswiderstand von $10^{14}\Omega$ (100TΩ). Die Relationsaussagen können aber gemacht werden. Damit kommt raus, dass der Kondensator flinker reagiert, was die Impedanzkurven schon ausgedrückt haben. Je höher die Temperatur, desto höher sollte die Klangpräzision sein. Doch reicht sie aus, um die Unterschiede verschwinden zu lassen?

Betrachtet man hingegen die Z-f-Kennlinien von einem SUNCON 100µF (Abb.65, ein 47µF konnten nicht erhalten werden), dann wird das technische Dilemma deutlich, da der qualitative Abstand zu den Silmics riesig scheint. Die Silmics gehen bis ca. 70kHz mit der Theorie mit, der Suncon nur bis ca. 8kHz. Der Suncon zeigt sich von der Temperaturabhängigkeit weniger beeindruckt als die Silmics, was seine Zuverlässigkeit und Stabilität unterstreicht.

Was aber herauskommt ist, dass die Impedanzkennlinie Z von der Frequenz wiederum nicht so schlecht ist, dass die hohen Frequenzen bedämpft werden. Der Typ ME-AX wurde ja nicht nur als Long Life sondern auch als Low ESR Typ mit garantierten 100kHz beworben. Der Impedanzgang hat als solches nichts mit dem Frequenzgangverlauf des DA-3000 zu tun. In Abb.65 ist ein anderer Low ESR Typ gemessen worden. Seine Qualität ist etwas geringer.



13.6.2.8. Klangprüfung bei erhöhter Temperatur des DA-3000

Der Arcam A39 ist zwar ein Class A Verstärker aber er wird nicht so warm wie beispielsweise der MARANTZ PM80. Seine Temperatur beträgt an der Oberfläche nach 24h ca. 33°C. Wenn man den DA-3000 mit den 4cm Füßen auf dem A39 stellt, kann man 43° auf dem Tascam erhalten.

Der A-B Vergleich mit den oben ausgewiesenen Test-LP's bestätigt die Annahme, dass der Unterschied zwischen LP und der rückkonvertierten Musikstücke durch die Temperaturerhöhung geringer wird. Nun bleiben nur noch bestimmte Titel übrig, wo Differenzen ausgemacht werden können. Das Klanggedächtnis ist jedoch der Meinung, dass das gesamte Wiedergabegeschehen früher von der LP mehr Live-drive hatte. Nun das mag nicht verwunderlich sein, da auch der A39 immer noch ein Elko im Signalweg hat. Die Oberflächentemperatur des A39 beträgt jetzt 37°C, wenn der DA-3000 draufsteht, - wzbw.

13.6.2.9. Software-technische Vorentzerrung der Dämpfung

Nun, wenn die Hörpsychologie anders funktioniert als gedacht, nämlich viel sensibler, könnte eine Vorverzerrung (Anhebung) der abgesenkten Frequenzanteile Abhilfe schaffen. Dazu wurde die Frequenzgangkurve der WG1240 Aufnahme genommen und Höhen und Tiefen bis zur Linearität bis 60kHz mit einem parametrischen Equalizer softwaretechnisch egalisiert. Dazu wurde in einem Extradurchgang mit einem solchen das DSD-Wandler rauschen ab 50kHz annihiliert. Als Ergebnis stellte sich eine weitere Annäherung an das LP-Original ein. Mittlerweile zeigten sich nur abschnittsweise in den Gesangsstücken Unterschiede.

Nun wurde die Wiedergabedämpfung vorverzerrt, in dem mit dem Equalizer die Höhen überbetont wurden, damit nach dem Record out des DA-3000 eine lineare Kurve herauskam. Als Ergebnis war noch eine weitere Annäherung festzustellen. Nur wenige Gesangsabschnitte zeigten einen geringeren Schmelz, bzw. „Gefühlsnähe“.

Bei dem vielen Probieren wurde entdeckt, dass, wenn etwas lautgestellt wird, ähnliche Annäherungen auftraten, z.B. Höhen wurden stärker wahrgenommen, was durchaus der Hörempfindlichkeit zugeordnet werden kann. 0,5dB waren signifikant unterschiedlich!

Der Output des DA-3000 war doch 0.3dB leiser als die 0dB Verstärkung angab. Also wurden 0.3dB in der Software nachgestellt. Jetzt brachte die Umschaltung zur LP keine nennenswerten Unterschied, - fast.

Weitere 0.1dB mussten nachgestellt werden, dann war der Klang equivalent, endlich!

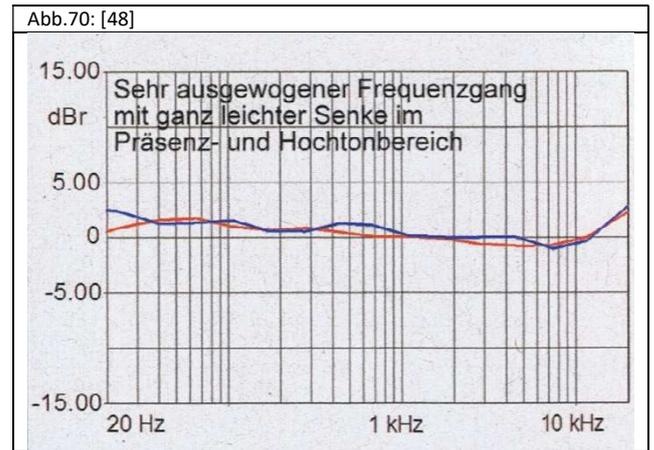
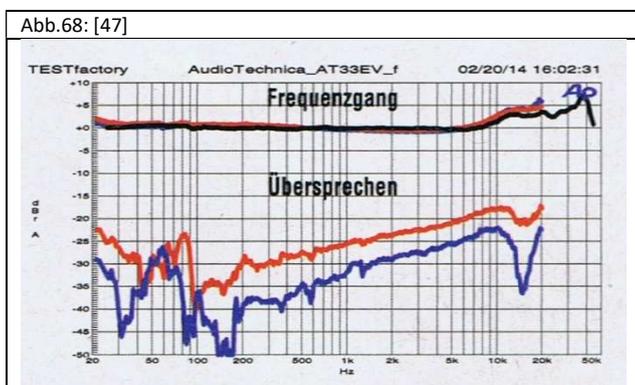
Endlich, nach 35 Jahren war man in der Lage, im Record out die originale Quelle 100%ig wiederzugeben!

Der nicht zu vernachlässigende Verlust der Suncon's und des Elkos im ARCAM 39 wurde so durch Temperaturerhöhung unauffällig.

13.6.2.10. LP-Digitalisierung mit Tonabnehmer-Equalizing

Es ist immer noch kein neuer DSD256 Recorder herausgekommen. Auch KORG scheint keine mehr zu bauen, nur noch DA-Wandler. Andere bereits verfügbare waren jedenfalls nicht im brauchbaren Preisrahmen: Merging mit Pyramix und Horus. Während es DSD256 DAC's langsam wie Sand am Meer gibt. Es scheint so zu sein, dass für den Consumer 192kHz 24bit als die volle Auflösung befohlen wird und DSD128 doch eher für den Studiobereich vorgehalten. So erwiderte Herr Böde auf dem Workshop der Zeitschrift Stereo in Dresden auf die Frage, ob er denn keine Hörbeispiele mit DSD128 hätte: „Sie meinen Double DSD? - Nein!“

DSD128-Nativaufnahmen können von LP's erhalten werden, wenn da nicht die individuellen Frequenzgänge der Tonabnehmer wären. Es gibt ohne Ausnahme keinen, der richtig linear ist, d.h. $< \pm 0.5\text{dB}$ bis 40kHz. Schlimmer noch, bei jeder Testzeitschrift unterscheiden sich die Frequenzgangkurven. Mitunter kann man sogar typische Unterschiede erkennen. Als Beispiel sei hier genannt: Eine Quelle (Abb.68) zeigte bis dato typisch lautere hohe Töne als die zweite Quelle, wie Abb.70 darstellt, es fällt trotz der unterschiedlichen dB-Auflösung insbesondere der 10kHz Pegel auf.



Weitere Beispiele sind für Quellen-typische Abweichungen [56a,b; 57a,b]. Da bleibt nur noch dem eigenen Gehör zu vertrauen, oder gibt es noch andere Justagemittel? Die einzige Testton-Messschallplatte (LP211, DHFI, Hifi News, Ultimate Test LP), die eine Schneidgenauigkeit angab, war die LB211 aus der DDR, vgl. Tab.10. Diese sollte nun als erster Prüfkandidat vermessen werden.

Tab.10: Data sheet for test records LB211 1984

dimension off groove	4µm
included angle	90°
vta	22°
angle between components	89°
recording characteristics	3180µs 318µs 75µs
63Hz bis 12500Hz	$< \pm 0,5\text{dB}$
20Hz bis 20000Hz	$< \pm 1\text{dB}$

Die Vermessung erfolgte in einem Editor mit Amplituden-Zeitgang im Vergleich mit einem angepassten FFT-Fenster. Da zu höheren Frequenzen hin, z.B. $> 10\text{kHz}$, der Abtastpegel immer stärker schwankte, musste hier die FFT-Größe soweit runtergesetzt werden, dass eine stabile Angabe von weniger als $\pm 0.5\text{dB}$ möglich wurde. Aber die Messung im FFT-Fenster unterschied sich trotzdem häufig vom Amplituden-Zeitgang Fenster, d.h. der Wave-Darstellung. Die sicherste Messung erfolgte an der möglichst hochaufgelösten dB Ordinate des Amplituden-Zeit-Diagramms.

Natürlich kam der Gedanke der Abnutzung der Testschallplatten. Die landläufige Meinung ist, dass bei der Abnutzung von Schallplatten der Hochfrequenzpegel nachlässt. Tatsache ist jedoch, wie weiter vorn erwähnt, dass nach [14] der Pegel durch Abnutzung eher ansteigt, da hier Resonanzen des Tonabnehmers die Rillen bleibend verformen. Ist die Messung am Advantest R9211C doch nicht korrekt? Das Erfassen der Messwerte ist in Echtzeit an dem R9211C schwierig und erfordert die Änderung der Messeinstellungen je nach Messfrequenz. Hier stellt sich das gleiche Messproblem wie im FFT-Fenster von Computersoftware, egal welchen Herstellers, einschließlich Audacity.

Zur Überprüfung wurde der 1kΩ Widerstand und der Kondensator zur Frequenzganglinearisierung aus der Cinchbuchse ausgelötet, um den Ausgangszustand noch einmal nachzuvollziehen (s.Kap.6.3.3). Entstanden ist die Messung in Abb. 71, grüne Kurve. Die blaue Kurve bekam bereits einen Audacity Hochpass mit $f_c 17\text{Hz}$, die anderen, rote und grüne Kurve noch den Audition HP bei 20Hz.

