Sennheiser MD441-U3
Zweieiige "Zwillinge"

Abbildung 1: ein MD441-U3 in der "neuen" Bauart

Ich bin ja für meine teilweise überraschende Erzähltaktik bekannt. Hier der Beweis! Jaaa, es wird noch um das Sennheiser MD-441 gehen, aber erstmal gibt's eine tolle Vorgeschichte.

1 Damenwahl

Mal angenommen, ich würde bei bymm.de mal eine Auswertung fahren, welche meiner seit 2009 online gestellten Reparaturberichte die beliebtesten sind- was würde wohl herauskommen? Welcher Bericht wird am öftesten heruntergeladen? Und wieviel ist eigentlich "oft"?

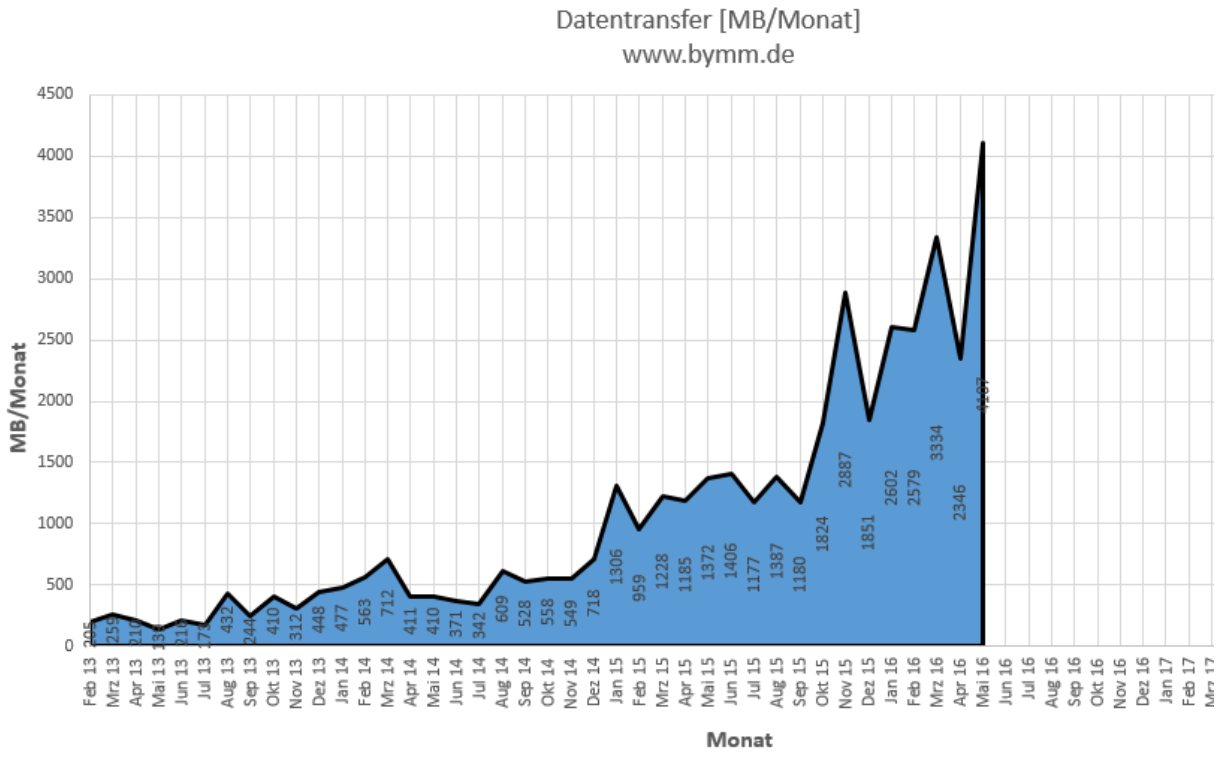


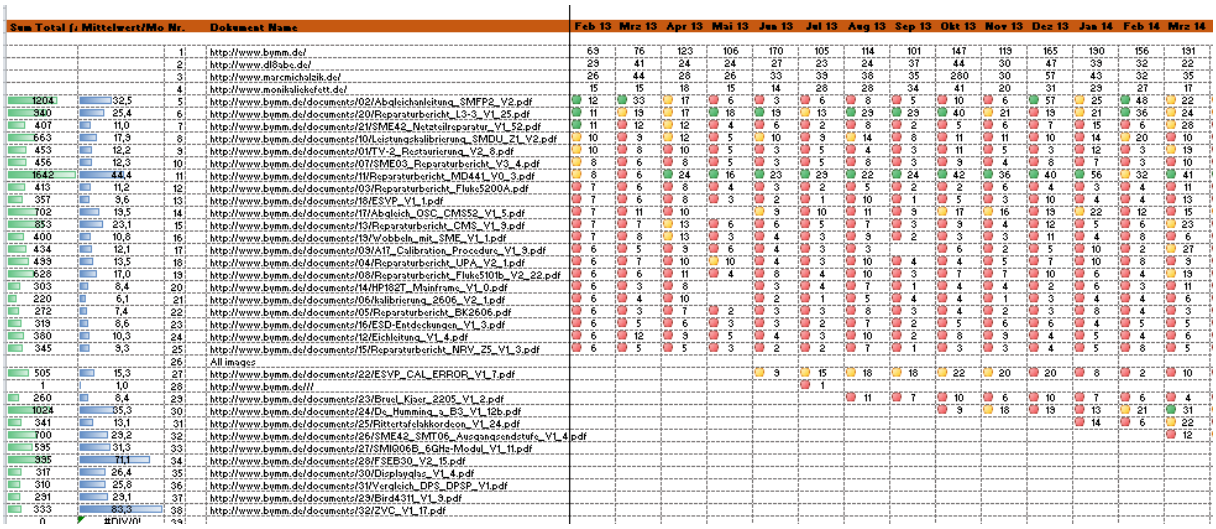
Abbildung 2: da geht langsam was "ab": Traffic auf bymm.de seit Februar 2013!

2 Statistik

Eine interessante Frage, deren Beantwortung ich mir nicht verkneifen konnte. Ein Export meines Providers (strato.de) in Verbindung mit Excel und ein paar wiedererweckten VisualBasic-Kenntnissen kam dem schnell auf die Schliche. Es ist der Bericht über:

das Sennheiser MD-441!

Was für eine Ironie! Der einzige Bericht, den ich -mangels Fotos- niemals richtig abgeschlossen habe und den ich deshalb erst gar nicht online stellen wollte, ist tatsächlich Euer Beliebtester??!?



Sum Total	Mittelwert/Mo	Nr.	Dokument Name	Feb 13	Mrz 13	Apr 13	Mai 13	Jun 13	Jul 13	Aug 13	Sep 13	Okt 13	Nov 13	Dez 13	Jan 14	Feb 14	Mrz 14
		1	http://www.bymm.de/	63	76	123	106	170	105	114	101	147	119	165	190	156	191
		2	http://www.dl8abc.de/	28	41	24	24	27	23	24	37	44	30	47	38	32	22
		3	http://www.marcmichalzik.de/	26	44	26	26	33	39	36	35	280	30	57	43	32	35
		4	http://www.monikalickefett.de/	15	15	18	15	14	28	28	34	41	20	31	29	27	17
1204	32,5	5	http://www.bymm.de/documents/02/Abgleichanleitung_SMFP2_V2.pdf	12	33	17	6	3	6	8	5	10	6	57	25	48	22
940	25,4	6	http://www.bymm.de/documents/20/Reparaturbericht_L3-3_V1_25.pdf	11	19	17	18	19	13	29	29	40	21	19	21	36	24
407	11,0	7	http://www.bymm.de/documents/21/SME42_Netzteilreparatur_V1_52.pdf	11	12	12	4	6	2	8	2	5	6	7	15	6	28
663	17,9	8	http://www.bymm.de/documents/10/Leistungskalibrierung_SMDU_21_V2.pdf	10	9	12	5	10	9	14	8	11	11	10	14	20	10
453	12,2	9	http://www.bymm.de/documents/01/TV-2_Restaurierung_V2_8.pdf	10	8	10	5	3	5	4	3	11	5	3	12	3	19
456	12,3	10	http://www.bymm.de/documents/07/SME03_Reparaturbericht_V3_4.pdf	8	6	8	5	3	5	8	3	9	4	8	7	3	10
1642	44,4	11	http://www.bymm.de/documents/11/Reparaturbericht_MD441_V0_3.pdf	8	6	24	16	23	29	22	24	42	36	40	56	32	41
413	11,2	12	http://www.bymm.de/documents/03/Reparaturbericht_Fluke5200A.pdf	7	6	8	4	3	2	5	2	2	6	4	3	4	11
357	9,6	13	http://www.bymm.de/documents/18/ESVP_V1_1.pdf	7	6	8	3	2	1	10	1	5	3	10	4	4	13
702	19,5	14	http://www.bymm.de/documents/17/Abgleich_OSC_CMS52_V1_5.pdf	7	11	10		9	10	11	3	17	16	19	22	12	15
853	23,1	15	http://www.bymm.de/documents/13/Reparaturbericht_CMS_V1_9.pdf	7	7	13	6	6	5	7	3	9	4	12	5	6	23
400	10,8	16	http://www.bymm.de/documents/19/Wobbeln_mit_SME_V1_1.pdf	7	8	13	3	4	3	9	2	3	3	11	4	8	6
434	12,1	17	http://www.bymm.de/documents/09/A17_Calibration_Procedure_V1_9.pdf	6	5	9	6	4	3	3		6	2	5	10	2	27
439	13,5	18	http://www.bymm.de/documents/04/Reparaturbericht_UPA_V2_1.pdf	6	7	10	10	4	3	10	4	4	5	7	10	8	9
628	17,0	19	http://www.bymm.de/documents/08/Reparaturbericht_Fluke510b_V2_22.pdf	6	6	11	4	8	4	10	3	7	7	10	6	4	19
303	8,4	20	http://www.bymm.de/documents/14/HP182T_Mainframe_V1_0.pdf	6	3	8		3	4	7	1	4	4	2	6	3	11
220	6,1	21	http://www.bymm.de/documents/06/kalibrierung_2606_V2_1.pdf	6	4	10		2	1	5	4	4	1	3	4	4	6
272	7,4	22	http://www.bymm.de/documents/05/Reparaturbericht_BK2606.pdf	6	3	7	2	3	3	8	3	4	2	3	8	4	3
319	8,6	23	http://www.bymm.de/documents/16/ESD-Entdeckungen_V1_3.pdf	6	5	6	3	3	2	7	2	5	6	6	4	5	5
380	10,3	24	http://www.bymm.de/documents/12/Eichleitung_V1_4.pdf	6	12	9	5	4	3	10	2	8	9	4	5	4	6
345	9,3	25	http://www.bymm.de/documents/15/Reparaturbericht_NRV_25_V1_3.pdf	6	5	5	3	2	2	7	1	3	3	4	5	8	5
		26	All images														
505	15,3	27	http://www.bymm.de/documents/22/ESVP_CAL_ERROR_V1_7.pdf					9	15	18	18	22	20	20	8	2	10
1	1,0	28	http://www.bymm.de///						1								
260	8,4	29	http://www.bymm.de/documents/23/Bruel_Kjaer_2205_V1_2.pdf							11	7	10	6	10	7	6	4
1024	55,3	30	http://www.bymm.de/documents/24/Dq_Hummling_x_B3_V1_12b.pdf									9	18	19	13	21	31
341	13,1	31	http://www.bymm.de/documents/25/Rittertafelakkordeon_V1_24.pdf												14	6	22
700	23,2	32	http://www.bymm.de/documents/26/SME42_SMT06_Ausgangsendstufe_V1_4.pdf														12
595	31,3	33	http://www.bymm.de/documents/27/SMI906B_6GHz-Modul_V1_11.pdf														
935	71,1	34	http://www.bymm.de/documents/28/FSEB30_V2_15.pdf														
317	26,4	35	http://www.bymm.de/documents/30/Displayglas_V1_4.pdf														
310	25,8	36	http://www.bymm.de/documents/31/Vergleich_DPS_DPSP_V1.pdf														
291	23,1	37	http://www.bymm.de/documents/23/Bird431I_V1_3.pdf														
333	83,3	38	http://www.bymm.de/documents/32/ZVC_V1_11.pdf														
0	#DIV/0!	39															

Abbildung 3: meine Statistik über Eure Downloads :-)

Aber die Statistik sagt: der Bericht wurde bislang (Stand: März 2016) genau 1642 mal heruntergeladen*- damit etwa 400mal öfter als der Zeitplatzierte: die Abgleichanleitung zum Rohde&Schwarz SMFP2 Funkmessplatz.

