

Der Elektrostat. Die „hoch“spannendste Art, Musik zu genießen.

Die Liebe zum Elektrostaten begann bei uns zu einem Zeitpunkt, zu dem wir uns noch nicht professionell mit diesem Schallwandlerkonzept auseinandergesetzt hatten. Es war schlicht dieser Bann der absolut natürlichen und selbstverständlichen Art wie solche Lautsprecher die Musik von nüchternen Tonträgern zu Leben erwecken konnten, welche sich bei sonst keiner Art von Lautsprecher finden ließ, was uns als Liebhaber guter High-Fidelity begeisterte.

Als das Hobby High-Fidelity über die Berufung zum Beruf wurde, begleiteten uns die ESL weiter über die Jahre, beruflich wie privat; und wir mussten am eigenen Ohr leider das erleiden, was letztendlich jeder Liebhaber elektrostatischer Lautsprecher (egal welchen Herstellers) erlitt, der seine ESL über die Jahre die Treue hielt: irgendwann und schleichend verloren sie an Glanz, Strahlkraft und Leben. Man wurde das Gefühl nicht los, dass das lieb gewonnene Stück zum Leistungsvernichter wurde und auch immer häufiger bei etwas gehobenerem Pegel Geräusche von sich gab, welche nun so garnicht zur Musik gehörten.

Der Vergleich mit jüngeren Versionen zeigte dann, wie der Klang und auch der Wirkungsgrad über die Jahre deutlich hörbar gelitten hatte: von den ehemals unglaublich natürlichen Klangfarben ohne feststellbaren Eigenklang und der nie gehörten Transparenz, war nur noch eine wenig spielfreudige Darbietung übrig, die deutlich an Dynamik verloren hatte und auch Töne von sich gab, an die man so garnicht aus besseren Tagen erinnern konnte: Der Elektrostat war verschlissen und gealtert. Und nun?

Die Jahre brachten Erfahrungen mit sich, und auch die Erfahrung mit den Austausch-ESL-Paneeelen diverser Hersteller oder der Revision der alten Paneele durch verschiedene Reparatoren. Die Ernüchterung überwog dabei und der Wunsch wurde zum Drang, nicht nur den klanglichen Zustand wie zu den besten Zeiten des ESL wieder herzustellen, sondern ihn möglichst noch zu verbessern und vor allem, ihn auf diesem hohen Niveau deutlich länger zu erhalten, als dies bisher der Fall war. Der Weg dahin wurde ein längerer und auch Rückschläge blieben nicht aus; aber das Ziel wurde erreicht.

Die Probleme.

Sie waren vielfältig und sehr abhängig vom Konzept des jeweiligen Herstellers, wenn nicht sogar im jeweiligen Konzept begründet: War es beim Einen unter anderem die herstellerseitige Verklebung der Folie mittels elastischer Klebstoffe, wodurch die Folie ihre mechanische Spannung über die Jahre dadurch zwangsläufig verlieren musste und sie sich somit irgendwann durch die damit einhergehende Herabsenkung der Eigenresonanz ins Flattern begab, dann war es beim anderen Hersteller die elektrisch leitfähige Folienbeschichtung („Coating“), welche mit der Zeit versprödete und die Folie sich so nur noch messbar ungleichmäßig unter Spannung setzen ließ; dies zieht eine sehr ungleichmäßige Schwingungsanregung der Folie nach sich sorgt für teils heftige Interferenzen (Auslöschungen) zwischen verschiedenen Regionen der Folie.

Ein anderes Problem war zum Teil die Verwendung eines Segmentierungs- oder Abstützmaterials („Bänder“) der Folie, welches im Neuzustand wunderbar flexibel und klanglich ohne Einflussnahme auf das Schwingungsverhalten der Folie war, jedoch nach 5-10 Jahren (je nach Aufstellung in der Nähe von Wärmequellen oder Bestrahlung mit Sonnenlicht) aber so aushärtete, dass dadurch messbare Resonanzen in den einzelnen, segmentierten Bereichen entstanden, die sich in deutlichen Spitzen und Senken im Frequenzgang des ESL auswirkten (sehen Sie dazu auch unsere Messbeispiele).

Größtenteils aber alles Problemstellungen, die mittels sorgfältiger Auswahl geeigneter Materialien, sorgfältiger Fehleranalyse und der Behebung konstruktiver und handwerklicher Mängel der originalen Konstruktion zuverlässig in der Griff zu bekommen waren.

Denn als **Hauptärgernis** erwies sich die prinzipielle **Anfälligkeit der leitfähigen Beschichtung** der Folie, völlig unabhängig vom Hersteller des ESL. Sie war der immer wieder kehrende Hauptgrund, der zu einer Revision des ESL oder seiner Folie Anlass gab (auf dieses Problem gehen wir im nächsten Abschnitt etwas genauer ein).