Die neue Messung ohne Korrektur des Hochfrequenzastes zeigt vom Grundprinzip her die gleichen Ergebnisse wie Abb.17 mit R9211C gemessen:

- i) Anstieg des Pegels $> 6\text{kHz}$ und
 - ii) der rechte Kanal hat eine größere Senke
- aber der linke Kanal zeigt eben auch eine Senke, was mit den meisten mV- Messungen übereinstimmt. Ferner ist ersichtlich, dass die optimale Anpassung mit 1kΩ und 10nF, diesmal am TASCAM DA-3000 mit 20kΩ

Eingang und nicht mehr am MARANTZ PM80 mit 33kΩ Eingang, immer noch stimmt, womit auch der Hörsinn einverstanden ist. Die neuen Messungen mittels Software scheinen aber deutlich präziser zu sein als mit dem 16bit Analyzer R9211C von 1988, da man genügend Zeit für Messwiederholungen hat.

Wenn nun eine höhere Messpräzision möglich ist, können auch nochmal die anderen Messschallplatten kontrolliert werden. Abb.72 zeigt den Frequenzgang der DHFI 2 von 1968, Abb.73 HiFi News Test Record von 2007, und Abb.74 die Ultimate Test LP von 2010.

Abb.71: Frequenzgänge ohne u. mit Korrekturen LB211

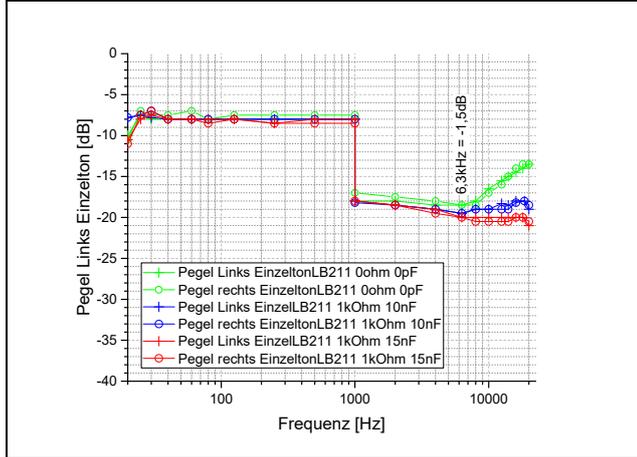


Abb.72: Frequenzgang DHFI 2

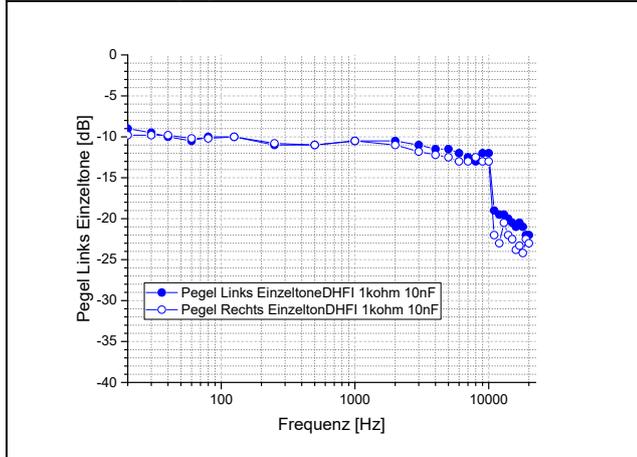


Abb.73: Frequenzgang Hifi news test record

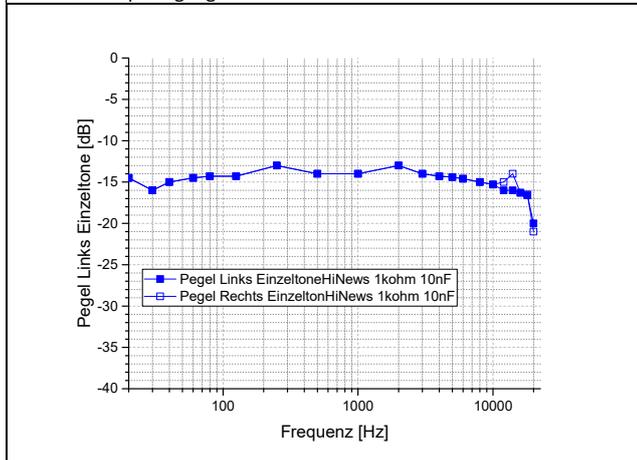
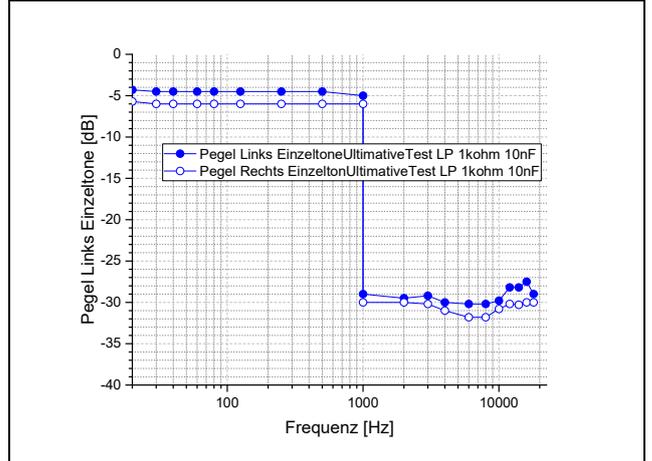


Abb.74: Ultimate Test LP



Enttäuschend und unbrauchbar ist die DHFI 2. Die bisher als Vergleichsnorm genutzte HiFi News zeigt einen ausgeglichenen Gang, der aber nicht ganz linear ist. Der kleine Hochfrequenzfehler rührt vielleicht von einer Schneiderresonanz her. Die Ultimate Test LP streut zu sehr, um als Messschallplatte ausreichend Referenz zu sein, wobei der rechte Kanal gut mit der LB211 übereinstimmt. Außer der LB211 wurde auch keine mit einer Schneidtoleranz von \pm xdB ausgewiesen.

Die andere LP-Seite wurde LB210 genannt. Da war aber der Frequenzabschnitt zwar bis 20kHz durch Festfrequenzen gestützt, aber ab 1kHz fehlte die RIAA Vorverzerrung. Eine direkte Messung lieferte dann keine richtigen Pegel.

Für zukünftige Abtastsysteme wird vorerst die LB211 als Referenz dienen, um den Frequenzgang der Schallplattenwiedergabe auf \pm 0.5dB zu justieren. Die Pegel der Frequenzen > 16kHz mussten aus dem Sweep-Signal gewonnen werden. Die Sweeps liegen am Plattenanfang, damit die Nadelkantenschärfen minimal eingehen.

Was für eine Digitalisierung von Schallplatten interessant und überprüfenswert sein könnte, ist die Software-Möglichkeit die Frequenzgangdelle bei 6kHz auszugleichen. Doch wie macht sie sich klanglich bemerkbar?

Ein Equalizing kann mit 4 parametrischen Stellpunkten unterschiedlicher Güte erfolgen. Es ist etwas aufwändig, die Einstellungen richtig hinzubekommen. Aber durch den Informationszugewinn nach der Anhebung der 6kHz Oktave wird man gut belohnt. Die Stimme bekommt mehr Charakter, da die Obertöne zunehmen. Metallische Anschläge klingen jetzt auch nach Metall, aber noch nicht zu gleißend. Die Toningenieure haben bei den bekannten guten Platten ausgezeichnete Arbeit geleistet. Wenn die einstellbare Güte gerade die Frequenzgangabweichung annulliert, wird auch die Phasengangverfälschung verschwinden. Ein Phasenlinearer Filter wäre hier fehl am Platze, denn die Resonanzamplitudenüberhöhung mit positiver Vorphase und negativer Nachphase wird durch den Phasengang des Equalizer mit einer Resonanzabsorption vollständig ausgeglichen.

13.6.2.11. Die Beseitigung des Subsonic

Die Abtastung der Schallplatte führt neben den direkten Frequenzgangfehlern oberhalb von 1kHz, wie Präsenzenken und Brillanzüberhöhungen auch zum berühmten Rumpel, der durch die Tonarm/Tonabnehmer-Masse/Federresonanz unter 30Hz entsteht. Ein gut abgestimmtes System soll nach allgemeiner Note bei ca. 10Hz resonieren, nicht höher, um nicht akustisch wirksam zu werden und nicht niedriger, um den Tieftönerhub nicht bis zum mechanischen Anschlag zu bewegen. Die Schallplatte dreht sich mit 33,33 Umdrehungen/min. Das sind 0,5Hz. Bei 24Hz Taktfrequenz des Hörsinns kann das Gehör einen Sinus von 0,75 der Wellenlänge auf 1 volle Schwingperiode extrapolieren. Daraus ergeben sich 18 ± 1 Hz.

Die Amplitudenmessung in der Pegel-Zeitgangkurve ergibt mit der LB211 eine leichte Anhebung beginnend von 80Hz bis 20Hz, vermutlich durch die Tonabnehmer/Tonarmresonanz um ca. 1dB bei 20Hz. Die Details sind in der Tab. verzeichnet. Die Überhöhung verschwindet, wenn das Signal nach dem DA-3000 angesehen wird. Es bleibt allerdings noch eine 7Hz

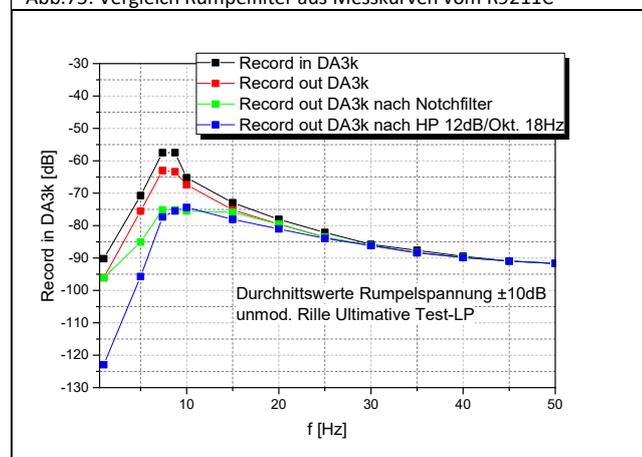
Tonarmresonanz von maximal -53dB übrig, da die tiefen Töne weit weg vom Plattenrand aufgezeichnet sind.

Es wäre naheliegend die Resonanz durch ein Notchfilter, wie es nur in Audacity unter 20Hz zur Verfügung steht, zu beseitigen. In diesem Fall ist es sogar günstiger einen einfachen 12dB Hochpass mit -1dB bei 18Hz einzusetzen. Er filtert in gleicher Güte die Resonanz weg und senkt automatisch die Subsonic der Schallplattenumdrehung auf unter den Rauschwert ab. Die Tonarmresonanzstörfrequenz sinkt hier auf maximal -65dB.