Mit knapp über 1000 Zugriffen kommt der englische "Entbrummen einer Hammond B-3" auf Platz drei, dicht gefolgt von dem Rohde&Schwarz FSEB Spektrumanalyzer, der in nur etwa 12 Monaten fast genausoviele Downloads aufweist wie der Hammond-Bericht in mehr als der doppelten Zeit.

Nächster Kandidat ist der Bericht über den Rohde&Schwarz ZVC Netzwerkanalysator, der mit einer durchschnittlichen Downloadrate von 83x/Monat auch gute Chancen auf zukünftige Spitzenpositionen haben wird.

Das Ende der Berichtsflotte schließt mit dem Abgleich eines Brüel&Kjaer 2606 NF-Voltmeters mit nur 220 Downloads. Ähnlich geringe Hits haben noch das Mainframe HP182T, der Schallpegelmesser B&K 2205 sowie das Rittertafelakkordeon. Letztes hat mir jedoch mit die meisten email-Kontaktaufnahmen beschert, so dass mir das zeigt, wie begrenzt die Aussagekraft einer Statistik sein kann- selbst wenn man sie selbst gefälscht hat ;-)

* alleine die Downloads bei bymm.de; diejenigen von amplifier.cd (dort stehen meine Berichte teilweise auch) nicht mitgerechnet!

Nun kann man über Statistiken und deren Aussagen geteilter Meinung sein. Ich selbst finde, dass sie durchaus ihre Berechtigung haben, solange man ehrlich mit ihnen umgeht und das Ergebnis völlig wertungsfrei und vorbehaltsfrei annimmt und sachlich ungefärbt betrachtet.

Das gelingt nicht immer; insbesondere in der Politik scheint es mir manchmal so zu sein, dass selbst Niederlagen noch als Teilsiege verkauft werden. Vielleicht ein Grund dafür, dass Statistiken ein so schlechtes Image haben.

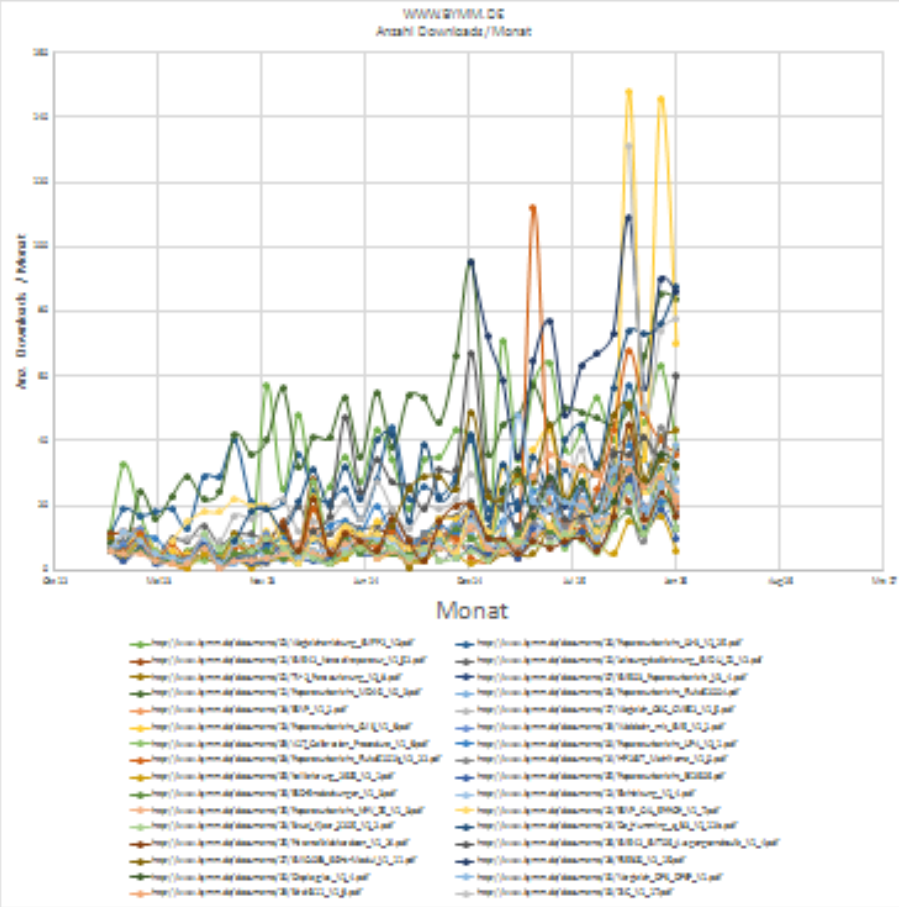


Abbildung 4: Detailauswertung - wem's noch hilft ;-)

Ich sehe das anders, denn Statistiken können einem enorm helfen- wenn man es denn zulässt, dass man daraus auch was lernen WILL, sie daher ungefärbt zu betrachten und nicht so lange an ihnen herumfummelt, bis endlich das Ergebnis herauskommt, was man sich eigentlich insgeheim wünscht.

So haben wir das auch im Messplatzteam der INTERRADIO immer gemacht. Am Ende des Tages wurde anhand Strichlisten ausgewertet, was an Messungen gemacht wurde, was gewünscht wurde und dementsprechend das Equipment für das nächste Jahr zusammengestellt.

3 Pop-Musik

Es gibt leider heutzutage sehr wenig, was wirklich nur noch dem "Zufall" überlassen wird. Gerade weil es um viel Geld geht, wird kaum was so systematisch analysiert und strategisch geplant, wie das aktuelle Radioprogramm und die neuen "Pop-Songs", zu deren Genuss wir "ermuntert" werden. Da werden auch Statistiken geführt und sobald -aus Statistiken- erkannt wurde, dass ein neuer Künstler gerade einen Hit gelandet hat, produziert man ganz schnell noch einen zweiten, (der fast genauso klingen muss wie der erste, damit man seine Hörer ja nicht überfordert) und setzt noch einen nach. Das alles in der Hoffnung, schnell noch etwas Extra-Kohle aus dem Ganzen herauspressen zu können, bevor die Eintagsfliege wieder stirbt. Nicht schön, aber so ist das Business.

Ich mach es hier aber nicht anders. Weil ich nun weiß, dass der Bericht über das MD-441 so ein Erfolg war, nehme ich dies zum Anlass, mich wieder damit zu beschäftigen :-)

Auslöser war aber eigentlich Gustav.

Gustav war einer der 1642 Leser meines MD-441-Berichts. Er war davon so begeistert, dass er mich daraufhin anschrieb und mir zwei MD441-U3 unbekannten Zustands anbot. Ich versprach eine faire Begutachtung der Mikrofone und daraufhin eine ehrliche Diskussion des Kaufpreises.

Genauso haben wir es gemacht: Gustav schickte die beiden MD441-U3 in guter Verpackung, ich nahm sie in Empfang, schraubte sie auf und schaute mal hinein. So entstand dieser Bericht.

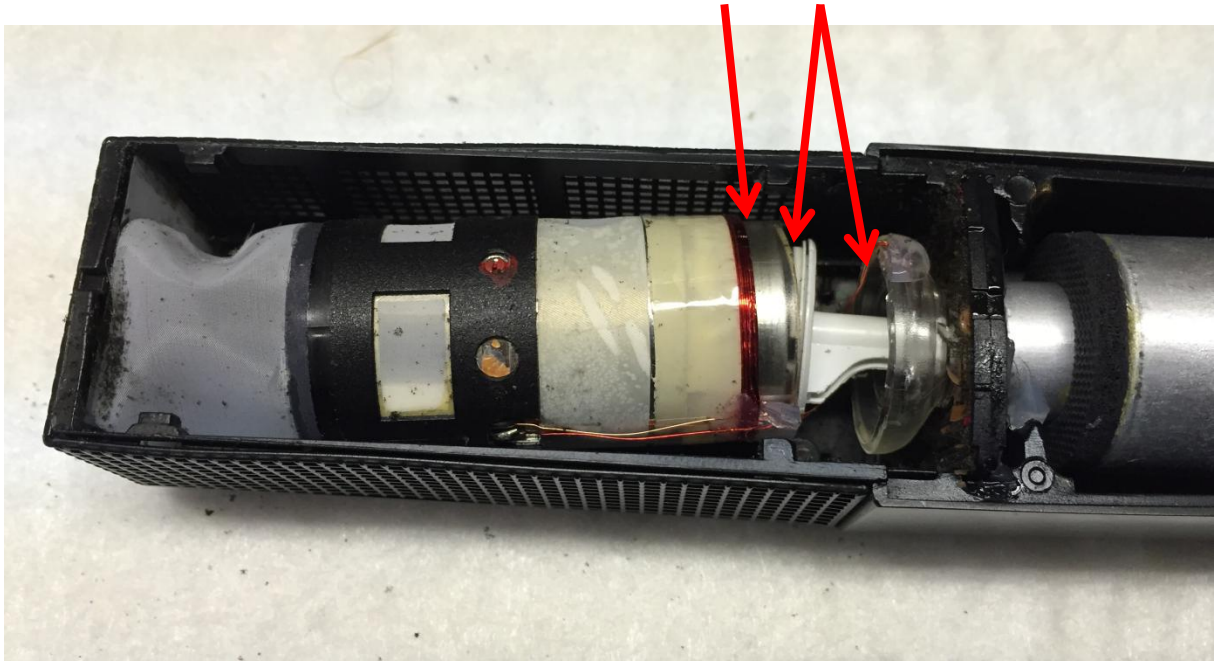
Das hier schickte ich Gustav:

Quick-Check der Mikrofone von Gustav

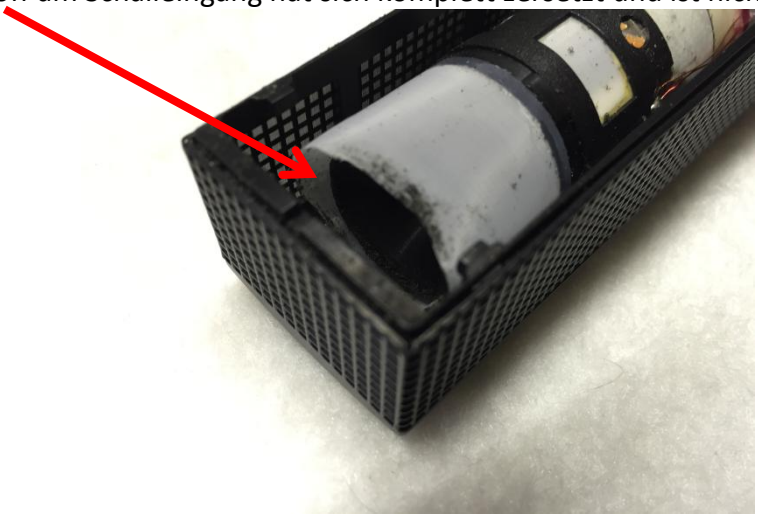
Mikrofon Nr1

Hier eine kurze Bilderserie beim Auseinanderbauen der beiden MD441 Mikrofone. Zuerst Mikrofon Nr.1. Also das, wo man schon beim Schütteln merkt, dass was nicht in Ordnung ist.