Das Tückische dabei: das Versagen der Beschichtung geschieht schleichend und über Jahre. Viele Kunden sind schlicht konsterniert, wenn sie z.B. bei Anlieferung ihres verschlissenen ESL ein fertig überholtes, baugleiches Exemplar bei uns in der Endkontrolle laufen hören. Dann erst wird vielen bewusst, dass sich der Wirkungsgrad ihres ESL in 6-10 Jahren um teils 8 bis 10dB reduziert hat. Hatte der Lautstärkeregler kurz vor der Revision für gehobene Zimmerlautstärke etwa bei Reglerstellung 12 Uhr stehen müssen, erreicht der überholte ESL den gleichen Pegel bei Reglerstellung 9Uhr. Der angeschlossene Verstärker **und vor allem der/die Übertrager** („Step Transformer“) danken es einem nach der Überholung zusätzlich.

Denn der nicht seltene Folgeschaden eines nachlassenden Wirkungsgrades eines ESL ist ein überlasteter Übertrager. Dies läuft nach folgendem Schema ab: der ESL verliert schleichend Wirkungsgrad/Pegel. Der Hörer ist eine gewisse Hörlautstärke gewohnt und gleicht über die Zeit langsam den Pegelverlust durch weiteres Aufdrehen des Lautstärkereglers aus, was die Ausgangsleistung des Verstärkers und die Belastung für den Übertrager erhöht. Wenn dann plötzlich der Lautsprecher komplett ausfällt, wurde der Übertrager auf der Primärwicklungsseite überlastet und diese Wicklung ist unterbrochen. Ein Austausch des Übertragers wird notwendig und er ist meist das kostspieligste elektronische Bauteil eines ESL.

Zusätzlich gibt es auch noch andere Komponenten, die solche Überlastung durch mangelnde Leitfähigkeit der Beschichtung mit Ausfall quittieren. Bildbeispiele dazu sehen sie unten im Bereich „Typische Defekte“.

Kernproblem leitfähige Beschichtung („Coating“).

Als wir uns damals mit der Revision unserer privaten, verschlissenen ESL beschäftigten, waren die oft augenscheinlichen Probleme konstruktiver Art des jeweiligen ESL nach einem gewissen Zeitraum des Arbeitens an diesen Unzulänglichkeiten erkannt und größtenteils gelöst. Als Material für die leitfähige Beschichtung bedienten wir uns am Angebot der erhältlichen Beschichtungen, welche der Markt speziell für die ESL anbot. Diese Beschichtungen basierten größtenteils auf Materialien wie Nylon, Graphit, Methylcellulose, Seife (Natrium- und Kaliumsalze) und andere. Wie wir feststellten, gab es deutliche Unterschiede in den Eigenschaften zwischen den Grundstoffen dieser Beschichtungen, was die Haltbarkeit als auch die gewünschte Leitfähigkeit anging, wobei letztere natürlich auch sehr von der Verdünnung der entsprechenden Komponente abhing.

Allen gemein war jedoch, dass wir durch kritische Überprüfung und Messung zum Teil nach gerade einmal 1-2 Jahren wieder einen schleichenden Rückgang des Wirkungsgrades der jeweiligen ESL feststellen mussten. Der Grund hierfür war je nach Material ganz unterschiedlich. So war z.B. das Kernproblem einer Beschichtung auf Graphitbasis weniger eine chemische Zersetzung des Stoffes, als viel mehr die mechanische Beschädigung der versprödeten Oberfläche der Beschichtung durch die Schwingungen der Folie. Denn wenn man hier auch mit sehr hohen Spannungen von bis zu 5kV (5000 Volt) arbeitet, welche so manche „Lücke“ der Beschichtung überspringen kann, so summieren sich doch abertausende feine Risse in der Struktur der Beschichtung hintereinander gereiht zu einer sehr ungleichen Verteilung der Hochspannung auf der Oberfläche der Beschichtung und somit zu einer im Durchschnitt weniger hohen elektrischen Spannung, bezogen auf die Gesamtfläche der Folie. Resultat: der Wirkungsgrad sinkt wieder. Sehr unbefriedigend.

Das Kernproblem war also die Konservierung des hohen Wirkungsgrades über einen Zeitraum von vielen Jahren mittels einer Beschichtung, die sowohl eine hohe Alterungsbeständigkeit gegen alle möglichen Umwelteinflüsse (UV-Einstrahlung, Vibration, Wärme, Zigarettenrauch, etc.) aufwies, aber auch keine unerwünschten Einflüsse auf die Schwingungseigenschaften der Folien hatte. Dank der fruchtbaren Zusammenarbeit mit einem auf Leitlacke spezialisierten Unternehmen, gelang es uns nach vielen Versuchen ein Coating zu entwickeln, welches in Verbindung mit der dafür idealen Folie **einen sehr hohen und über Jahre konstanten Wirkungsgrad garantiert** und durch seine abgestimmte Zusammensetzung aus verschiedenen Stoffen ein gesamtes Schwingungsverhalten der Kombination Folie/Beschichtung ergab, welches einen äußerst breitbandigen und resonanzfreien Frequenzverlauf ergab, der sowohl einen sehr tiefen Bass mit erstaunlicher unterer Grenzfrequenz bot, zum Anderen aber auch eine obere Grenzfrequenz von 20kHz, und beides verbunden durch einen sehr ausgewogenen, transparenten und ausgedehnten Grund- und Mitteltonbereich.