Tab.11: LB211 Amplituden im Tieftonbereich Aufnahme

Frequenz [Hz]	linker Kanal [dB]	rechter Kanal [dB]
20	-19	-19
25	-19	-18,8
30	-19,7	-19,5
40	-19,7	-19,5
63	-19,9	-19,5
80	-20	-20,3

Abb.75: Vergleich Rumpelfilter aus Messkurven vom R9211C



Wie beeinflusst ein solcher Filter den Klang auf die Gesangsstimmen? Aus einer Aufnahme von V. Fischer mit der LP „Aufstehn“ wurden die ersten 3 Titel mit den 2 Filtertypen behandelt und nacheinander mit Titelsprung am DA-3000 abgespielt.

Es ist einfach verrückt. Sofort in den ersten Sekunden werden deutliche Unterschiede hörbar. Nach dem Notch-Filter klingt es scheinbar etwas leiser und farbloser. Doch was ist dem Original näher?

Hier muss noch einmal die Prozedur durchgeführt werden:

- i) Aufnahme DSD128 *.DFF 3 Titel
- ii) Konvertierung in 176kHz 32bit floating point
- iii) Korrektur Tiefton und Hochton auf Linearität Aufnahme
- iv) Vorverzerrung für Wiedergabe DA-3000
- v) Wandlernoise entfernen mit Stufe 2
- vi) Wiedergabepegelausgleich DA-3000 0dB +0,4dB
- vii) a Notchfilter 8,7Hz Q=0.707 oder
b Hochpass 12dB 18Hz
- viii) Rückkonvertierung 3 Titel in DSD128 *.DFF

Der Direktvergleich der Schallplatte mit dem DA-3000 zeigte, dass der Notch-Filter eine etwas farblosere Wiedergabe mit weniger Mikrofonnähe bewirkte, während der Hochpass einen „Hauch“ im wahrsten Sinne des Wortes besser war, nicht nur besser als die der Notch-Filter sondern eine Nuance besser als das Original. Eben um jenes Quantum, welches erforderlich war, um den vorhergehenden Verlust von +0,1dB auszugleichen der fehlte. Nun kann diese 0,1dB zurückgenommen werden und der Verstärkungsfaktor der Wiedergabelautstärke im A-B-Vergleich zum Schallplatteneingang beträgt wieder, wie es sein sollte, +0.3dB.

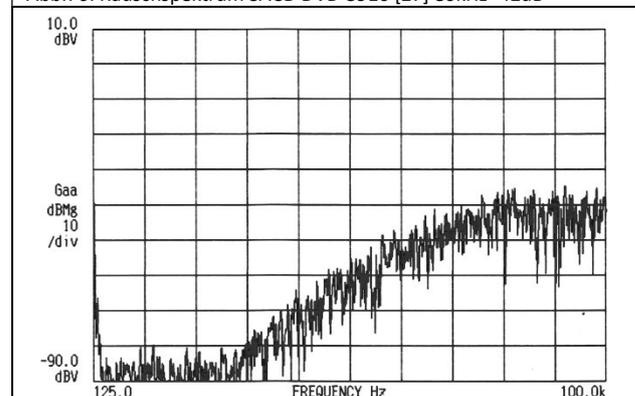
Es ist ein beruhigendes Ergebnis. Ohne dass die Kondensatoren gewechselt werden müssen, können Stimmen wie von der Schallplatte

konserviert werden. Vorausgesetzt, der DA-3000 bereitet sich bei 43°C mindestens 24h bis zur Aufnahme vor.

- So, die Tieftonstörungen und das hochfrequente Wandlerrauschen nach der Konvertierung wurden beseitigt. Wie wurden Hochtonstörungen verändert?

Hier wird nochmal das SACD-Wandlernoise des DSD64 Formats gezeigt. Der SACD-Pegel lag bei maximal +6,1dBV. Es ergeben sich -40dB bei 80kHz.

Abb.76: Rauschspektrum SACD DVD-3910 [27] 80kHz -42dB



Im Folgespektrum, Abb.77, ist das Wandlerrauschen des DSD128 Formats zu sehen, gemessen mit dem R9211C. Der Maximalpegel der Schallplatte wurde mit -2dBV ermittelt (HiFi News +18dB). Das Wandlerrauschen startet hier 30kHz höher und hat sein Maximum bei -56dB bei 100kHz und ist damit 16dB weniger.

Abb.77: Rauschspektrum DA-3000 DSD128 100kHz -61dB

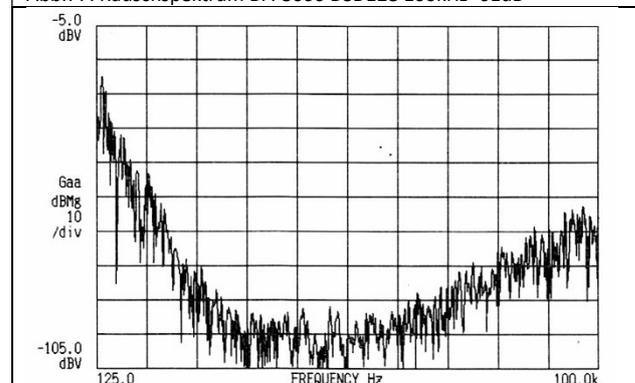
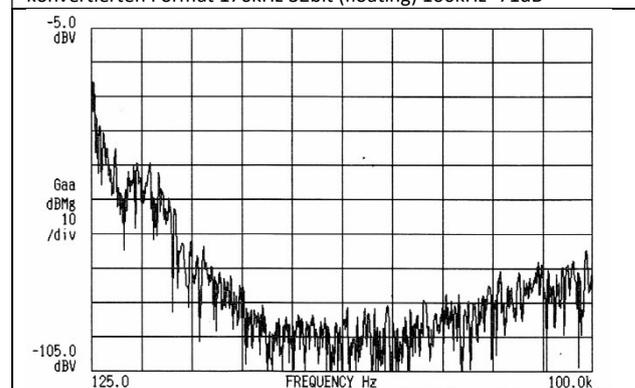


Abb.78: Rauschspektrum DA-3000 DSD128 nach Softwareeingriff im konvertierten Format 176kHz 32bit (floating) 100kHz -71dB



Doch wichtig wäre zu wissen, wie groß ist das Wandlerrauschen nach den Konvertierungen mit der Maßnahme Wandlerrausch Beseitigung Stufe 2? Antwort gibt Abb.78.

Es ist überraschend, dass das vorbeugende Dämpfen der Frequenzen oberhalb 50kHz unter 176kHz 32bit (fl.) *.wav Format auch zu einer Absenkung des Rauschens in DSD128 Format geführt hat. Der Maximalpegel des Wandlerrauschens bei 100kHz liegt nur noch bei maximal -68dB. Das ist ebenfalls ein beruhigendes Ergebnis.

13.6.2.12. LP-Digitalisierung – Die Beseitigung der Knackgeräusche

- Aber es bleiben die mechanischen nicht abwaschbaren Knackser. Es gibt kaum Schallplatten, die überhaupt keine Knackser haben, die durch Staubkörnchen oder Nadelkratzer verursacht werden. Andere haben jede Menge solcher „Störungen“, wieder gemeint im wahrsten Sinne des Wortes. Es gibt auch Platten, die sehr schwer oder sehr kostspielig beschaffbar sind, mit einem langen Kratzer, Die Schallplatten, die bis 1981 gepresst wurden, entstammen fast zu 100% analogen Aufnahmen. Die ersten Stereoaufnahmen wurden häufiger Mitte der 1960er gemacht. Qualitativ waren die Aufnahmen bereits ab Ende der 50er, wenn auch in Mono sehr gut. Bisher hat es sich immer wieder bestätigt, dass die qualitativ besten Pressungen entweder die Erstausgaben oder die Second Emissionen waren. Alle Nachpressungen, oder gar von fremden Labels, wurden mit der Zeit immer schlechter, in der Dynamik und in der Klangpräzision sowie in der Klarheit. Metallische Beckenanschläge zischelten nur noch. Aber die ersten Pressungen sind die ältesten und damit am meisten abgenutzt in Form von mechanischem Verschleiß durch Unvorsichtigkeiten mit der Tonabnehmernadel oder mit harten Schmutzkörnchen. Eine Plattenwäsche hilft da nicht mehr. Da hilft nur noch eine Softwaremanipulation. In Audacity und Sound Forge können die falschen Nadelauslenkungen mit der Computermaus zeichnerisch korrigiert werden. Mit einem Tablett und Stift geht das ausreichend bequem und noch genauer als mit der „Maus“.

In [30] geht der Autor darauf ein, wie man „auf schonungsvolle Weise“ „Vinyl restaurieren“ kann. Eingangs im Artikel wird ein AT-91 auf den Profiplattenspieler AT-LP120-USBHC gezeigt, die konische Tonnadelvariante des AT-95 auf einem Direkttriebler. Zweckentsprechend, aber weit weg von audiophil. Aber welcher Tonprofil kauft schon extra einen Plattenspieler mit einem Tonabnehmer nur um ein Bild in einer professionellen Zeitschrift zu tätigen, wenn man ihn nicht schon da hat? Das gibt wirklich zu denken. Das entspricht aber den Argumenten eines im vorhergehenden Kapitel 13.3. genannten Profis.