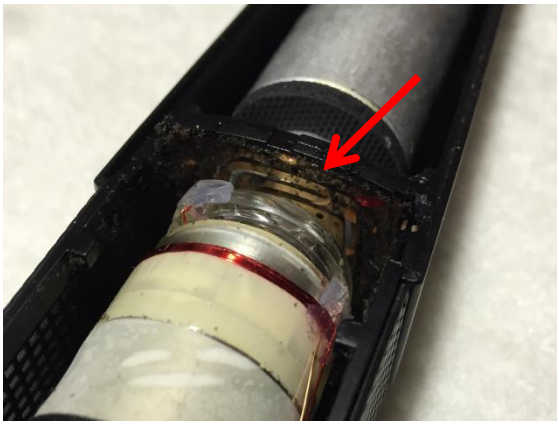
Der Grund ist einfach: der Schallwandler hat sich komplett gelöst und ist sogar aufgebrochen.



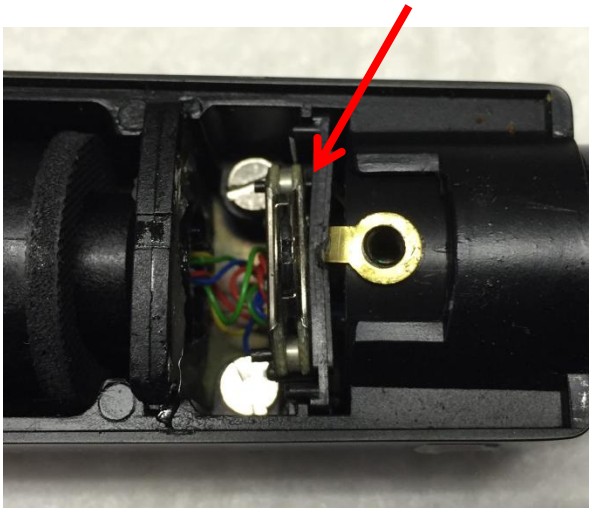
Der Schaumstoff am Schalleingang hat sich komplett zersetzt und ist nicht mehr vorhanden.



Die Brösel dieses Schaumstoffs findet man aber immernoch überall im Mikrofon... ;-)



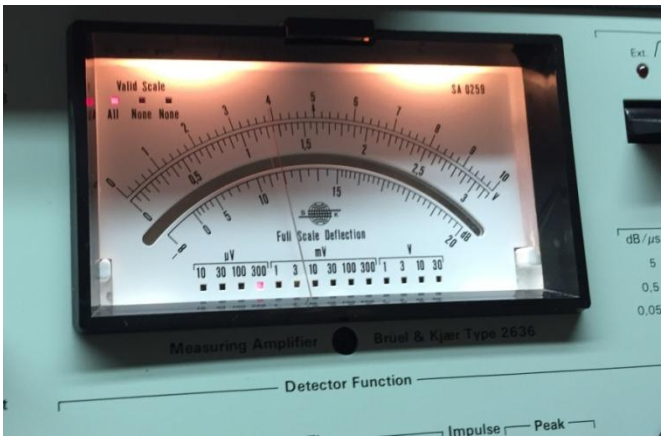
Das Mikrofon muss starke Schläge abbekommen haben. Schallwandler inklusive Elektronik müssen extrem stark hin- und hergeschlagen haben, so das s sie sogar an den Schalter angestoßen sind und ihn verbogen haben:



Das Schlimmste ist jedoch der Schallwandler. Der ist wirklich komplett auseinandergebrochen und muss neu zusammengesetzt und geklebt werden.

Komplett überraschend ist jedoch: wenn man mit einem Schallkalibrator dort 94dB(A) einspeist...

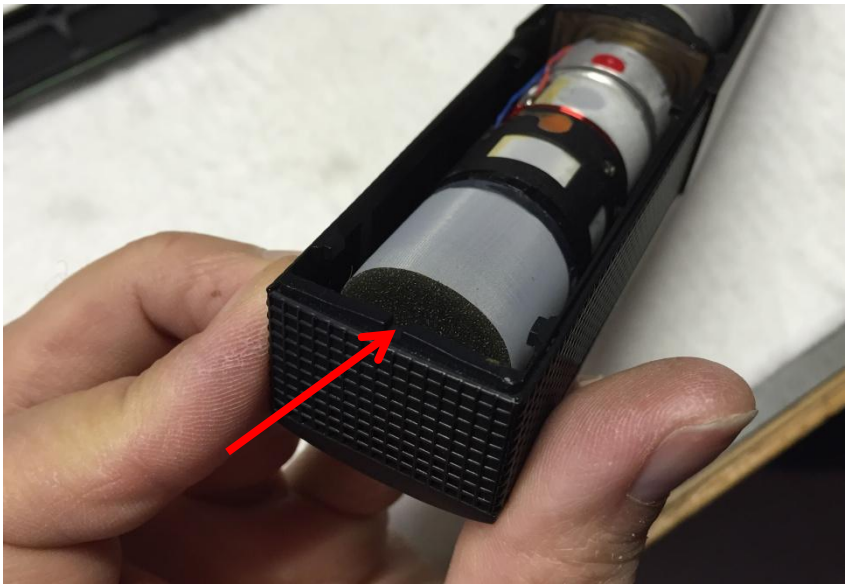
...kommt tatsächlich noch was raus! Mit etwa 120µV zwar nur die Hälfte von dem, was ich von Messungen von damals kenne, aber immerhin....Vielleicht ist da noch was zu retten! :-)



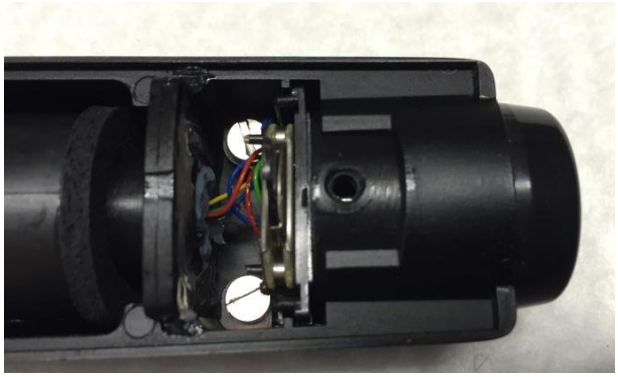
Mikrofon Nr.2

Mikrofon Nr.2 ist der Hammer! Es sieht von innen noch tadellos aus!!

Sogar der Schaumstoff vorne sitzt noch dort, wie er hingehört:

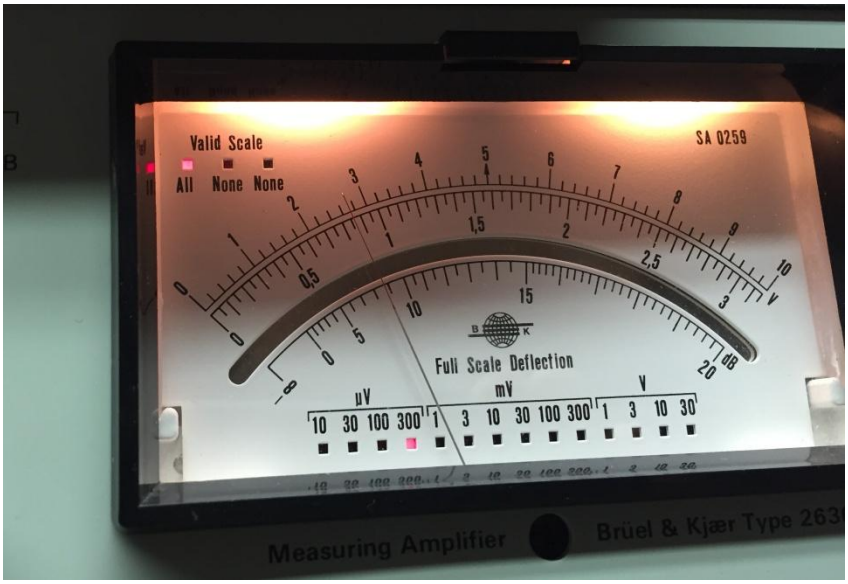


Der Schalter ist bei diesem Mikrofon auch noch gerade... gut! :-)



Nun noch der Schalltest...

Auch hier wieder nur sehr geringe Spannungen (90µV).



Zum Vergleich: bei meinen damaligen Reparaturen hatte ich bei diesem Test Werte von 225µV:

Allerdings war das auch eine andere (ältere) Mikrofonserie (silber, nicht schwarz wie Deine). Es ist gut möglich, dass die deutlich geringeren Ausgangsspannungen vielleicht sogar normal sind.

4 Wiederaufbau

Nun, damit begann alles. Gustav freute sich darüber, dass seine alten Mikrofone nun noch so viel Beachtung bekommen und ich freute mich, mit etwas Geschick bald zwei weitere MD-441 in meine Mikrofonsammlung aufnehmen zu können, die ich z.B. in der Bigband sehr erfolgreich und mit Begeisterung für die Trompeten einsetze.

5 Befundung

Was also gab es zu tun?

Einen zerbrochenen Schallwandler eines MD441 wirft man nicht einfach so weg. Erst recht nicht, wenn die Schwingspule noch in Ordnung zu sein scheint. Auch wenn es möglich ist, dass man die akustischen Eigenschaften vielleicht nicht mehr 100%ig so hinbekommt wie bei einem nagelneuen Mikrofon, so wird man dennoch einen Reparaturversuch unternehmen. Und genau das werden wir nun auch tun: wir werden zuerst den Schallwandler kleben.

Abbildung 5: zerbrochener Schallwandler

Dann kümmern wir uns um den zersetzten Windschutz-Schaumstoffs im Schallwandler-Eingang. Dann kommt das Richten des Schalters. Und natürlich eine gründliche Säuberung.