Diese Beschichtung ist sehr beständig gegen die verschiedensten Umwelteinflüsse chemischer wie auch physikalischer Art; sie bietet eine äußerst hohe Stabilität im Bezug auf den mechanischen Stress der Schwingung, ist UV-Stabil und sehr wärmebeständig, wie entsprechende Tests zeigten. Die äußerst positiven, klanglichen Eigenschaften ergeben sich dabei vor allem auch in der Kombination mit einer Folie von geeigneter Stärke, wodurch ein Sandwich aus Beschichtung und Folie entsteht, welches sehr harmonische Eigenschaften zueinander besitzt, die sich dann ebenso auch im Gesamtergebnis ausdrücken. Eine Frage der Kombination.

Probleme im Betrieb von Elektrostaten.

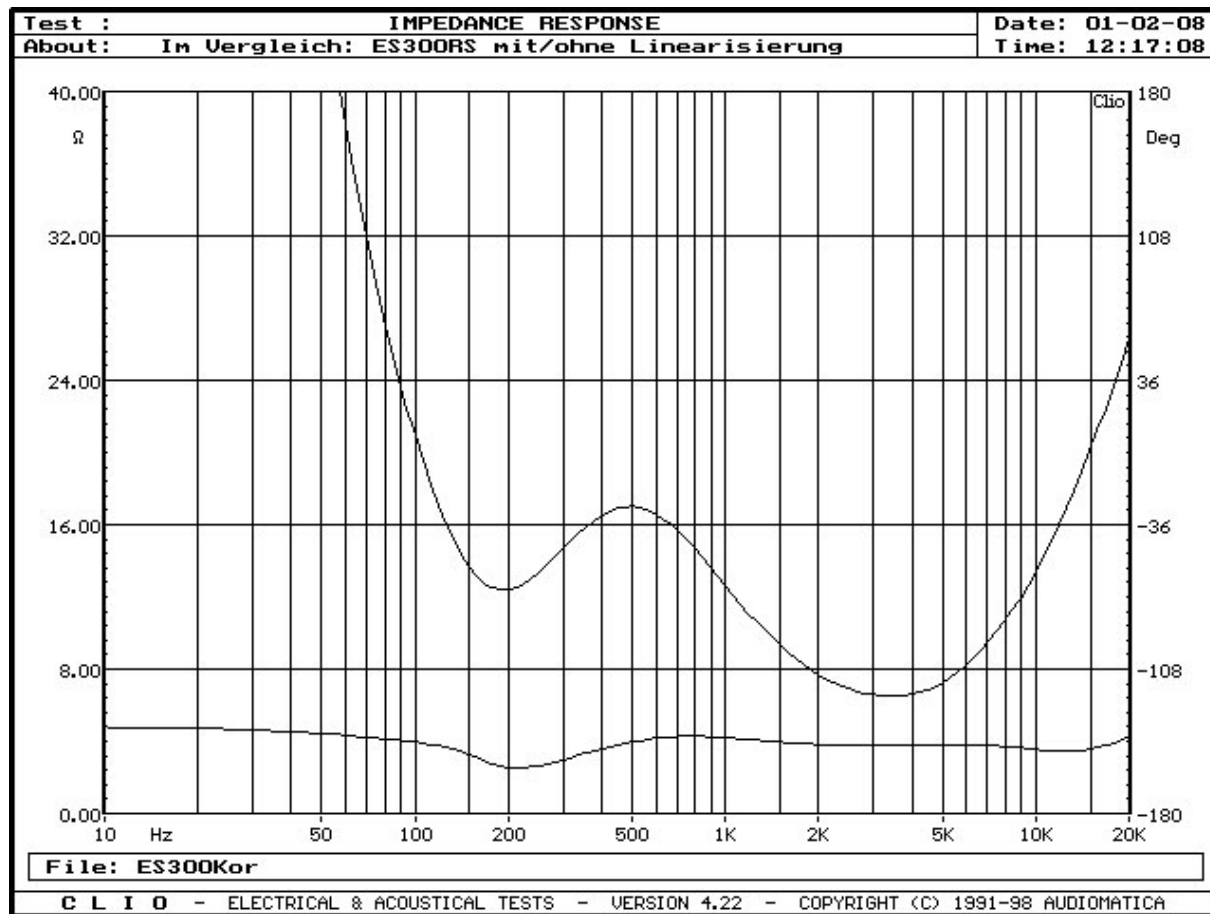
Als klassisches Problem im Betrieb von elektrostatischen Lautsprechern hört und liest man zumeist viel über den niedrigen Lastwiderstand, welcher so manchem Verstärker schon das Leben zur Hölle gemacht, oder ihn sogar in die ewigen Verstärkerjagdgründe geschickt haben soll.