Der Autor befragte Mastering-Experten. Hier werden die Störgeräusche Pops und Clicks genannt. Ein erster Experte tut manchmal „Clicks per Hand wegzeichnen, das verhindert die Artefakte von pauschal eingesetzter Restaurierungssoftware, die auch an unnötigen Stellen eingreift und weichgespülte Transienten hinterlässt.“ Ein weiterer Mastering-Ingenieur plädiert für teilweises manuelles wie auch Software technisches Declicken. Er wiederum sieht manuelles Zeichnen skeptisch, weil der Mensch meist nicht so sauber zeichnen kann, es kann ein weiteres Störgeräusch entstehen. Trotzdem „bleibt Geräuschreduktion eine Kunst“. Die empfohlene Software macht eine FFT-Auswertung des Materials vor und nach dem Click und erzeugt eine Interpolation dessen, was vermutlich dagewesen wäre. Auch beim Entrauschen muss man vorsichtig sein, auch die besten Werkzeuge verursachen manchmal Artefakte. Ein weiterer Experte setzt mehr auf das Spektral-Editing, wo anstelle der Wellenform ein farbiges Frequenzspektrum dargestellt ist. Der störende Frequenzanteil lässt sich gezielter identifizieren und ersetzen. Teile werden kopiert und an die Störstellen gesetzt. Man kopiert ein tatsächliches Signal an eine Stelle und keine vermutete Welle. Im Notfall sind mehrere Platten zu besorgen. *Was aber wie gesagt auch nicht ideal sein muss, wegen der Qualitätsunterschiede.* Den Experten ist das aber bewusst. „Trotz aller Einschränkungen sei Vinyl ein exzellent klingendes Medium. In verschiedenen Fällen konnte ein Experte legendäre Alben wiederherstellen, wo die Masterbänder verloren gegangen sind. *Vielleicht mit einem AT-91?*

Ein anderer Experte „sieht das Vinyl eher pragmatisch: Vinyl kann nie so gut klingen wie die CD, weil man so viele physikalische Grenzen hat. Umgekehrt mag man sich fragen, ob denn die gewünschte Ästhetik der eigenen Produktion erreicht wurde, wenn die Veränderung durch die Schallplatte besser gefällt.“ Aber da gibt es Abhilfe: Plugins. Die sollen die typische harmonische Verzerrung und die „geschliffenen“ Transienten

erzeugen können. Sie sind dort geeignet, wo die Musik hart klingt, ohne gleich in eine Sättigung wie beim Band zu kommen. Eine solche subtile Bearbeitung vermittelt die viel zitierte „Lautruhe“ von Vinyl. So, das war’s schon von den Experten. Mehr wurde nicht genannt. Keine Tonarmresonanz, keine Frequenzgangunebenheiten des Tonabnehmers usw.

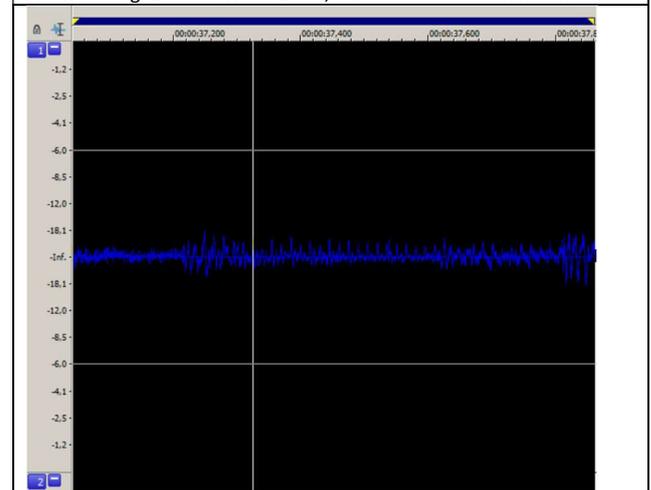
Wie war das doch? Es ist eine Kunst.

- Und es gibt die verschiedensten Künstler.

Die eigenen Audiofiles liegen in der ungewöhnlichen (hohen) Auflösung von 176kHz und 32bit in Gleitkommaformat vor, wenn die Knackgeräusche entfernt werden sollen.

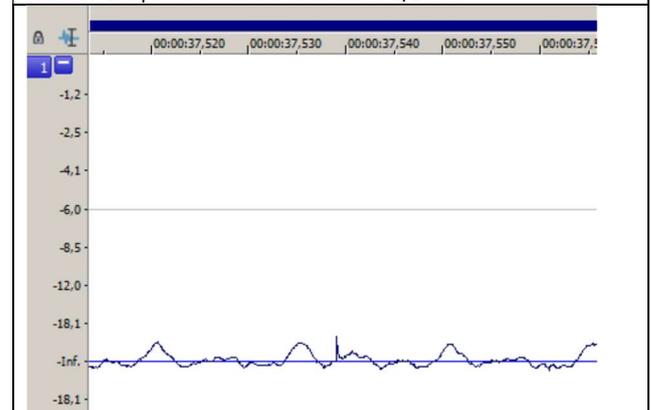
Zunächst wird in einer Zoom-Stufe mit 1:20min Monitorbreite mit Kopfhörer das File abgehört, immer mit der Maus oder dem Stift auf Pause positioniert. Unter Kopfhörer (Sony CD-3000) ist ein Dynamikbereich von 85dB gut bewertbar, bei Lautsprechern im besten Fall nur 65dB. Nach einem Knackgeräusch wird Pause gedrückt und nach links markiert, dann wieder die Musik gestartet. In einer Endlosschleife wird der markierte Bereich abgespielt. Man kann die Markierung von rechts einengen bis der Knack noch hörbar getrennt werden kann vom Cursorspringen. Dann kann von links ebenso eingengt werden. Danach wird der Cursor über den rechten Markierungsrand gehalten und mit dem Mausrad aufgezoomt bis der Bleistift farbig wird, oder noch 1 bis 2 Stufen weiter.

Abb.79: Aufgezoomte Wave-Datei, linker Kanal mit laufendem Cursor



Danach kann mit der Maus auf die markierte Stelle geklickt werden und der Hintergrund wechselt zu weiß und die Wavelinie zu dunkelblau. Die Musik spielt weiter. Der markierte Bereich wird rechts angezoomt und anschließend wird mit den X-Scrollband das Zeitband nach links bewegt bis eine Unregelmäßigkeit in Erscheinung tritt, die mit einem ungewöhnlich steilen Anschlag beginnt.

Abb.80: Beispiel eines Knack-Geräusches 1/1000s



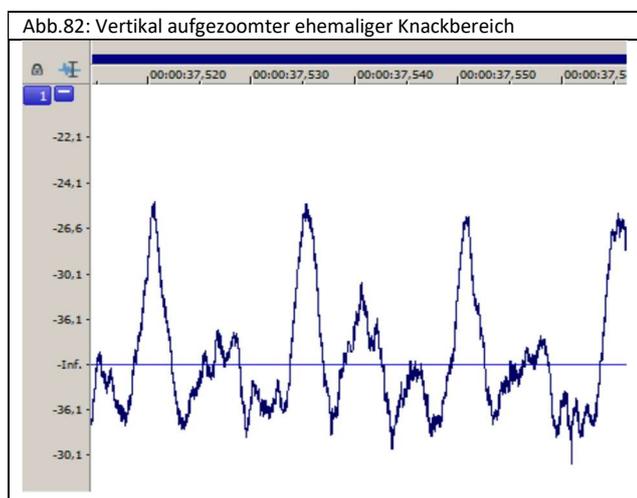
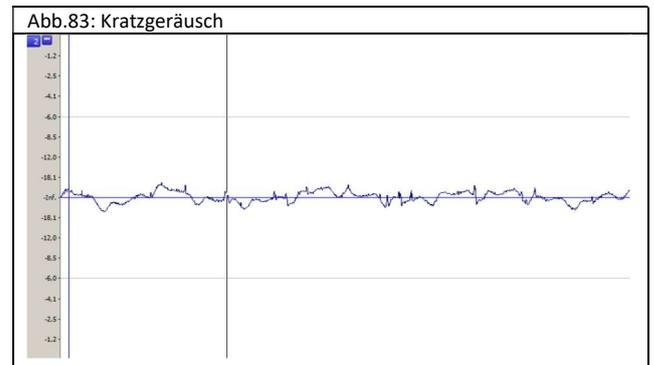
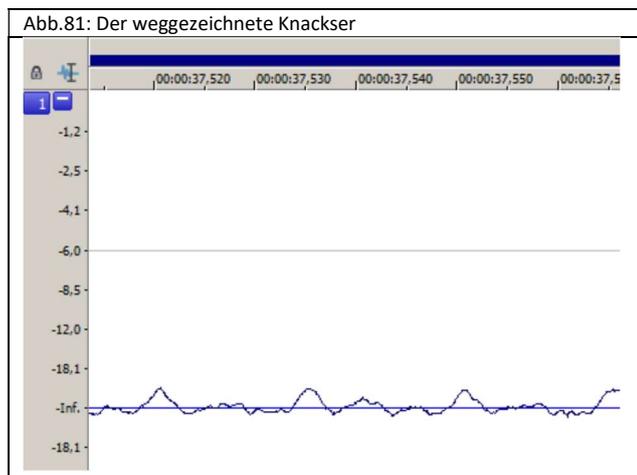
Dann kann der Stift genommen werden und der Bleistift aktiviert werden. Mit dem Stift tupft man auf die gedachte Sollkurve oder zeichnet sie. Hiernach kommt der Blick auf den anderen Kanal. Nach dem Absetzen des Stiftes sollte das Knackgeräusch während die Musik läuft verschwunden sein und kein neues hinzugekommen sein. Ansonsten macht man die Aktion rückgängig und versucht neu. Wenn nix komisches mehr zu hören ist, hat man richtig gezeichnet, siehe Abb.81.

Dass das hier der Fall war, sieht man an dem vertikal aufgezoomten ehemaligen Knackbereich. Das neue Kurvenstück unterscheidet sich in seiner Flanke in nichts zu den anderen Flanken, Abb.82.

Und wie der Experte meinte, es ist eine Kunst, eine Zeichenkunst. Die zeichnende Hand braucht 5min Eingewöhnungszeit bis sie sensibel genug und sicher reagiert.

Es macht auch keinen Sinn die Lautstärke extrem zu erhöhen, es sollte unter 985phon Dauerbelastung bleiben. In der Regel ist, was unter Kopfhörern nicht unter noch erträglichen Pegel gehört wird, unwichtig. Für Lautsprecherwiedergabe sowieso. Alles andere ist gesundheitsschädlich, das eigene Gehör fängt dann an zu klirren.

ge"nullt" werden. Ein „undo“ ist dann notwendig. So ist die erfahrene Korrektur meist effektiver als ständig die Wiedergabe mitlaufen zu lassen. Nur nach z.B. 5s Arbeitsabschnitt ist ein Kontrollhören mit Kopfhörer unter maximal erträglicher Dauerlautstärke wichtig. Anrisse, -schläge sind kurze sehr unruhige Wellenzüge, die nach einem glatten Wellenverlauf plötzlich einen unruhigeren Wellenverlauf starten. Vorechos weisen plötzlich auftretende Knackserbilder, die nur bis zu einem „Knackser“ sichtbar werden und trotzdem keine sind, und immer in kleinen Zeitabständen vor den Anrissen bzw. Anschlägen sitzen, wo davor und danach nahezu gleichartig glatte Wellenzüge sichtbar sind.



In einer von mehr als 10 Schallplatten trat ein Geräusch auf, das kein Knack war oder etwas ähnliches. Dann half, wie oben erwähnt, tatsächlich ein Spektrum-Editor. Es gab aber einen Fall, wo auch dieser nicht half.

Ein Kratzgeräusch sieht so wie Abb.83 aus und lässt sich mit Fleiß bereinigen. Doch solche Kratzgeräusche sind selten, wenn weniger geschädigte LP's zu Verfügung stehen.