Damit wir wissen, ob sich das Putzen lohnen wird, beginnen wir mit dem Schlimmsten: dem Kleben des Schallwandlers!

6 Kleben

Wir erkennen, dass der Schallwandler wirklich gebrochen ist. Also nicht nur an einer Stelle auseinandergefallen, wo man ihn wieder zusammenstecken kann, sondern es geht um die Klebung einer richtigen Bruchstelle. Bei sowas habe ich gute Erfahrungen mit 5-Minuten-Epoxy gemacht, das man in zwei Fläschchen bekommt, im Mischungsverhältnis 1:1 anrührt und mit einem kleinen Zahnstocher (o.ä.) auf die Klebestelle aufträgt. Nach einer in Ruhe durchgetrockneten Nacht entsteht so eine belastbare, aber trotzdem -in gewissen Grenzen- elastische Verbindung.

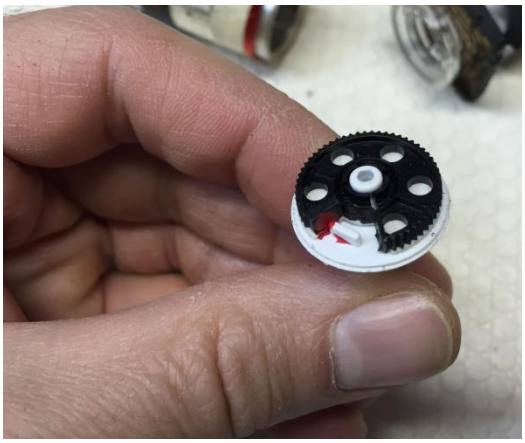


Abbildung 6: das gehört da irgendwie rein... ;-)

Bevor ich den Schallwandler klebe, habe ich jedoch zuerst ein Innenteil wieder einzustecken, das an sowas erinnert wie eine Lochscheibe, das auf einen Strohhalm gesteckt ist. Ich bin nun wirklich kein Experte in Mikrofonakustik, aber für mich sieht das irgendwie aus wie ein akustisches Abgleichelement. Das Unterteil besteht aus einer gelochten Scheibe, die man mit dem Oberteil zur Deckung bringen kann, wenn man es vorsichtig dreht. Und drehen soll man es können, denn ein Tropfen Schraubensicherungslack zeugt davon, dass man hier tatsächlich einmal irgendwas abgeglichen/eingestellt/justiert hat und dann mittels dieses Sicherungslacks in dieser Position fixiert hat. Glücklicherweise lässt sich die ursprüngliche Position anhand der Lackreste noch zweifelsfrei feststellen, so dass ich die beiden Scheiben zueinander wieder so verdrehe, dass die damalige Einstellung wieder erreicht wird und dann einen Tropfen 5-Minuten-Epoxy auf den Rand tropfe.

Abbildung 7: so sieht die Gegenseite aus

Das so justierte Abgleichelement stecke ich wieder in das kleine Aluminiumtönnchen hinein. Dabei achte ich darauf, dass ich den -über die Zeit herausgezupften- Kupferlackdraht wieder ordnungsgemäß in das Alu-Tönnchen zurückstecke und dann erst das Abgleichelement so einstecke, dass der Kupferlackdraht richtig liegt. Das Abgleichelement hat dafür nämlich extra eine kleine Führung entlang des Strohhalms, in die man den Draht legen muss. Ein wenig Frickelarbeit -zugegeben- aber mit etwas Geschick problemlos machbar.

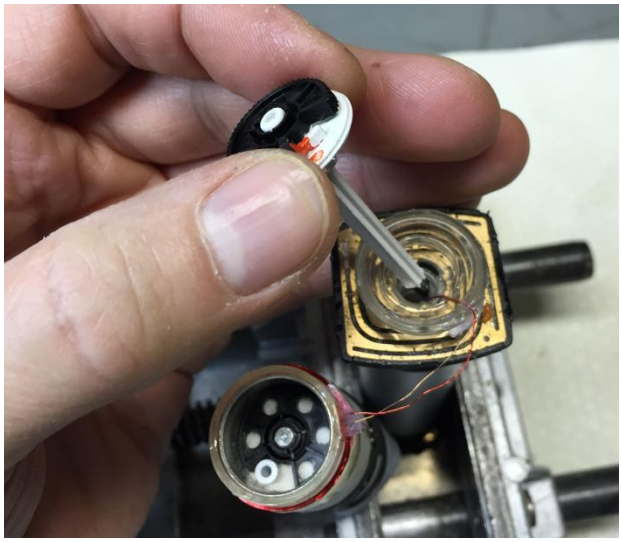


Abbildung 8: da kommt es wieder hinein...

Sobald das Abgleichelement wieder eingesteckt ist, bestreichen wir die Bruchkanten am Schallwandler ebenfalls mit etwas 5-Minuten-Epoxy und fügen das ganze Teil dann wieder zusammen.

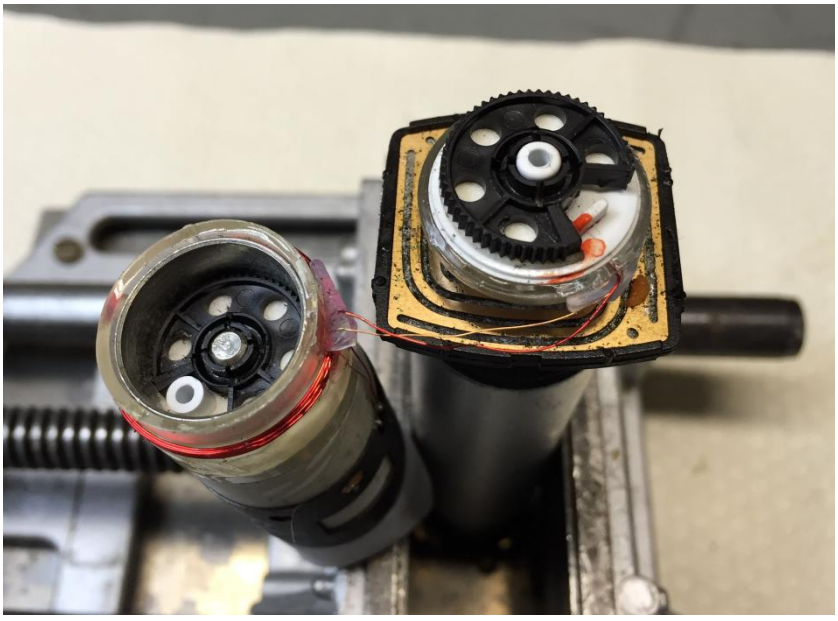


Abbildung 9: jetzt kann geklebt werden!

Ich habe alles in einen Schraubstock gestellt, damit die Klebung in Ruhe aushärten kann. Eine vorsichtig oben auf den Schallwandler gestellte Tasse (eine leere natürlich ;-) sorgt für den notwendigen Anpressdruck für die Klebung. Außen herum pinsele ich auch noch etwas 5Minuten-Epoxy, so dass die Bruchstelle nun auch noch von einer Art "Klebstoffraupe" umschlossen wird. Viel mehr Mühe kann man sich eigentlich nicht machen, ich habe ein ganz gutes Gefühl bei der Sache!*

Abbildung 10: Klebung mit "Tassenbeschwerer"

* Zu Unrecht, aber lest selbst ;-)

7 Trocken

Am nächsten Morgen scheint die Arbeit geglückt. Zumindest mechanisch. Der Schallwandler gibt sich wieder als eine kompakte Einheit und schwingt sehr schön zwischen den beiden Federelementen hin und her.

Das ermutigt, so dass ich mir gleich überlege, wie ich die akustischen Eigenschaften überprüfen könnte.

8 Akustische Prüfung

Das akustische Testen von Mikrofonen gehört vermutlich zu dem Schwierigsten, was die NF-Technik zu bieten hat. Ich erinnere mich an ein Praktikum in der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig, wo ich im Akustiklabor mit einem alten HP-Rechner ein Steuerprogramm für eine Mikrofon-Messanlage geschrieben habe und dort mit deren Hallraum in Berührung kam, der die für akustische Messung von Schalleistung genutzt wurde.

Ich weiß noch, dass man dort Messmikrofone an verschiedenen Positionen im Raum verteilt hatte, die alle mit einem elektronischen Umschalter auf einen Audio-Analyzer schaltbar waren. Im Raum selbst wurde eine (oder zwei) NF-Rauschquellen aufgestellt (entgegen Eurer Erwartung war das keine elektronische, sondern eine Art schnell drehender, mechanischer Ventilator!). Der sich nun im Raum verteilende Schall wurde durch die vielen schallharten Oberflächen hin- und hergeworfen, so dass man innerhalb des Raumes damit ein möglichst homogenes, weitestgehend ortsunabhängiges NF-Rauschen erzeugen konnte. Unterstützt wurde das durch einen riesigen Diffusor, der sich in der Mitte des Raumes drehte und der ein wenig an ein landendes Ufo erinnerte (siehe Abbildung 12). Der sollte vermutlich stehenden Wellen den Garaus machen.

In diesem Zusammenhang darf ich vielleicht auch stolz erwähnen, dass mein Opa Kurt "Kulle" Karasch, von dem ich sicherlich den Initialtrigger zu meinem Elektronik-Hobby bekam, maßgeblich an dem in diesem Labor verwendeten Schall-Diffusor mitgearbeitet hatte. Nun gut, das ist jetzt vielleicht schon gut und gerne 30 oder 40 Jahre her (und bestimmt hat die PTB inzwischen was Neueres gebaut), aber spannend finde ich den Gedanken, dass mich dieses Projekt wieder ein Stück weit in die Vergangenheit führt, trotzdem.

Abbildung 11: mein Opa Kurt "Kulle" Karasch mit meiner Oma (rechts: früher; links: ganz früher:-)

Und wo wir gerade bei "alten Geschichten" sind: der mich damals betreuende Ingenieur war Heinrich - und meine Google-Recherche ergab, dass es den tatsächlich noch immer im "Inventar" der PTB gibt. Fragt mich nicht, wie es mir gelingt, mich an den Namen meines Praktikumsbetreuers nach über 25 Jahren zu erinnern, während ich beim Tanken schon die Zapfsäulennummer beim bloßen Weg bis zur Kasse vergesse. Mein Gehirn arbeitet eben etwas anders, aber dafür habe ich Euch ja schon des Öfteren Beweise geliefert ;-)

Übrigens: wenn man heute auf die offizielle homepage der PTB geht (www.ptb.de), sieht man so einen Schall-Diffusor immernoch:

Abbildung 12: Internet-Auftritt der PTB unter www.ptb.de

Quelle: www.ptb.de

Ich bin mir nicht sicher, ob das noch immer der Diffusor ist, den mein Opa damals mit gebaut hatte (vermutlich ist das im Bild bereits ein neuerer), aber so ähnlich sag das Ding auch aus!