Solche Berichte beziehen ihren Ursprung zum Großteil aus der Zeit Ende der 80er und zu Beginn der 90er Jahre des vergangenen Jahrhunderts. Zu dem Zeitpunkt gab es nur wenige Verstärker, die Lasten unterhalb von 2 Ohm Impedanz auf Dauer betreiben konnten; und eine Martin Logan CLS oder CLSII war damals ohne weiteres in der Lage, so manchem Verstärker japanischer Herkunft zum Abschalten oder auch zum Abbrennen zu bringen. Dabei muss man jedoch auch beachten, dass die genannten Martin Logans auch schon die kritischsten waren. Beispielsweise die ESL des niederländischen Herstellers Audiostatic weisen zumeist ein Impedanzminimum von gerade mal 4 Ohm auf und sind so gesehen unkritisch.

Das eigentliche Problem ist die starke Schwankung der Impedanz, welche automatisch eine hohe elektrische Phasendrehung bedeutet; und auf diese reagierten bisher alle von uns getesteten Verstärker mit hörbar klanglicher Verschlechterung. Selbst die Verstärkermodelle, welche problemlos Lasten bis zu einem Minimum von 1 Ohm trieben. Verstärker funktionieren und klingen schlicht am Besten an Lasten, die einem ohmschen Widerstand nahekommen, also sich quasi ohne Schwankungen über den gesamten Frequenzbereich konstant bei 2,3, 4, oder mehr Ohm halten, also ohne nennenswerte elektrische Phasendrehungen. Für Röhrenverstärker gilt das sogar im besonderen.

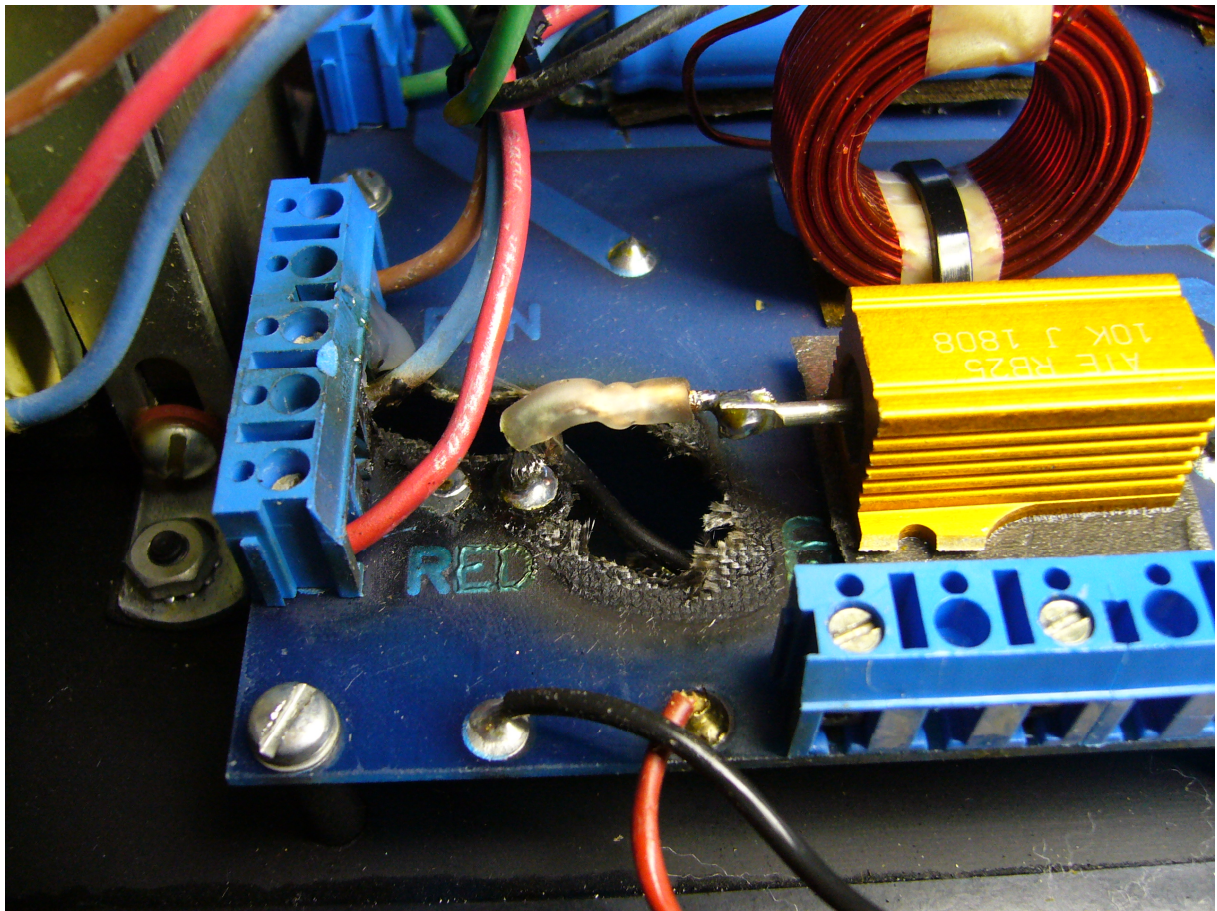
Um diesem Problem zu begegnen, empfehlen wir unseren Kunden die Verwendung von Impedanzlinearisierungen. Diese sind genau auf das spezielle ESL-Modell ausgelegt und werden einfach parallel an die Lautsprecher-Anschlussklemmen angeschlossen. Der klangliche Effekt ist verblüffend und wurde von den Kunden welche den Test machten, als gravierender eingestuft, als eine wesentlich teurere Verbesserung der Lautsprecherleitungen. **Wenn Sie den Test machen wollen, können Sie das ohne Risiko tun.** Wir bieten Ihnen an, bei Kauf der Impedanzlinearisierungen diese bei Nichtgefallen binnen 14 Tagen gegen Erstattung des Kaufpreises zurück zu senden. Diese Zuversicht wird gestützt einer Rücksendequote, die über die letzten Jahre bei Null lag und stattdessen für ziemlich verblüffte bis begeisterte Rückmeldungen sorgte. Testen sie es, es erweitert den Horizont ungemein. Und wirft mal wieder die Frage auf, warum dies nicht schon ab Hersteller integriert wurde.