Bei der Bearbeitung werden manchmal Vorechos sichtbar, die wie Schäden aussehen aber keine sind. Anrisse oder Anschläge können ebenfalls wie Knackser aussehen, sollten ebenfalls nicht angefasst werden. Der Hörtest, der mitläuft, beweist das. Doch manchmal schaffte es der Computer nicht, beide Aufgaben, Zeichnen und Wiedergabe, zeitgleich zu bewältigen, dann kann es passieren, dass ganze Abschnitte

Einzel hörbar aufgelöste Knackser liegen in der Größenordnung der Wellenauslässe oder sind größer. Es gibt aber auch deutlich kleinere, plötzlich in einer Umgebung mit „glatten“ Wellenzügen auftretende Amplitudenauslässe, die, wenn sie „weggezeichnet“ werden, das Klangabbild durchhörbarer und prägnanter machen. Anscheinend hat der Hörsinn Probleme solche Störungen zu übergehen und wird in der Taktannahme verwirrt.

Der Fleiß wird belohnt, mit einer tadellosen Aufnahme, die, von einer der ersten Pressungen abgenommen, fast wie ein Masterband klingt, so der Experte. Was will man mehr? Masterbänder, auch noch ihre Kopien kosten viel mehr.

Bevor es wirklich zur Aufnahme, Speicherung und Wiedergabe kommt, sollte klar sein, welcher Medienserver eingesetzt werden soll.

13.6.3. Die High Resolution Digitalwiedergabe der LP-Aufnahme

Nun der Tascam DA-3000 kann nur auf CF- oder SDHC-Flashspeicher aufnehmen und danach nur den gesamten Speicherinhalt auf einen USB-Stick kopieren. Abspielfähig ist allerdings der USB-Stick, nur der Speicher ist auf maximal 64GB begrenzt. Eine HDD von 1TB ist zwar vom DA-3000 formatierbar, aber erst nach mehreren Versuchen. Das System spielt nicht stabil. Es wurde also ein Player erforderlich.

13.6.3.1. Die Auswahlbedingungen und Marktrecherche

Folgende Auswahlkriterien kommen dafür in Betracht:

- i) keine Lüftergeräusche
- ii) kein Computeranschluss (Lüfter) notwendig
- iii) bestückbar mit SSD, HDD machen Geräusche
- iv) mehr als 0,5TB Speicher
- v) hohes Gehäuse für Ausrüstung mit großen MKP-Kondensatoren
- vi) möglichst linearer Frequenzverlauf bis 60kHz
- vii) THD+Noise < -96dB
- viii) DSD ≥ 5.6MHz
- ix) Titelanzeige, wenn möglich Cover-Anzeige

Es bieten sich Medienserver und Netzwerkplayer an. Geeignete Medienserver mit ausreichenden akustischen Qualitäten beginnen erst oberhalb eines sinnvollen Preises für Festplatte, Motherbord und DAC. In der obersten Liga befinden sich Geräte, die meist nur eine Bedingung, auf jeden Fall nicht alle erfüllen. Generell haben die älteren Geräte noch kein DSD128.

Von den Servern zeigt der ReQuest the Beast zwar schnurgerade Frequenzgänge, aber nur maximal 2TB mit HDD intern und Klirr nur bis -90dB, und 1 Lüfter. Burmester 151 hat auch 2TB und eine SSD für die

Betriebssoftware. Sein Frequenzgang zeigt bei 40kHz bereits eine Dämpfung von -2dB, kein DSD. Der Purist Statement 7 hat schnurgerade Frequenzgänge, spielt von SSD hat aber keine Anzeige. DigiBit Aria DAC 40kHz -1dB, mit SSD ausrüstbar, keine Anzeige. Das andere Extrem der Raumanmaßung ist der Astell&Kern AK500, kann alles und hat alles, und ist aber ein Monster im Preis wie, zum Glück, in den Abmaßen: 32cm x 49cm (Höhe!) x 28cm.

Einer der hochgekurten Networkplayer, der Linn Akurate DSM hat auch noch kein DSD. Der T+A MP 2000 R meldet seinen Klirr bereits bei -89dB und der Naim NAC-N727 steigert diesen bis -60dB und seine Höhen reichen nur bis -4dB bei 40kHz. Der AVM Evolution MP 5.2 bringt auch nur -4dB bei 40kHz. Der Linn Majik hat zwar nur einen Verlust von -2dB bei 40kHz aber kein DSD. Der Teac NT-503 kann quasi alles spielen, 40kHz 0dB, aber keine Titelanzeige, USB Anschluss für Computer und nur einen für ein Stick. In der gleichen Preiskategorie liegt auch ein Networkplayer von Pioneer, der N70-a.

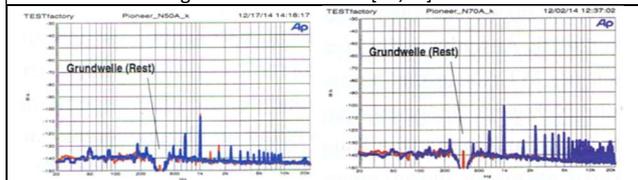
Der N70-a scheint alle Bedingungen zu erfüllen. Es gibt 2 USB-Eingänge für HDD, die bis zu 1A mit 5V liefern können. Das reicht nach Rücksprache z.B. für eine Transcend 1TB SSD aus, was 2TB SSD bedeutet. Nach neuester Firmware soll DSD in DSF und DFF Format in Gapless abgespielt werden, was Song-getrennte LP-Wiedergabe und Speicherung ermöglichen müsste. Die Anzeige gibt Auskunft über Auflösung und Album mit Titelnamen, und ein Picture des Albumcover ist auch anzeigbar. Der N70-a soll besser klingen als der N50-a. Der N70-a ist zwar höher gebaut jedoch in 3 getrennten Kammern, siehe Abb.84. Sein THD+N beträgt zeitgemäß 0.0012%.

Abb.84: Innenaufbau N50-a, N70-a rechts [32,33]



Der Vorteil des 3-Kammernaufbaus sollte nicht nur eine Verbesserung der Rausch-Signal-Abstände sein sondern auch eine gewisse stärkere Aufheizung bewirken. Beim N70-a erkennt man außerdem einen zusätzlichen Heizkörper, der die kleinere Kammer schneller und stärker aufwärmen sollte, was den Ausgangselko's zu Gute kommt (s.a. 13.6.2.7.). Wie in Abb.85 aus [34,35] aber zu erkennen ist, sind beim 3-Kammernaufbau mehr Verzerrungen, die sind aber gemäß Bedingung vii) < -96dB. Man kann a) nur Vertrauen, dass die größere Aufheizung gemäß der vorherigen Erfahrung und Diskussion (13.6.2.7.) einen originalgetreueren Klang liefert und b) der Erfahrung, dass bisher beim Direktvergleich der unterschiedlichen Geräteklassen immer die höher preisige sicher besser war.

Abb.85: Verzerrungen N50-a und N70-a [34,35]



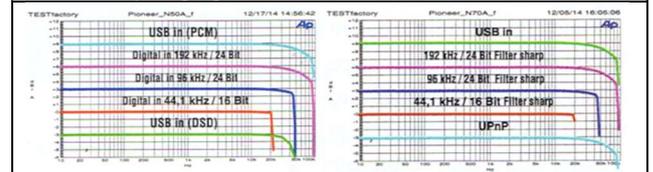
Doch was sagen die Frequenzgänge?

Wie beim Tascam DA-3000 zu hören war, machte sich die Hochtondämpfung bis 40kHz im Direktvergleich bemerkbar. Erst als die

Vorverzerrung durch Anhebung die Dämpfung egalisierte, war auch die Differenz (bei aufgeheizten Elko's) unhörbar geworden. Dort betrug die 40kHz Dämpfung am Ausgang des DA-3000 -1dB, gespeichert wurde -0.5dB. In den Diagrammen Abb.86 ist die gleiche Dämpfung zu sehen, nämlich -0.5dB. Daraus folgt, dass die gleiche Vorverzerrung wie beim DA-3000 notwendig ist. Beruhigend, aber auch ernüchternd. Hier wie zuvor ist der warme Klang oder die technische Notwendigkeit erforderlich? Aber einige wenige Edelgeräte machen es vor.

Die Größe die angezeigten Bilder der Cover ist nirgendwo herauszubekommen. Das wäre sinnvoll zu wissen, wenn man die notwendige Pixelgröße speichern will.

Abb.86: Frequenzgänge N50-a und N70-a [34,35]



Die letzten 2 Ausgangs-OPV Stufen sind mit einem Burr Brown OPA2134UA belegt. Er wird mit 0.00008% THD beworben, -allerdings wird zu dieser Angabe 1kHz beigefügt. Die Intermodulationsverzerrungen sollen dort auch bei -96dB liegen. Sie sind bis 85°C spezifiziert. Das THD-Frequenzverhalten ist in Abb.87 zu sehen. Im Allgemeinen steigt THD mit der Zunahme der Frequenz über 1kHz an, um im günstigsten Fall den Bereich um 0.001 bei 20kHz zu erreichen.

Abb.87 [39]

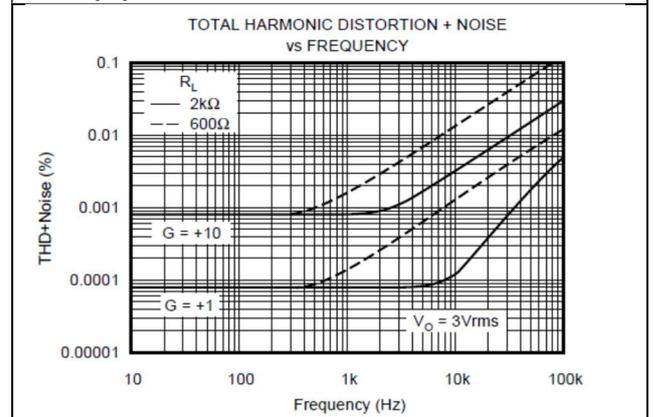
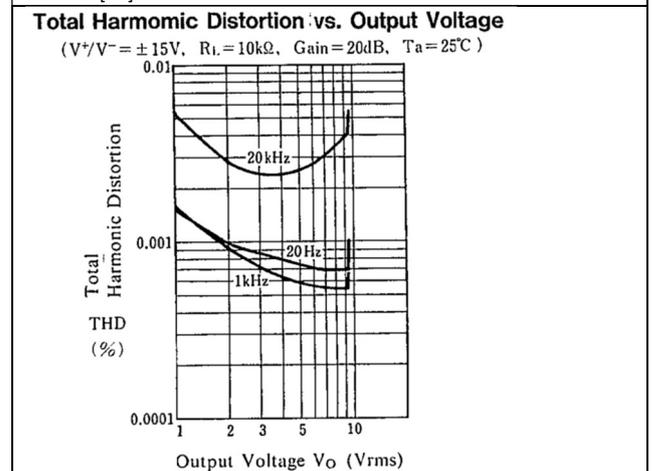