9 Mein Aufbau

Heinrich werden nun die (verbleibenden ;-) Haare zu Berge stehen, wenn er jetzt sieht, was ich hier nun mache. Aber innerhalb der mir zur Verfügung stehenden Möglichkeiten muss ich jetzt improvisieren. Die damals gelernten Begriffe wie "Nah- und Fernfeld", "Diffusfeld", "Druckgradientenenempfänger" usw. muss ich mich nun zwingen, weitestgehend zu ignorieren, denn hier zu Hause habe ich weder einen Hallraum, noch könnte mir Opa Kurt noch beim Bau mechanischer Konstruktionen helfen, um z.B. das Gästeklo für diesen Zweck kurzfristig umzubauen.

Abbildung 13: Messaufbau für Arme

Ich mache hier einen vergleichenden Test zwischen drei MD-441 und einem Brüel&Kjaer Referenzmikrofon 4165. Der Aufbau ist simpel: ein NF-Generator liefert mir rosa Rauschen in einem Frequenzbereich von ca. 20Hz..20kHz. Dieses Signal gibt eine ganz einfache Aktivbox in Zimmerlautstärke wieder.

Mein zu prüfendes Mikrofon lege ich auf eine Auflage (=Mikrofonkoffer) und schiebe es so dicht an die Aktivbox heran, dass es mit seiner Schalleintrittsöffnung gerade an die Lautsprecherbespannung der Aktivbox anstößt.

Direkt daneben lege ich das Brüel&Kjaer Referenzmikrofon, um das mich nun sicher viele der Leser beneiden werden :-)

Beide Mikrofonsignale enden in einem Brüel&Kjaer 2144 Realtime Analyzer, für den man vor gar nicht allzulanger Zeit sogar seinen eigenen Ehepartner verkauft hätte.

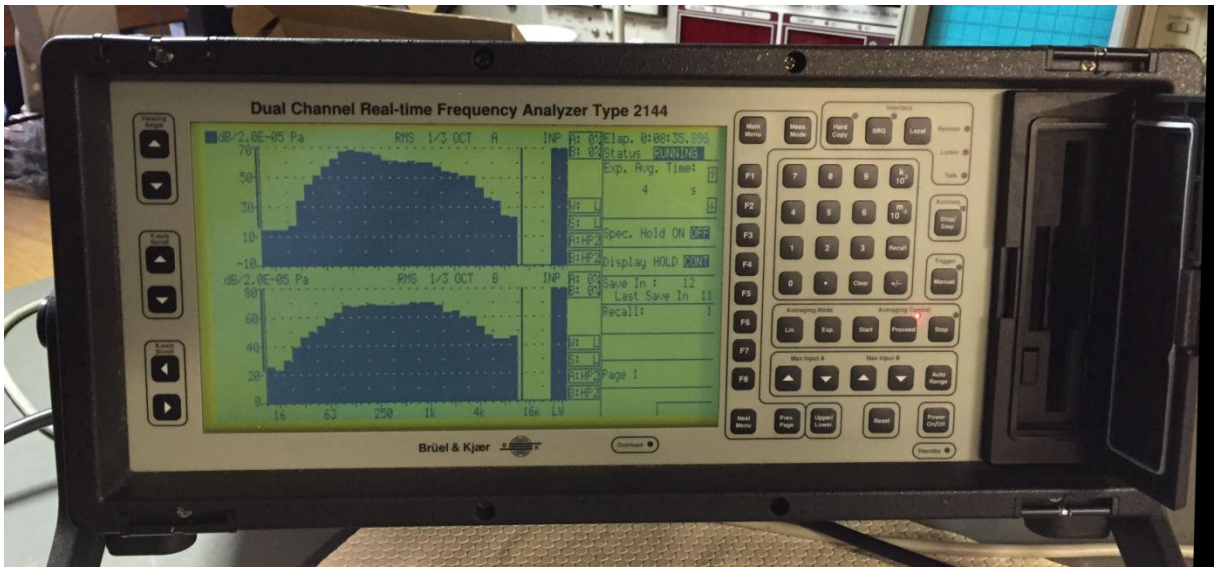


Abbildung 14: Brüel&Kjaer 2144 Realtime-Analyzer

In Zeiten heutiger Computertechnik lockt das Teil wohl kaum mehr eine Amöbe aus dem Zottelfell unserer Hauskatze hervor, aber damals war ich mit dem Teil der König.

Trotzdem ist der 2144 auch heute noch ein sehr nützliches Instrument, wenn es um Schallmessungen geht. Als standalone-Gerät bin ich Computerunabhängig und muss mich auch nicht über irgendwelche Updates oder amok laufende Virenscanner ärgern. Einfach einschalten und Messungen haben. Schööööööööööööööööööön !

Aber was sehen wir denn da oben in Abbildung 14?

Die untere Bildschirmhälfte zeigt das vom Referenzmikrofon aufgenommene Schallsignal meiner Aktivbox. Wir sehen, dass es in gewissen Grenzen (ca. 100Hz..2kHz) sogar einigermaßen linear verläuft. Das hätte ich nicht erwartet!

Das obere Diagramm zeigt ebenfalls dasselbe Rauschspektrum, allerdings diesmal von Gustavs heilem MD441-U3 aufgezeichnet. Deutlich zu erkennen ist die etwas "basslastige" Auslegung bei ca. 80Hz. Ansonsten aber sehr ähnlich zum Diagramm des B&K Referenzmikros.

Okay, nun haben wir für diesen abenteuerlichen Messaufbau erstmal einen Vergleichswert.

Probieren wir also mal das geklebte MD441-U3 aus.

Oha!

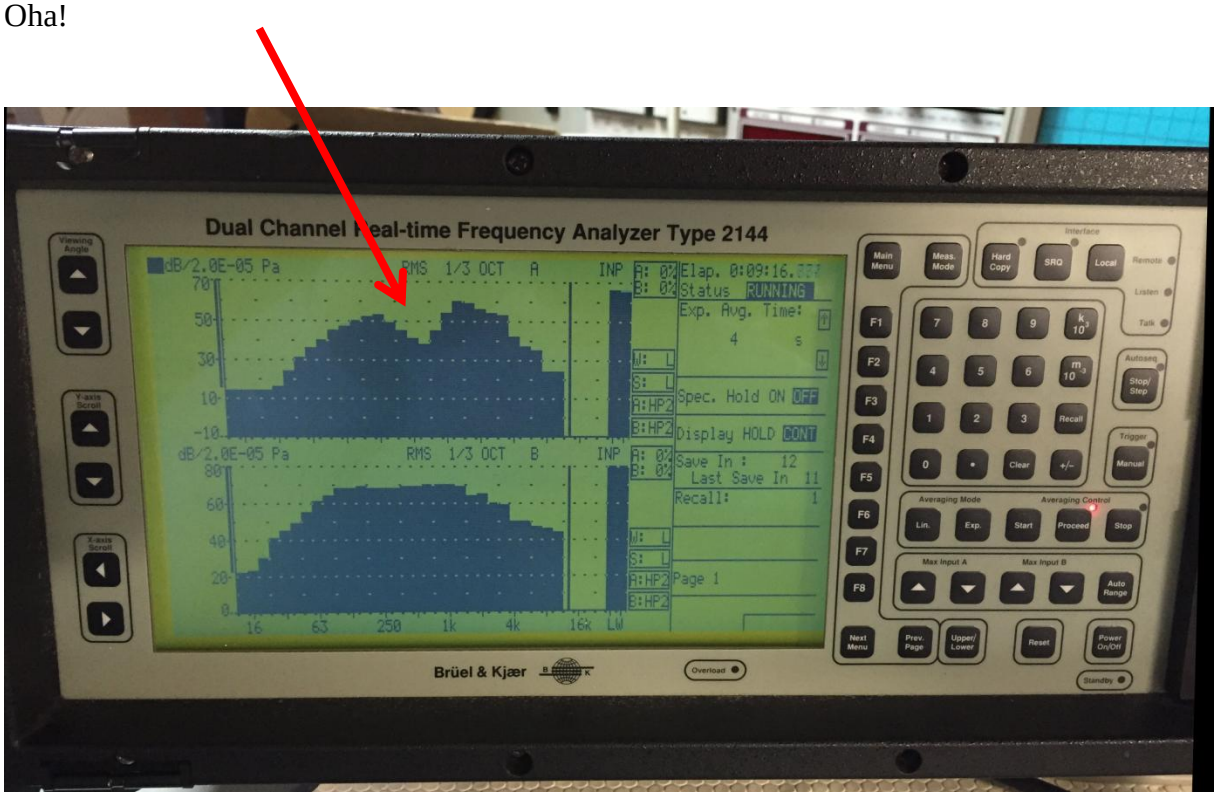


Abbildung 15: der geklebte Schallwandler überzeugt (nicht)

Das ist harter Tobak!

Gegenüber dem heilen MD441-U3 von Gustav sehen wir hier eine dicke Delle bei etwa 630Hz mit bis zu 20dB Pegeleinbruch.

So ein Mist.

Reparatur misslungen?

Bis jetzt sieht es fast so aus.

Abbildung 16: der "schicke Siegmund"- ein MD441-U

10 Vergleich

Nun ist es ja so, dass ich noch ein weiteres MD441 besitze; nämlich ein MD441-U. Das ist zwar noch etwas älter (hat ein silberfarbenes Gehäuse), dafür stammt es aus Erstbesitz und hat sogar noch das originale Frequenzgang-Einmessungs-Zettelchen mit dabei. Gekauft habe ich es mal von Siegmund, unserem Dirigenten der Bigband, daher nenne ich dieses Mikrofon nun "den schicken Siegmund". Der schicke Siegmund ist in der Bigband mein Lieblings-Trompetenmikrofon.

Ich mache mit Siegmund denselben Test wie anfangs mit dem geklebten und heilen Gustav. Und siehe da:

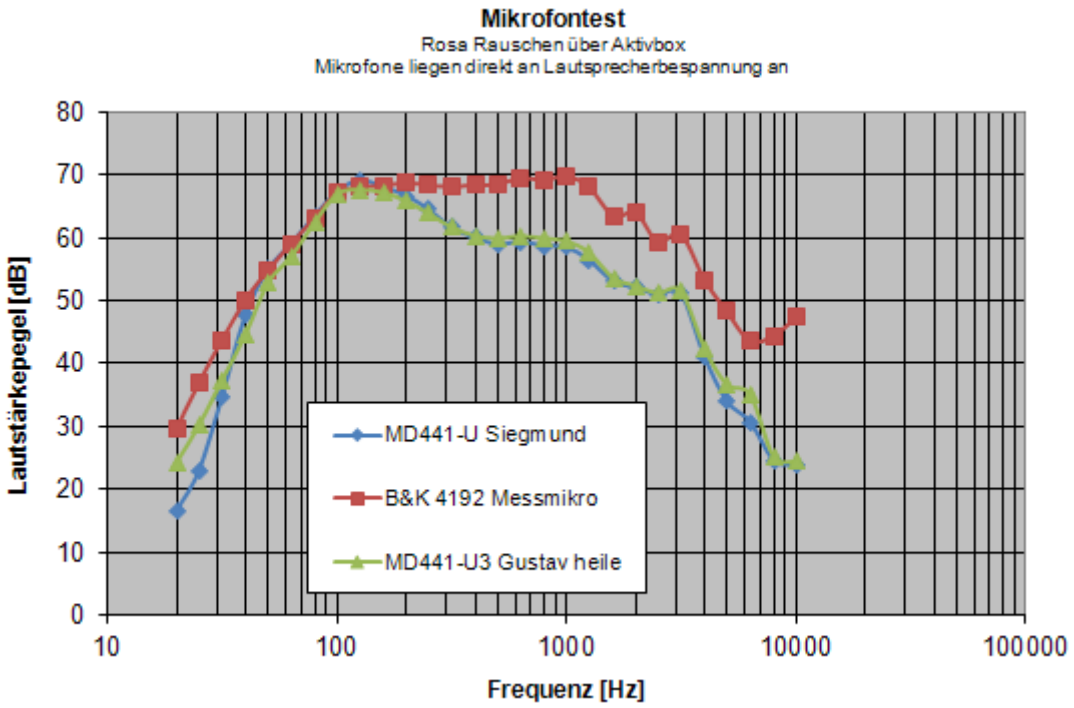


Abbildung 17: zwei MD441 sind sich einig!