Hier das Beispiel einer Audiostatic ES300RS mit und ohne Impedanzlinearisierung im Vergleich:

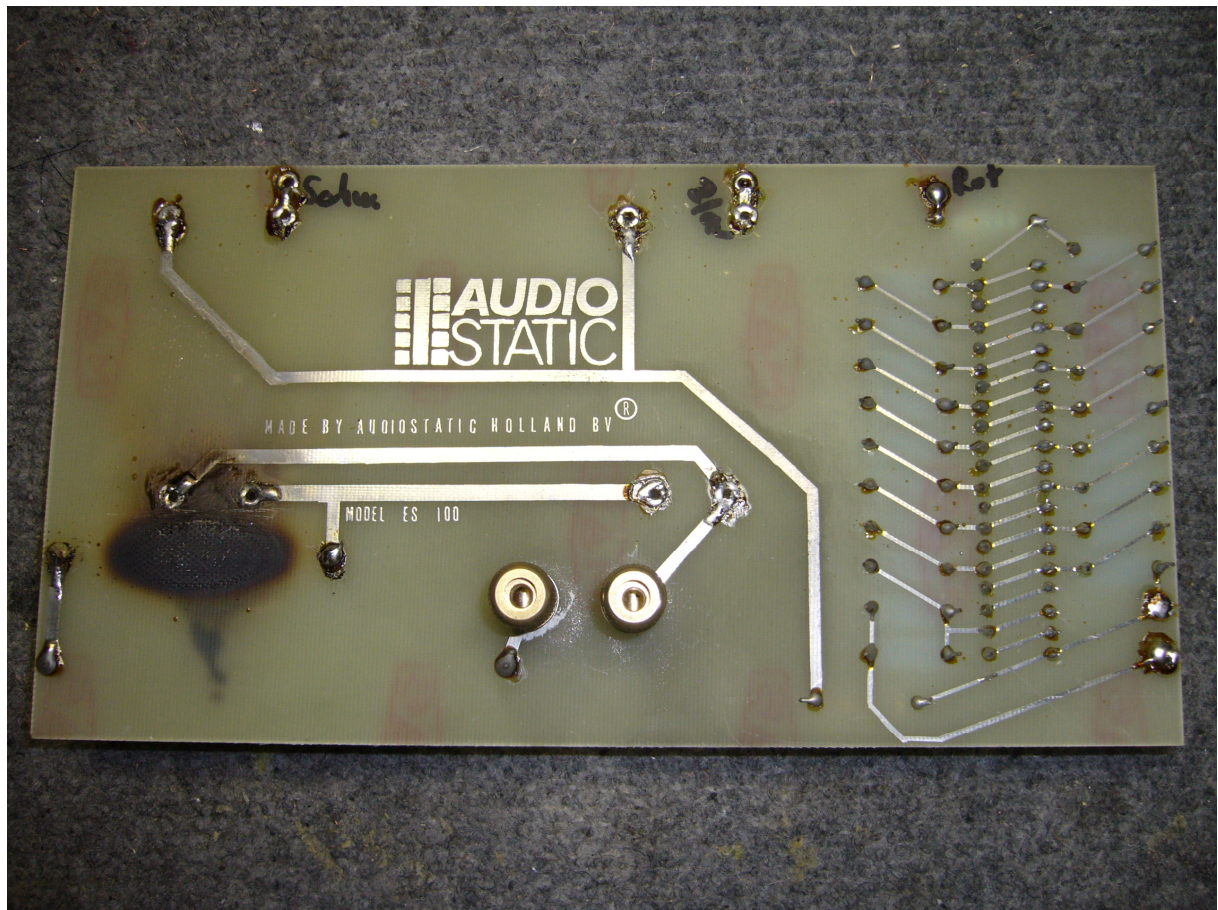


Deutlich zu erkennen, dass die extremen Schwankungen original zwischen 7 Ohm und 80 Ohm auf geringe Schwankungen zwischen 3,5 und 5 Ohm linearisiert