Abb.88: [40]

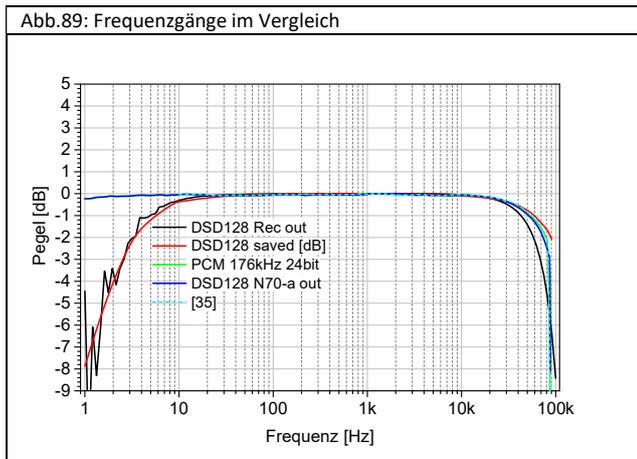


Die IMD Verzerrungen steigen ab 24kHz sprunghaft an, was für breitbandige Wiedergabe nicht gut sein sollte. Vor dem OPA2134 sitzt wieder einmal ein 5532er OPV in Form von einem NJM5532MD (von NRJ Corporation) direkt nach dem DA-Wandler. Dieser 5532 ist bis 100kHz ausgelegt. Im Gegensatz zu den anderen 5532ern werden hier Angaben zum THD gemacht, Abb.88. Auch hier erhöhen sich die harmonischen Verzerrungen mit der Frequenz ab 1kHz. Alles in Allem sind wirklich nicht weniger als 0.0012% machbar (-98.4dB), was aber der Eingangsbedingung genügt.

Der DA-Wandler ist ein ES9016S von ESS mit 32bit Umsetzung. Sein THD soll unter -110dB (0.0003%) liegen.

13.6.3.2. Eigene Messungen

Zunächst wurde mit Software Töne mit 176kHz 32bit erzeugt. Dann erfolgte eine Konvertierung in DSD128 und PCM 176kHz 24bit.



Die Synthese wurde mit -3dB vorgegeben, da beobachtet wurde, dass je nach Gerät und Software die exakte 0 nicht immer 0 ist. Die -3dB ist ein Sicherheitsabstand, der auch für die Konvertierung in DSD sicher ist. Zum Vergleich wurden die Kurven grafisch auf 0dB abgeglichen. Die 176kHz 24bit Kurve stimmt gut mit der 192kHz 24bit von [35] überein, während die DSD128 etwas zeitiger abfällt, wie es scheint jedoch noch weiter ins höherfrequente geht. Das kann aber nicht bewiesen werden, weil keine höheren Frequenzen synthetisiert und konvertiert werden können.

Vergleicht man die eigene Messkurve des N70-a Ausgang mit der Gespeicherten fällt auf, dass der N70-a doch eine Hochtondämpfung durchführt. Hier wird, eine Anhebung der Höhen, für DSD stärker als für PCM (beim DA-3000 war es umgekehrt), zusätzlich durch eine Vorverzerrung notwendig.

Tab. 12: Notwendige Korrekturen zur Frequenzganglinearität

Frequenz	Vorverzerrung für die Wiedergabe am N70-a	Aufnahme/Speicherverlust Differenz zu 0dB
Hz	dB	dB
80000	2,4	+1,6
70000	1,77	+1,3
60000	1,3	+1,0
50000	0,95	+0,75
40000	0,63	+0,55
30000	0,35	+0,17
20000	0,16	+0,12
10000	0,07	+0,1
3150	0	+0,05

13.6.3.3. Prüfung auf Gapless

Die Ausstattung mit Gapless auch für DSD gelang bei N70-a erst ein Jahr nachdem das Gerät herauskam. Bereits beim Händler wurden Klangbeispiele mit Gapless-Wiedergabe getestet.

13.6.3.4. Direktvergleich LP gegen N70-a mit Frequenzgangkorrektur

Um den Direktvergleich durchführen zu können, muss der Wiedergabepegel der LP mit dem des N70-a, mit der jetzigen Erfahrung, auf < 0,1dB übereinstimmen, weil sonst die frequenzabhängige Gehörmpfindlichkeitskurve zu Irrtümern führt. Dazu wurde der zweite 300Hz Ton des linken Kanal von der LP HiFi News auf der Seite 2 verwendet. Gemessen wurde mit dem R9211E, mit 20 Average in Flat Pass.

- LP-Vorverstärker (VV) out/DA-3000 in: -4,63dBV
- DA-3000 DSF out/A39 in BD: -4,88dBV
- LP-VV out/A39 in CD: -5,13dBV

Der Pegel des Phonozenterrervorverstärkers von Thel TEVV sinkt von -4,64dBV auf -5,13dBV, wenn der Eingangswiderstand von 22kΩ (DA-33k) auf 10kΩ (A39) kleiner wird. Der Pegel des DA-3000 am A39 ist um 0,25dBV lauter als der TEVV. Die Aufnahmepegelgenauigkeit des DA-3000 beträgt nur 0,5dB. Die Differenzen müssen also über die Software in 176kHz 32bit ausgeglichen werden. Nun muss noch der Pegel des gleichen Tones aus dem N70-a geprüft werden.

- Original N70-a out/A39 in SAT: -3,70dBV
- Konvertiert/Rückkonvertiert: -3,70dBV

Die Hin- und Rückkonversion hat bei 300Hz keinen Einfluss auf den Pegel. Der N70-a ist um 1,43dBV lauter als der PEVV. Die Aufnahme muss in der konvertierten Form um -1,43dB abgesenkt werden.

Die Pegelinstellung der erforderlichen Aufnahmeentzerrung vom DA-3000 erfolgte mit dem konvertierten Aufnahmepegelgang des DA-3000/WG1240 „Titel-T001K_LiKmono.wav“ durch einen parametrischen Equalizer. Die Amplitudenprüfung geschah mit der Wave-Darstellung im Zeitdiagramm, da das Spektrum durch die FFT-Bewertungsfenster, wie bereits notiert, meist mehr oder weniger verfälscht wird. Als Ergebnis konnte eine Linearität von 13Hz bis 65kHz erhalten werden.

Jetzt erfolgte die Pegelsubtraktion von 1,43dB.

Dann wurde an Hand der obigen Korrekturabelle mit dem linearisierten Amplitudenfrequenzgang die Pegelvorverzerrung für die Wiedergabe durch den N70-a ebenfalls mit einem parametrischen Equalizer eingestellt und mit Wavedarstellung kontrolliert.

Dann konnte der Direktvergleich mit der LP über den A39 Eingang „CD“ und mit dem N70-a über „SAT“ mit der Quellenumschaltung der Fernbedienung durchgeführt werden, beim Marantz PM80 wäre das nicht möglich gewesen. Der PM80 war nach 20 Jahren verschlissen.

Der Erfolg bestätigte die Erfahrung. Der Klang des N70-a kam der LP genauso nahe wie in 13.6.2.9. Die zusätzliche Entzerrung des Tonabnehmers Denon DL-304 zeigte die gleichen Verbesserungen wie oben beschrieben.

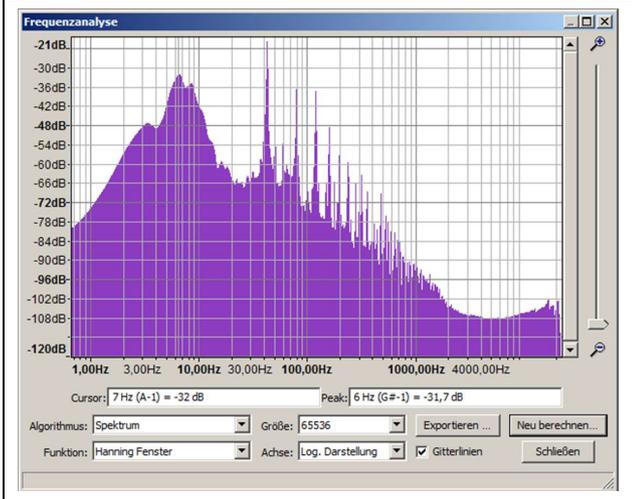
13.6.3.5. Weitere Absenkung der Subsonic-Störungen

Die Qualität der Aufnahme verleitet dazu, lauter zu stellen. Es zeigte sich wieder, dass am Anfang der LP der Subsonic besonders groß war. Hier wurde durch das Aufsetzen der Nadel die Tonarmresonanz im Zusammenhang mit der fast unvermeidlichen Plattenwelligkeit, die am Plattenrand naturgemäß am größten war, am meisten angeregt. Nur wenn es gelingt, die Nadel gleich in die Rille langsam und schlüssig abzusenken, kann das Aufschaukeln der resonanten Schwingung weitestgehend vermieden werden. Hier ist nicht nur die vertikale Anregung schuld, sondern auch und vor allem die laterale Anregung, wenn z.B. die Nadel in die seitlich ankommende Rille fällt.

Welche Tonarmresonanzpegel lassen die Profis zu?

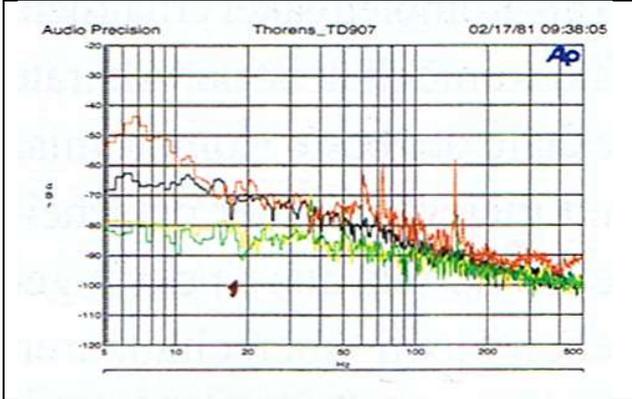
Die neueste CD von [36], die digitalisierte Musikstücke von Schallplatten enthält, die von dem Thorens TD907 (ebenfalls mit Subchassis) mit einem Lyra Etna abgetastet und aufwendig restauriert wurde, offenbarte in Abhängigkeit der Quellenplatte Tonarmresonanzen von 8-11Hz und Resonanzpegel von -50dB bis -31,7dB! Letzterer Messwert (Abb.90) wurde bei 6.5Hz gemessen, was unverständlich ist aber leider sehr gut reproduzierbar. Die weiteren Messungen bestätigten gewissermaßen, dass die Resonanzfrequenz des Tonarm/Tonabnehmer/Schrauben bei weniger als theoretisch 10Hz lagen. Der Lyra Etna wird mit 9.2g und 12µm/mN benannt, was mit 1g Schrauben 10Hz entspricht. Die Bewegungsanalysen zeigten, dass 9Hz für den rechten und 7Hz für den linken Kanal angezeigt wurden, wobei 9Hz bereits ein Zusatzgewicht von 5.8g bedeuten würde?