Das wird jetzt Heinrich freuen, denn eine solch schöne Übereinstimmung zweier Mikrofone an diesem hemdsärmlig zusammengeschusterten Messaufbau hätte bestimmt auch er nicht erwartet!

Fazit: der "heile Gustav" und der "schicke Siegmund" verhalten sich nahezu identisch! Heißt aber auch im Umkehrschluss: beim "geklebten Gustav" reden wir wirklich noch über ein Problem und nicht über eine "Chargenstreuung"!

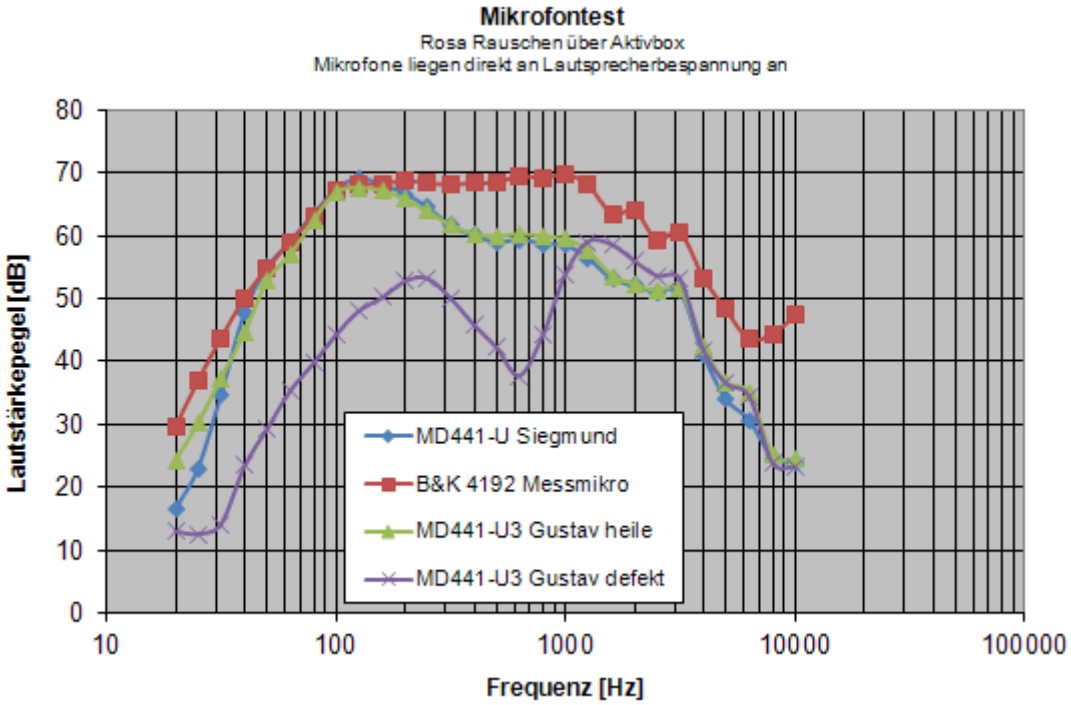


Abbildung 18: der geklebte Gustav fällt enorm aus dem Rahmen (violett)

Hier gibt es wohl kaum noch was zu deuteln. Entweder ist die Klebung des Schallwandlers komplett in die Hose gegangen (lila Kurve) oder das Mikrofon hat noch irgendein Problem, das ich noch nicht gefunden habe.

Auf jeden Fall eröffnet mir das eine tolle Möglichkeit:

Aufschrauben, den "hin" isses ja eh schon!

:-)

11 Filterschaltung?

Aber bevor ich mich an das Öffnen des Schallwandlers mache, müsste ich eigentlich erst eine andere Fehlerquelle ausschließen: die elektronische Filterschaltung!

Leider. Aber wir werden den Schallwandler noch aufmachen. Versprochen!

Die MD441-U3 Version hat einen kleinen Schalter, mit dem man zwischen "Flat" und "Hochpass" wählen kann. Das ist eigentlich nur eine elektronische Filterschaltung, aber auch die könnte ja defekt sein durch die harten Stöße des Schallwandlers.

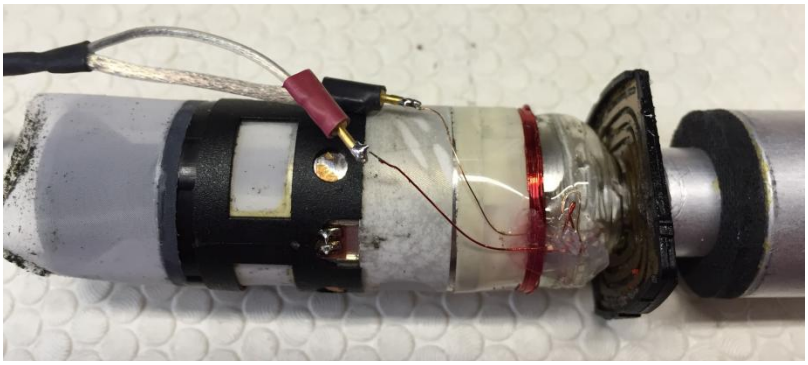


Abbildung 19: am Schallwandler einspeisen

Die Überprüfung ist jetzt einfach- da elektrisch (und nicht akustisch)!

Wir löten vorne die Schwingspulenanschlüsse ab und speisen stattdessen -in Richtung Ausgangsbuchse- satte 10mVeff ein. Am Ende überprüfen wir den Ausgangspegel an der XLR-Buchse und sweepen den Frequenzbereich durch. Für meinen Rohde &Schwarz UPL Audioanalyzer eine Sache von nur wenigen Sekunden.

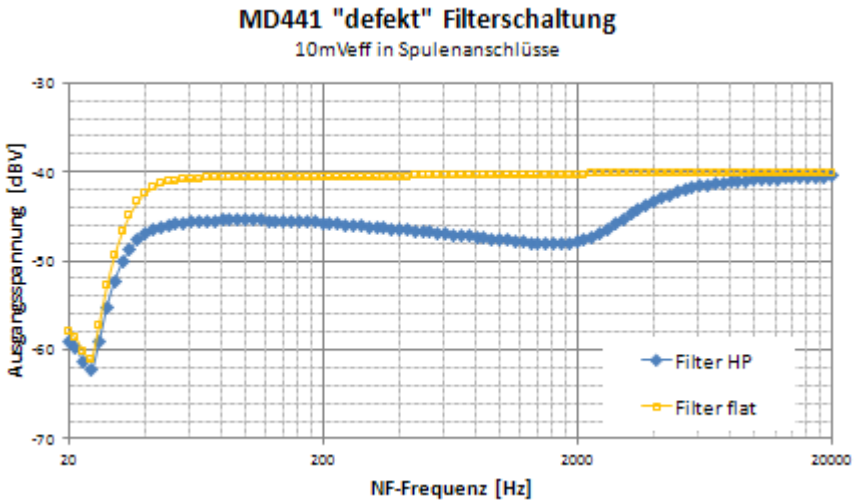


Abbildung 20: nix zu meckern: die Filterschaltung

In Stellung "flat" erkennen wir -erwartungsgemäß- einen schönen linearen Frequenzgang. In Stellung "HP" sehen wir eine deutliche Bassabsenkung, die ab etwa 2kHz bereits voll wirkt und knappe 10dB Absenkung erzeugt.

Also- für mich sieht das in Ordnung aus. Ich glaube nicht, dass die Filterschaltung defekt ist. Der Fehler für Gustav's Beule bei 630Hz muss woanders liegen.

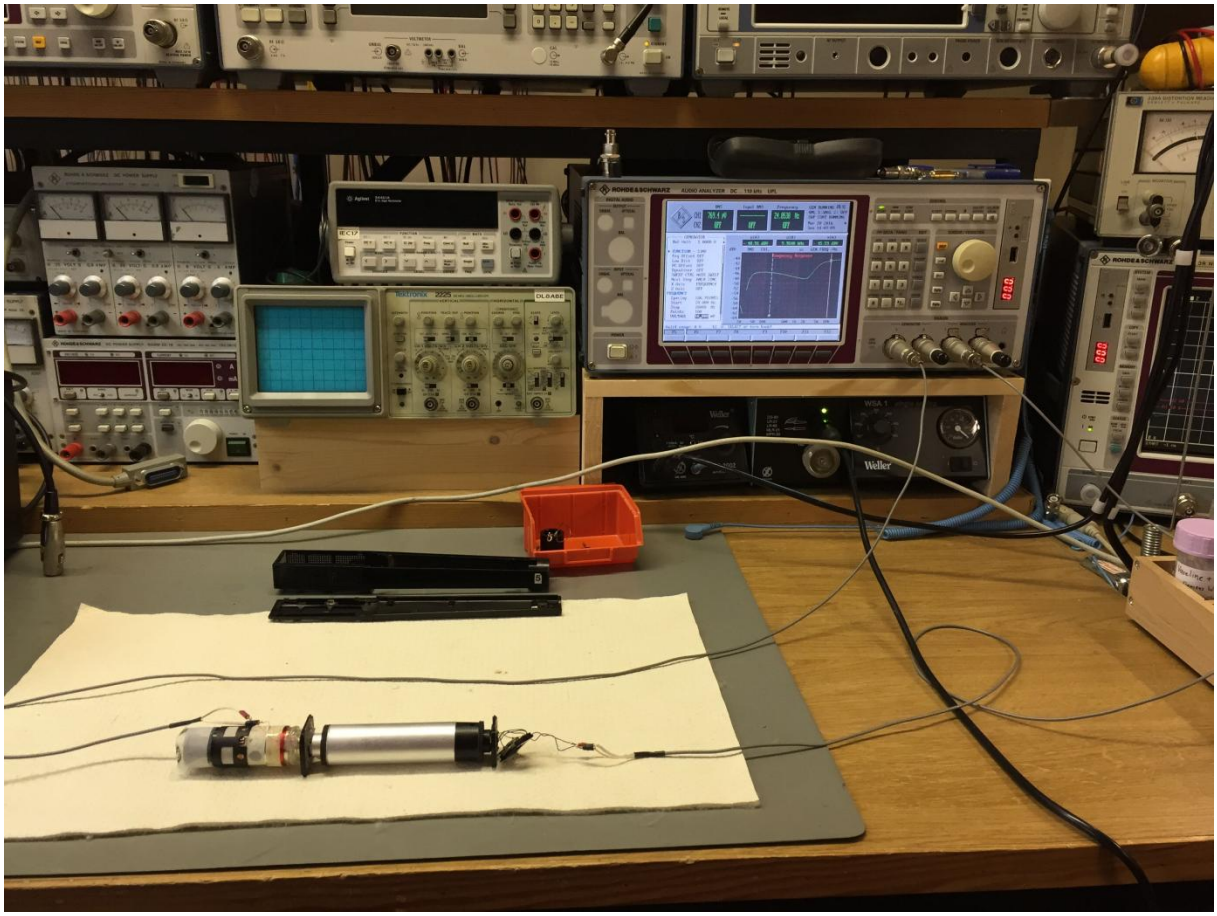


Abbildung 21: Messaufbau mit R&S UPL

12 Operation "Schallwandler"

Sehr gut, denn nun betrete ich Neuland. Und auch im Internet habe ich bislang nur eine einzige Quelle gefunden, die das, was ich jetzt vorhabe, schonmal fotografiert hat: den Schallwandler auseinanderbauen!