werden. Der Verstärker wirkt klanglich dadurch wie entkorkt und legt deutlich an Transparenz und räumlicher Abbildung zu, das Timing wird deutlich besser. Testen Sie es.

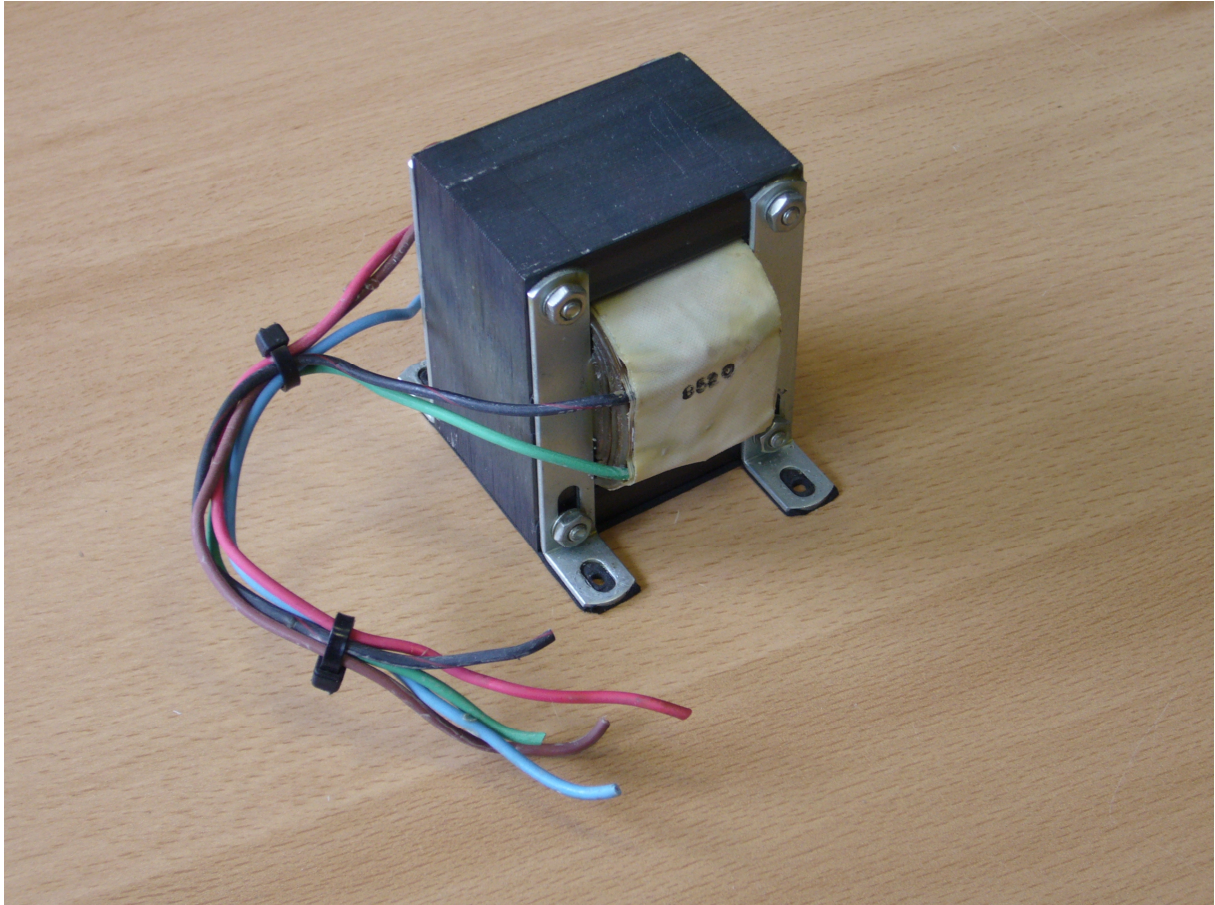
Typische Folgeschäden defekter Folien-Beschichtungen (Coatings).