Abb.90: Frequenzanalyse Titel 10 [36]



In Abb.91 wird das Rumpelspektrum aus [37] gezeigt. Nun sollte das Benz 9Hz bringen, weniger als das Etna, auch hier sind 6,7Hz erkennbar. Thorens Angabe der dynamischen Tonarmmasse: 11g!

Abb.91: Rumpel Thorens TD907 mit Benz Micro ACE S L nach [37]



Das ist alles nur bedingt nachvollziehbar.

Auf jeden Fall wird hier eine kleinere Resonanz bevorzugt, 6.5 bis 9Hz, wenn machbar, vermutlich z.B. durch Zusatzmasse.

Bevor es zu einer entgültigen Plattenaufnahme kommt, sollte nochmals der Klangeinfluss der Rumpelfilterarten gegengehört werden. Da bereits ein MKP-Koppelkondensator zur Subsonic Unterdrückung nach dem Thel-Entzerrervorverstärker TEVV eingeschaltet ist, bieten sich folgende Arten an, die sich aus der Software-Rechnung mit minimalen Resonanzpeak ergeben:

- i) HP 6dB 11Hz
- ii) HP 12dB 13Hz
- iii) Notch 8.7Hz Q 1.0
- iv) HP 6dB 8Hz + Notch Q 1.41
- v) HP 12dB 10Hz + Notch Q 1.41

Bei der LB211 steigt der Pegel bis 20Hz um 1dB an, wenn der TEVV in den DA-3k einspeist, das kann in den Rumpelfilter miteinbezogen werden. D.h., 20Hz dürfen mit -1dB eingehen. Bei gleichzeitiger Nutzung von einem Normalfilter mit einem Notchfilter werden beide gleichanteilig mit -0,5dB bei 20Hz bemessen.

Wenn der TEVV in den Arcam A39 Line In geht, sinkt der 20Hz Pegel um -1.6dB. Der Vergleich sollte dann zu einer leicht hellerem Klangbalance bei Wiedergabe vom N70-a neigen. Es gab folgende Ergebnisse für den N70-a mit den ersten 3 Titeln von Veronika Fischer von „Aufstehn“:

- i) Die 6dB 11Hz wirkten dunkler, weniger vordergründig, weniger gleißend.

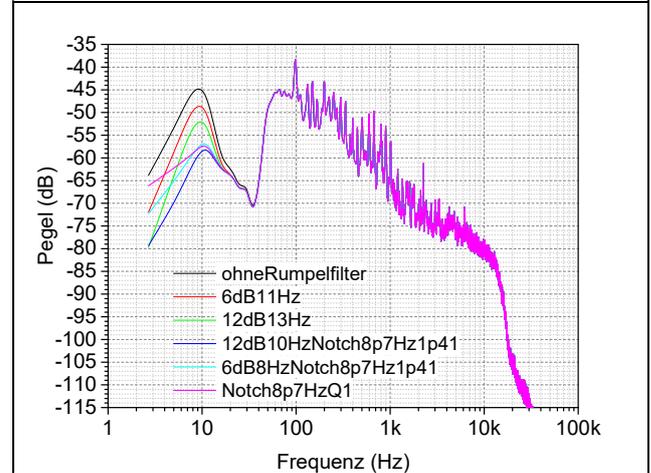
ii) Bei 12dB 13Hz waren kaum Unterschiede, gerade noch erkennbar etwas dunkler. Die Wiedergabe schien aber präziser zu sein.

v) Bei der Kombination 12dB 10Hz mit dem Notchfilter mit Q=1.41 wirkte der N70-a etwas geschmeidiger, die Klangbalance war gleich. Die Impulse wirkten leicht spitzer, was mit einem helleren Anflug interpretiert werden könnte, auf jeden Fall aber dynamischer.

iv) Die Kombination 6dB 8Hz mit dem Notchfilter war schon eindeutiger heller, fast greller, aber weniger dynamisch.

iii) Die alleinige Anwendung der Notchfilter (Q=1.0 für -1dB bei 20Hz) machte den Klang nicht nur spitzer sondern auch noch härter, nach einer Weile sogar unangenehm. Das Umschalten auf LP wurde deutlich angenehmer empfunden. Wie das kommt, kann bis jetzt nicht verstanden werden. Die Absenkung der ultrahohen Frequenzen des Wandlernoise war bereits durchgeführt worden. In Abb.92 wurden die unterschiedlichen Rumpelfilter grafisch dargestellt. Es sind die Analysen aus den ersten 56s nach Aufsetzen der Nadel auf den ersten Titel der V.Fischer „Aufstehn“. Variante v) bringt jetzt auch, neben dem besten Klang, die stärkste Dämpfung der Tonarmresonanz, Zufall? Die reine Notch-Filterung bringt die schwächste Dämpfung des Resonanztones.

Abb.92: Die unterschiedlichen Rumpelfilter



Mit einer anderen Filterart, einem FFT-Filter, schien das Klangbild flacher bei gleicher Balance zu sein, also weder eine Alternative noch eine Erklärung.

Um herauszubekommen, welche Filteraktion auch für Einschwingprozesse hörbar und bewertbar ist, wurde der Titel 13 der LP „unplugged“ 1992 von Eric Clapton aus durchgespielt. Doch auch hier wurden keine Einflüsse außer den oben ausgewiesenen bemerkt. Sind die die Transienten zu verschliffen, wie in [25] gesagt wurde oder ist die Überspielung auf LP zu schlecht?

Ein letzter Versuch soll mit der 1st Emission der LP „Tubular Bells“ von Mike Oldfield (white Label) durchgeführt werden. Dort erfolgen die Anschläge auf Röhrenglocken sehr eindrucksvoll und natürlich. Alle späteren Emissionen nach der 2. wurden immer schlechter. Wie es scheint, hängt es doch von der Präzision des Plattenschnitts ab. - Doch auch hier konnten keine Differenzen zwischen den Filterversionen (s.o.) wahrgenommen werden. Damit wurde die Rumpelfiltervariante 12dB/Oktave 10Hz gemeinsam mit dem Notchfilter bei 8.7Hz mit der Filtergüte 1.41 für die Digitalisierung freigegeben, da sie für Stimmen und echte Analogaufnahmen und Pressungen Vorteile brachte.

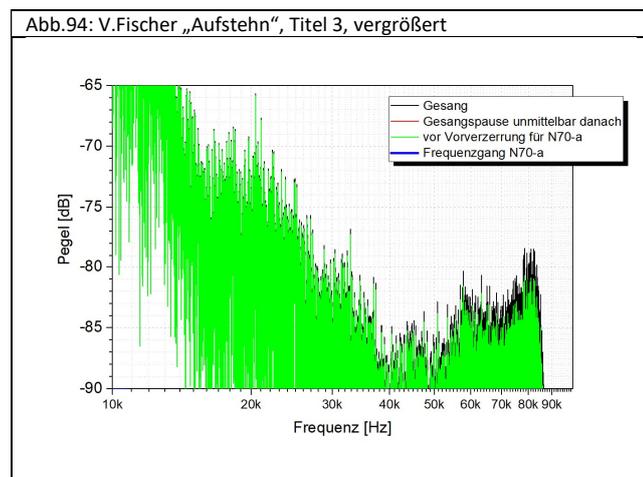
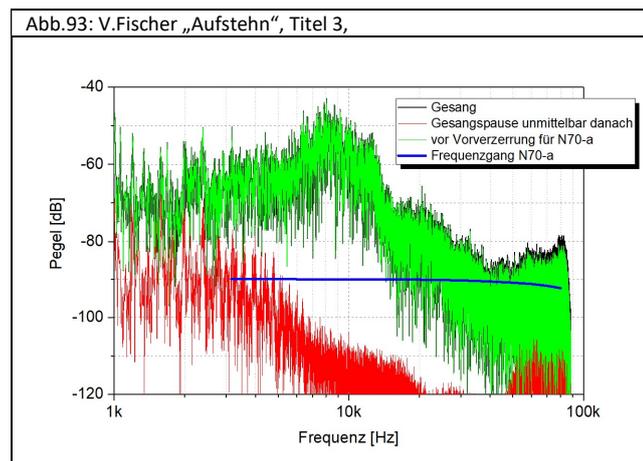
13.6.3.6. Stimmen können bis in den Ultraschallbereich reichen

Zu Beginn der Erforschung der Performance des Profirecorders Tascam DA-3000 verblüffte der Unterschied der Wiedergabe des Recorders mit der Originalquelle LP durch eine im Prinzip dunklere Stimmenwiedergabe, die sich auch mit weniger Farbe und Schmelz sowie weniger „Nähe“ und Leibhaftigkeit beschreiben lässt.

Die Verblüffung wandelte sich in Unzufriedenheit und schließlich in eine ärgerliche Stimmung, als herauskam, dass sich nur der Frequenzgang und nur im Ultraschall- und Infraschallgebiet unterschied.

Die Aufheizung der Elkos im Recorder beschleunigt zwar die Relaxation der dielektrischen Absorption, verringert aber auch Elko-Dämpfung und linearisiert den Impedanzgang ab 10kHz. Nun das schien unwesentlich für Stimmen nach überlieferten Aussagen zu sein.

Immer wenn es signifikante Unterschiede von Klangabbildungen gibt, sind es meist einfache Frequenzgangunterschiede. Wie ist es in diesem Fall? Die LP „Aufstehn“ von V. Fischer offenbarte von Song zu Song Differenzen in der Erkennbarkeit der Unterschiede zwischen der Aufnahme und dem Original. Also wurden die Frequenzspektren der Songs live verfolgt. Und siehe, Abb.93, es gibt messtechnische Begründungen für die Klangeindrücke, und dass obwohl in der Einzeltonprüfung die Ultraschallsignale nicht detektiert werden können.



Japanische Forschungen zeigten die Hirnaktivität nach Ultraschallabstrahlungen [43-45]. Viele Musiker können schon im mittleren Alter hohe Frequenzen einzeln nicht mehr wahrnehmen, trotzdem ist ihr Differenzierungsvermögen phantastisch ausgebildet. Ihre aktive Differenzierung ist besonders im Präsenzbereich bis Grundton ihrer Instrumente ausgeprägt. Ähnliches geschieht bei HiFi- bzw. Musik begeisterten passiven Hörern. Nun offensichtlich ist der Höhenverlust des Gehörs oft nur ein scheinbarer. Das Hirn arbeitet später aktiv nur unter 15kHz, da es der Erfahrung genügt und trotzdem werden die Ultraschallsignale empfangen und mit den Erfahrungsbibliotheken verglichen und für den Gesamteindruck abgebildet.