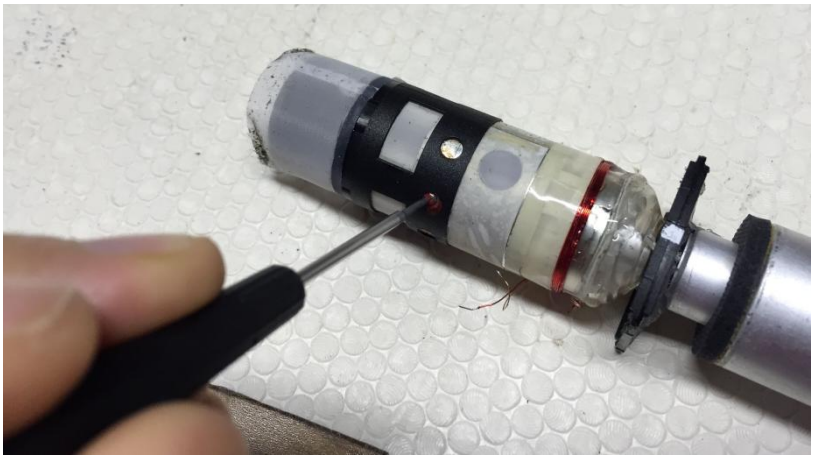


Abbildung 22: Madenschräubchen raus

Entgegen der Aussage des MD441 Service Manuals kann man auch den alten Schallwandlertyp auseinandernehmen. Wenn man die beiden Spulenanschluss-Drähte schon abgelötet hat, dreht man nur noch die beiden kleinen Madenschrauben heraus und schon ist der Weg frei!

Abbildung 23: winzige Madenschraube!

Die eigentliche Hürde dabei ist wohl, dass man es sich traut. Zum Abziehen der vorderen Kapsel vom Schallwandler braucht man ganz schön Kraft und wenn man bedenkt, dass das MD441 derzeit einen Listenpreis von 950Euro hat, ist man eher geneigt, Vorsicht walten zu lassen als "hau-ruck."

Man braucht diesmal aber Hau-Ruck!

Hauuuuuu.....

Abbildung 24: Abziehen der Kapsel vom Schallwandler

...ruck!

Abbildung 25: geschafft!

So, es ist vollbracht. Wir haben erfolgreich die Spulenkapsel vom Schallwandler abgezogen. Das ging deshalb so schwer, weil wir hier gegen einen sagenhaft starken Magneten ankämpfen müssen, in den die Schwingspule natürlich eingebettet ist.

Schwingspule?`

Wo ist denn hier eine Schwingspule?

Da! Das kleine, runde, hellbraune Ding da:

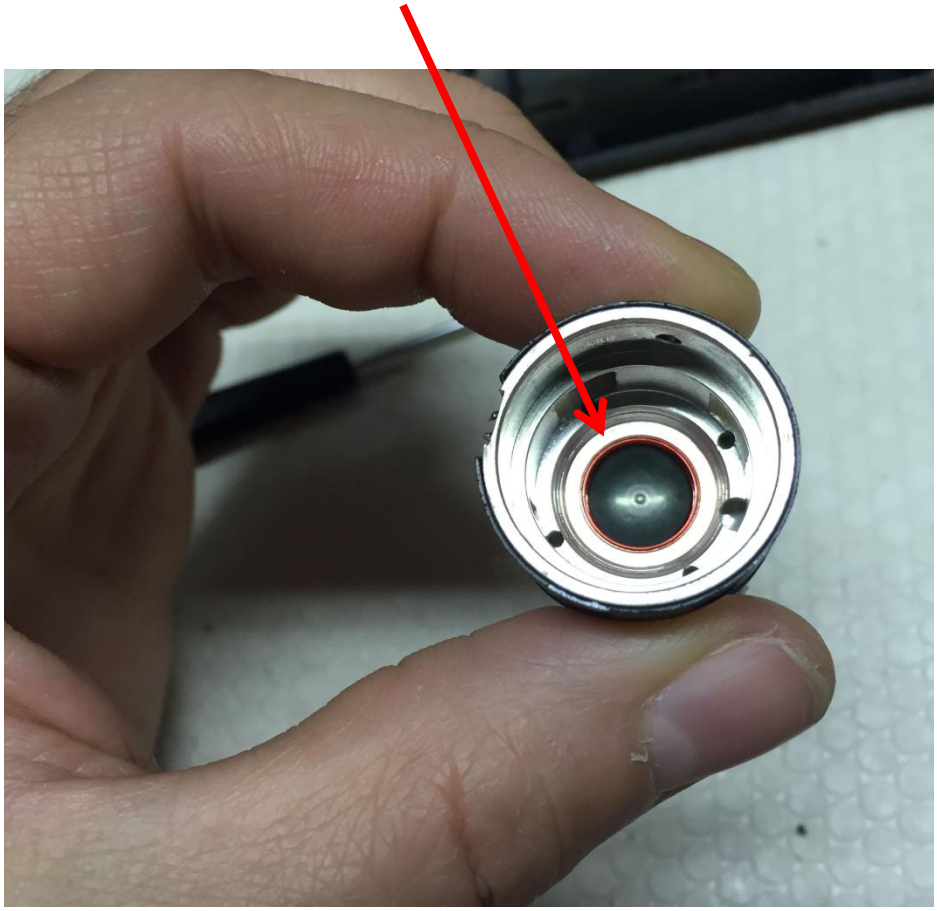


Abbildung 26: Schwingspule

Das in der Mitte scheint die Membran zu sein, die die Schallwellen aufnimmt und auf die Schwingspule überträgt, so dass sie dort -infolge des starken Magnetfelds- eine kleine Tonspannung induzieren kann.

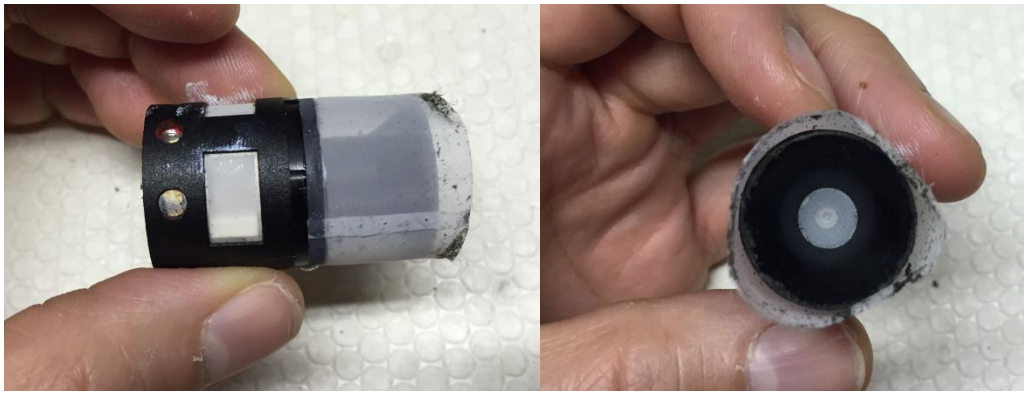


Abbildung 27: Kapsel von der Seite und von vorne

Tja- und nun?

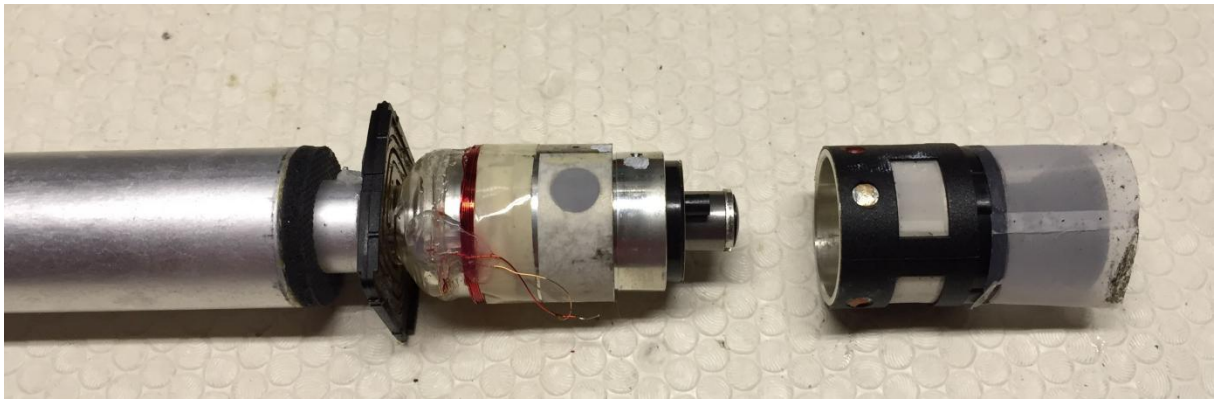


Abbildung 28: offen isses, aber schlauer sind wir trotzdem nicht...

Mir kommt eine Idee. Durch das enorm starke Magnetfeld inspiriert, werde ich mal messen, wie stark es ist. Vielleicht ist das ja ein Grund für den verbogenen Frequenzgang? (Eigentlich nicht, denn ein Nachlassen des B-Felds würde ein generelles Nachlassen der Tonspannung bewirken und wäre nicht frequenz-selektiv).

Egal, wir sind Forscher und Bastler und lernen tun wir trotzdem was.

Ich packe meine neueste Nahkampf-Waffe aus: mein Bell 5180 Magnetfeldmessgerät.