Martin Logan Quest. Durch den Wirkungsgradverlust wurde der sehr kräftige Verstärker in seiner Ausgangsleistung immer höher eingestellt, danach Abbrand diverser Bauteile im Signalweg vor dem Übertrager (hier ein Widerstand)



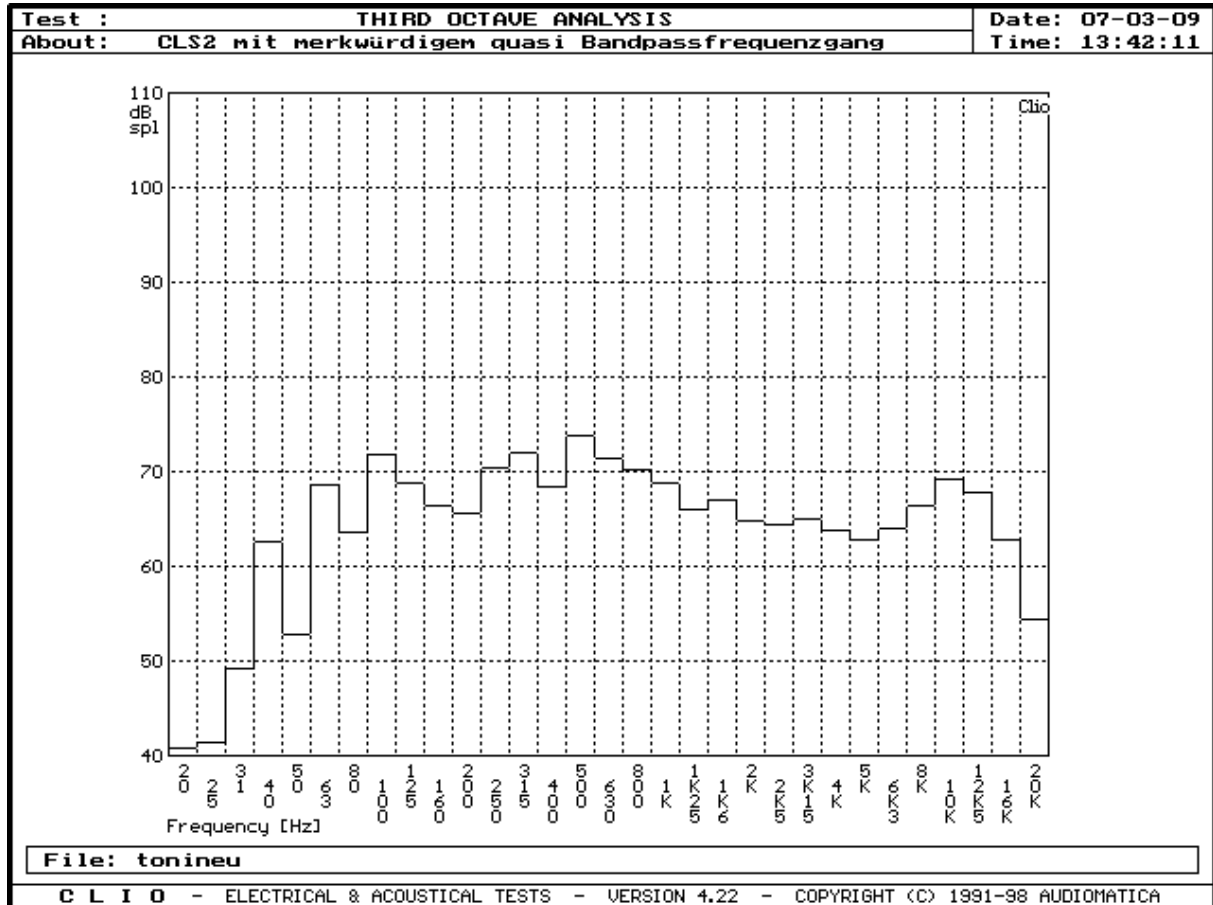
Audiostatic ES100. Im Prinzip der gleiche Schaden wie bei der Quest: Lautsprecher zunehmend leiser und dann wurde dieser Verlust an Pegel mittels Leistung „ausgeglichen“. Elektronik wurde danach komplett überholt, da an den Audiostatic ES und ESH-Modellen auch die Tonfrequenz-Elkos sehr oft nach 10 oder mehr Jahren von ihren Sollwerte extrem Abweichen, oft um über 20% !



Übertrager einer Martin Logan. Wurde auf der Primärseite durch Überlastung zerstört, da der Wirkungsgrad mit der Zeit zu niedrig wurde. Musste ausgetauscht werden.