So ist die eigene Erfahrung, dass nach stressiger Alltagsarbeit zunächst abends weniger hohe Töne erfasst werden, erst langsam mit der Zeit und der Entspannung werden sie wieder mehr und mehr erkannt. Das Hirn konzentriert sich im Alltagsgeschäft auf das Wesentliche, da die Taktfrequenz festgelegt ist und die Informationsmenge überkritisch ist.

Zurück zur Abb.94: Es sind genau die Gesangsabschnitte, die besonders eindrucksvoll den Unterschied zwischen LP und Aufnahme klargemacht haben und wo der Unterschied durch die Invertierung des

Frequenzganges des Pioneer N70-A durch eine Korrektur im Audioeditor wieder verschwand. Es ist der schwarze schmale Saum oberhalb 20kHz in Abb.93! Abb.94 ist das Zoom um 30kHz. Bei 35kHz ist ein Pegelunterschied von 0.5dB zu erkennen. Dies soll mit Gästen verifiziert werden.

Ein jüngerer, ebenfalls Musik-begeisterter und HiFi-interessierter Kollege wurde eingeladen und die entsprechenden Wiedergaben vorgeführt. Er war verduzt, dass er Unterschiede hört, obwohl die Einzeltöne, die er noch wahrnimmt nur bis 18kHz gehen! Es ist also kein Einzelfall.

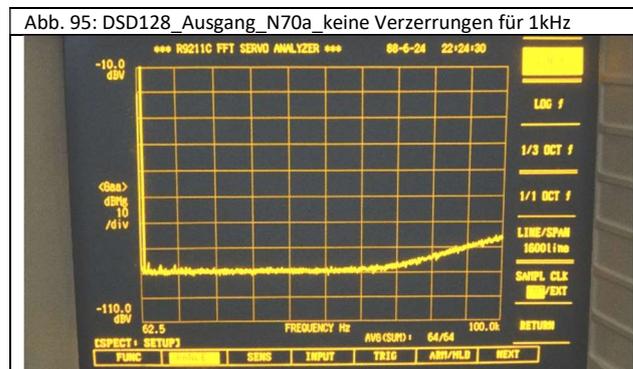
13.6.3.6. Digital verstärken - Ist der Wunsch umsetzbar?

In [35] wurden zwar die Frequenzgänge abgebildet aber nicht THD+Noise Funktion in Abhängigkeit vom Ausgangspegel, was sonst des Öfteren bei anderen Playern geschieht. Eine Anfrage dort, die Messergebnisse zuzuschicken, stieß auf kein Echo. So musste notgedrungen mit alten R9211C von Advantest die Messung vorgenommen werden, wohlwissend, dass mehr als 96dB mit dem 16bit Gerät nicht rauszuholen ist. So wurde eine Sinus-Tonsynthese mit 32bit Gleitkomma und 176kHz Sampling erzeugt und in verschiedenen Pegeln dB abgespeichert, anschließend in DSD128 umgeformt und vom N70-A wiedergegeben. In Tab.13 sind unter Pegel /dBV die Peak Marker Werte des R9211C zu sehen. Seltsam ist, dass bei -0.1dB die Verstärkung um +0.4dBV erfolgt?

Tab.13: Linearität Pegel DSD128 und THD+Noise Wiedergabe N70-a

x+1min	THD /%	Pegel /dBV	Pegel /dB
1	0.030	-13.4	-20
2	0.024	-11.4	-18
3	0.020	-9.4	-16
...			
9	0.015	2.6	-4
10	0.012	4.6	-2
11	0.010	5.6	-1
12	0.010	6.1	-0.5
13	0.009	6.6	-0.1

Der gemessene THD ist mit dem Messgerät natürlich höher als der vom Hersteller 0.0012%, aber es sind auch bis 65kHz überhaupt keine Verzerrungen bis -96dB zu erkennen (Abb.95)! Nur darüber, über 65kHz kommen die Sampling-Verzerrungen. Diese Frequenzen sollten ausgefiltert werden. In der 1kHz Wiedergabekurve steigt das Rauschen nur um 12dB bei 100kHz an und liegt damit bei -96.6dB(-12dB) = -84dB, was weder den Hörgenuss beeinträchtigen noch den Hochtöner schaden sollte.

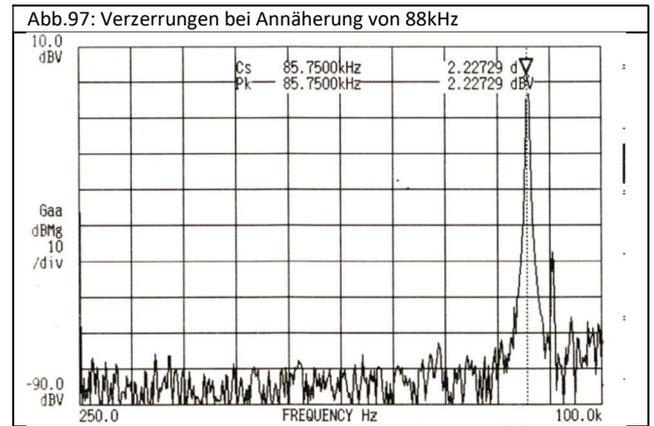
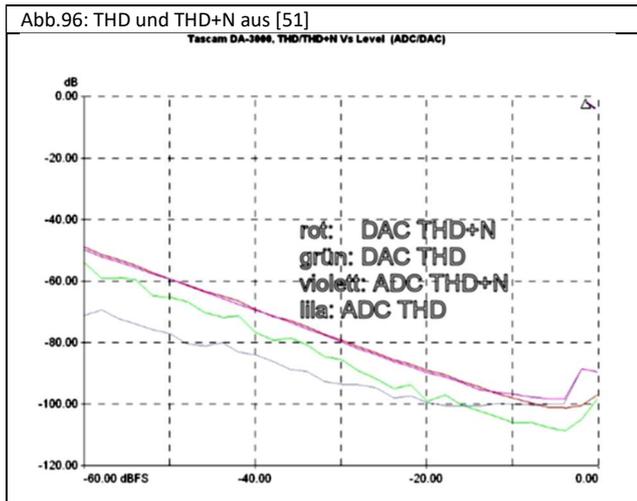


Im Allgemeinen werden sonst auch bei sehr guten Herstellerangaben zunehmende Verzerrungen gemessen, wenn der Pegel gegen 0dB Digital ansteigt, hier aber nicht!

Besonders verlustarme und brummarme Abtastungen erfolgen mit MC-Systemen, insbesondere mit jenen, die sehr niedrige Ausgangsspannungen haben, was selbst bei 60dB Verstärkung nur bis 700mV reicht. Um bei wechselnden Wiedergaben mit digitalen Quellen

wie CD-Spielern o. ä. und den LP-Wiedergabegeräten nicht erschreckt zu werden oder zu leise zu starten zu müssen, wäre es bequem alles auf ungefähr die gleiche Lautstärke zu trimmen, sprich die LP-Aufnahmen auf Pegel bis ca. -3dB hochzuziehen.

Nun wurde beim DA-3000 festgestellt, dass bereits eine Aufnahmeverstärkung um ca. +9dB auf -1dB zu schlechteren Klangqualitäten führt, was auch die ansteigenden gemessenen Verzerrungen wie in 13.6.2.1. ausgewiesen wurde, bestätigen. In [51] wurde schließlich das THD Verhalten des Tascam DA-3000 gemessen, deren Daten nach Übersetzung aus dem Griechischen in Abb.96 dargestellt ist. Obwohl der Autor in [51] die Messung in 96kHz und 24bit durchgeführt hat, ist doch eine überraschend gute Übereinstimmung mit den eigenen Höreindrücken zu finden. Nach diesen Messungen kann jetzt der maximale Aufnahmepegel festgelegt werden: -5dB.



Die Advantest Messungen an der Elektronik des N70-a (13.6.3.1.) zeigen die Zunahme der Verzerrungen zu den höheren Pegeln nicht. Wobei ESS für seinen Prozessor mit den programmierbaren Filtern keine Diagramme veröffentlicht hat. Gemessen werden häufig Verzerrungen in Abhängigkeit vom Ausgangspegel bis 0dB, die ansteigend sein können.

Um eine Veranschaulichung zu erhalten, wurde ein Sinus-Sweep von 1Hz bis 88kHz mit 176kHz PCM in 32Bit Genauigkeit erzeugt und in DSD128 konvertiert. Bei 85,7kHz Sinuston entsteht ein 2. Peak oberhalb des Sweeptones, dargestellt durch die HOLD-Funktion in Abb.97, der dann bis 88kHz weiter bis zum vollen Ausschlag anwächst. Dies wäre das einzige Problem bei der Rückkonvertierung des DSD128 Signals nach Frequenzgangkorrektur. Das eigene Gehör unterscheidet nur Amplitudenabweichungen unterhalb von 57kHz nach Filterung von Musik. Ähnliche Empfindlichkeiten hatte der Gasthörer (35 Jahre).

So bleibt nur zu prüfen, ob die Verstärkung von maximal -10dB um +5dB auf -5dB zu 0dB über eine Audioeditorsoftware klangliche Auswirkungen zeigt. Die DSD128 Dateien wurden ja konvertiert in 176kHz mit 32bit in floating point. Letzteres sollte schon deutlich genauer sein als lineare Codierung.

Wieder wurden Klangbeispiele von der V. Fischer aus der LP „Aufstehn“ mit und ohne Verstärkung in DSD128 rückkonvertiert und nachfolgend abgespeichert. Der ARCAM A39 war zuvor ausgemessen worden. Oberhalb der Volume-Einstellung „30“ im Display erfolgt die weitere Lautstärkeerhöhung in 1dB Schritten, was für den Hörvergleich sehr praktisch ist. Nun wurden software-technisch die Pegel dB-weise erhöht und die *.dsf files abgespeichert. Beim Ablaufen der Stufungen bis 9dB plus braucht die Lautstärke am A39 immer nur um „1“ zurückgenommen werden. Leider geht es nicht mit 10, denn dann sortiert der N70-a den Titel falsch, wenn die Verstärkung mit in den Titelnamen aufgenommen wird. Blöd.

Aber bis -1dB sollte ausreichen.

Beim Abspielen der 9 Kurztitel konnten keine Änderungen wahrgenommen werden. Das ist fantastisch. Gehör und Messung stimmten überein. Immer wieder beruhigend.