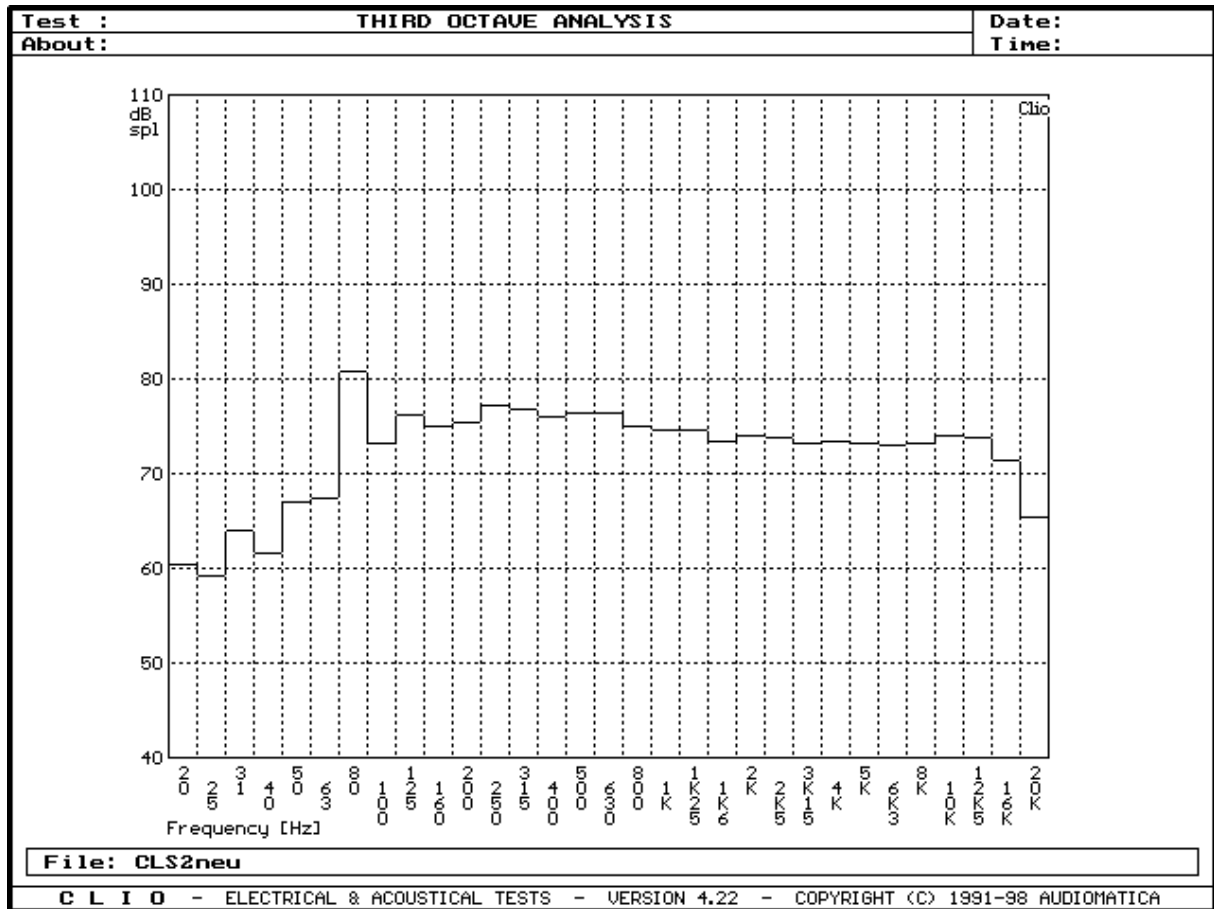
Typischer Unterschied durch Revision der Folie.

Hier sehen Sie ein typisches Beispiel für die Veränderung der Wiedergabe (Frequenzgang) durch die Revision der Folie und einzelner Komponenten der Elektronik an dem Beispiel einer Martin Logan CLS2. Das Erste Bild zeigt den Zustand bei Anlieferung, gemessen an fester Position im Raum:



Der Frequenzgang zeigte, abgesehen von geringem Wirkungsgrad, auch die Auswirkungen der mechanisch gealterten Folie und vor allem der völlig ausgehärteten Segmentierungsbänder (das sind die schwarzen „Streifen“ auf der Folie jeder Martin Logan): teils extreme Interferenzen zwischen verschiedenen Segmenten der Folie, welche sich in deutlichen Einbrüchen in einzelnen Frequenzbändern auswirkt, beispielsweise zwischen zwischen 1kHz und 8kHz.

Im Vergleich hierzu der Frequenzgang der selben CLS2 nach der Revision:



Der breitbandige Wirkungsgradanstieg durch die Revision ist deutlich sichtbar, ebenso die hohe Linearität im Vergleich zum verschlissenen Ausgangszustand. Der schmalbandige Peak bei 80Hz in der Neumessung, ist bedingt durch den Abstand der CLS2 zur Rückwand des Messraumes (stehende Welle) und verschwindet bzw. verlagert sich mit zunehmendem Wandabstand zu tieferen Frequenzen hin.