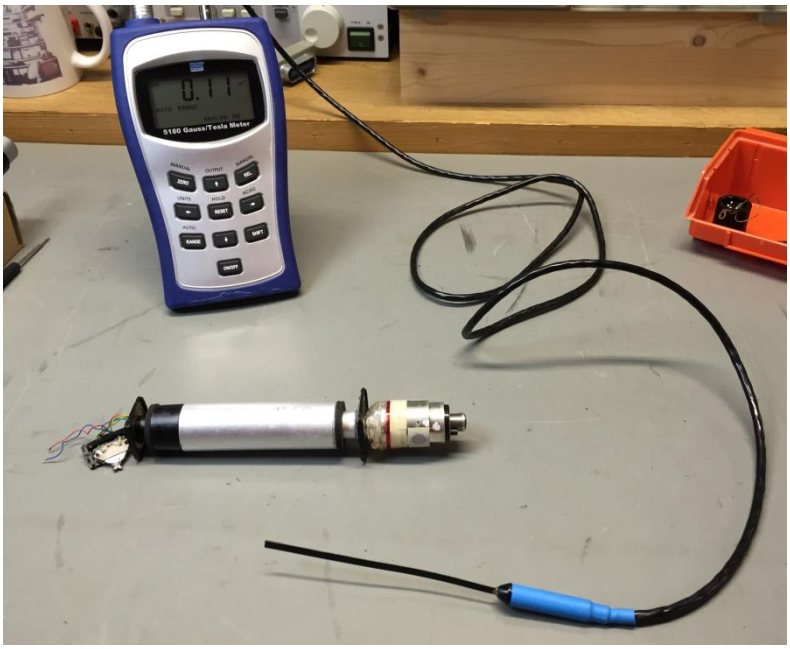


Abbildung 29: Magnetfeldmessgerät

Es besteht aus einem Anzeigegerät und einer Feldsonde, mit der ich nun den Schallwandler abtaste und ausprobiere, wo ich die stärksten Magnetfelder messe.

Aha, auf der Oberfläche sind es 10mT.

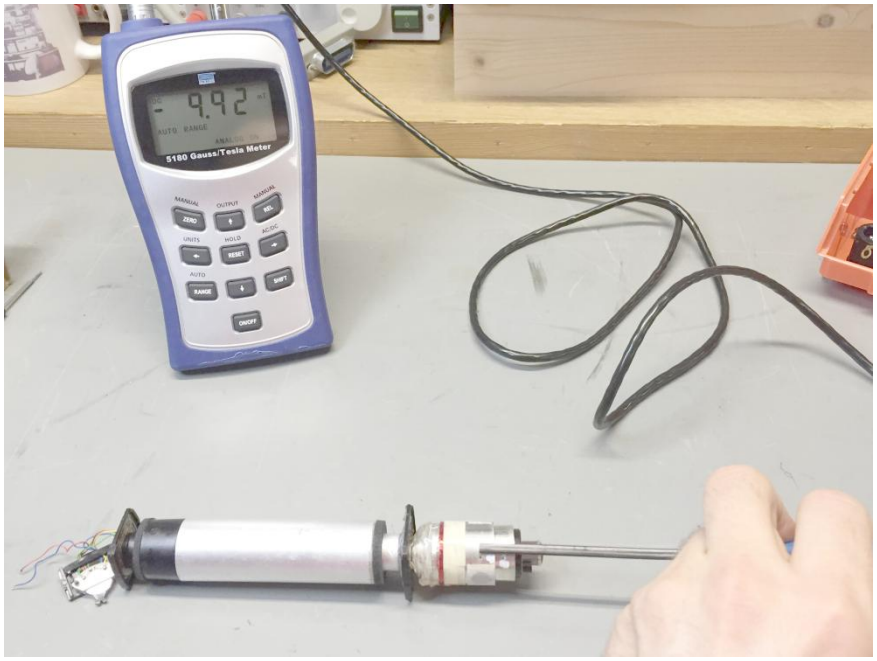


Abbildung 30: Magnetfeldmessung

Das scheint aber noch nicht das Maximum zu sein.

Da vorne messe ich sogar...

Abbildung 31: Abtasten des Schallwandlers

..wow....fast 75mT!

Aber das war noch nicht das Maxium.

Direkt am Kopf des Schallwandlers gemessen (also da, wo die Schwingspule ist),...

Abbildung 32: Maximum gefunden!

..messe ich sogar sagenhafte 150mT!

Leider kann ich nicht sagen, ob das spezifikationsgemäß ist oder als "normal" bezeichnet werden darf. Vielleicht hilft es trotzdem jemandem von Euch, also meinen Lesern, wenn ihr mal einen Vergleichswert braucht. Denn bislang habe ich im Internet noch nichts dahingehend gelesen. Ich vermute also, wir sind hier mit unseren Messungen mal wieder "ganz vorne" mit dabei :-)

Abbildung 33: Zusammenbau

So schön es aber auch war, so richtig als Fehler "gefunden" haben wir nichts. Trotzdem wird es gleich eine Überraschung geben.

13 Unverhofft

Nachdem ich das Mikrofon wieder zusammengebaut hatte, traf ein kleines Päckchen für mich ein. Ich hatte mir einen kleinen Windschutz aus Akustikschaumstoff von ebay bestellt, aus dem ich mir ein Ersatzteil für den defekten Gustav schneiden wollte.

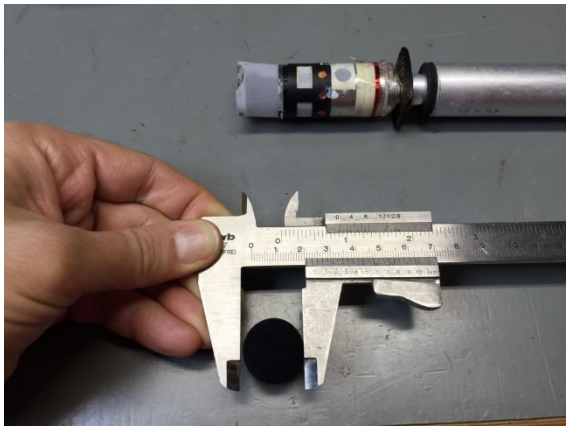


Abbildung 34: Akustikschaumstoff zuschneiden

Grundsätzlich hat das auch funktioniert, so dass ich mir mit einem Sägemesser und etwas Geduld ein passendes Stück Schaumstoff abschneiden konnte.

Abbildung 35: ab is ab

So ganz glücklich war ich damit am Ende nicht, denn das Loch in dieser Windschutzkappe war leider sehr tief gebohrt und daher war der am Ende für mich nutzbare Streifen nur noch sehr dünn.

"Egal", dachte ich jedoch, denn die Hoffnung, den defekten Gustav je wieder in einen heilen Gustav verwandeln zu können, war eh schon dahin, also sollte dies eigentlich nur ein Versuch werden.

Probehalber steckte ich den Schaumstoff auf die Kapsel. Und dann...

14 Ich glaub' es nicht!

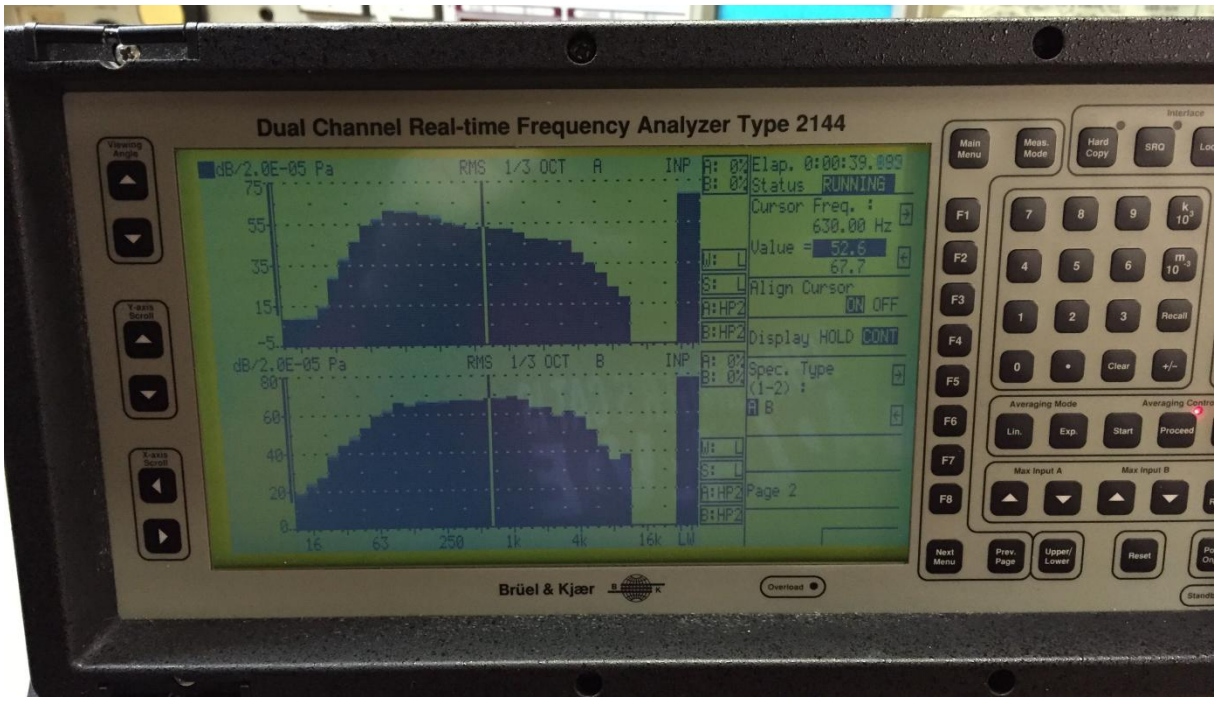


Abbildung 36: die Delle bei 630Hz ist weg!!!

Abbildung 37: das dümmste Gesicht, das ich in diesem Moment machen konnte

15 Was ist hier los?

Das ist das Schöne an diesem Hobby: es überrascht einen immer wieder!

Auf einmal zeigt mir der geklebte Gustav ein Rauschspektrum, das fast genauso aussieht wie das seiner Kameraden! Wo ist die Delle? Was ist hier passiert?

Ich grübele. Zwischen der letzten Messung und dieser hier hatte ich genau zwei Sachen gemacht.

1. Ich habe den Schallwandler zerlegt und wieder zusammengebaut.
2. Ich habe den Windschutz aus Akustikschaumstoff wieder ergänzt

Eine dieser beiden Aktionen muss die Delle im Frequenzgang behoben haben!

Also ganz einfach: nochmal den Schaumstoff raus. Wenn der für die "Reparatur" verantwortlich ist, sollte sich die Delle ja gleich wieder messen lassen.

Glauben kann ich es allerdings nicht. Selbst wenn sich durch das Fehlen des Schaumstoffs eine stehende Welle im Schallwandler ausbilden würde, so läge die Frequenz um etliches höher als 630Hz. Beachte:

$$c = \lambda \cdot f$$

mit c= 343,2m/s (Heinrich weiß diesen Wert vermutlich um etliche Zehnerstellen genauer, aber für unsere Abschätzung hier reicht er) und einer Wellenlänge im Schallwandler von vielleicht 1,5cm erhalten wir

$$f = \frac{c}{\lambda} \approx 22{,}9kHz$$

Also: Akustische Effekte durch stehende Wellen im Schallwandler wären eigentlich bei sehr viel höheren Frequenzen zu erwarten als 630Hz. Aber lassen wir uns überraschen. Rupfen wir den Schaumstoff raus und messen nochmal.

Abbildung 38: Schaumstoff probehalber wieder herauszupfen

Und siehe da:

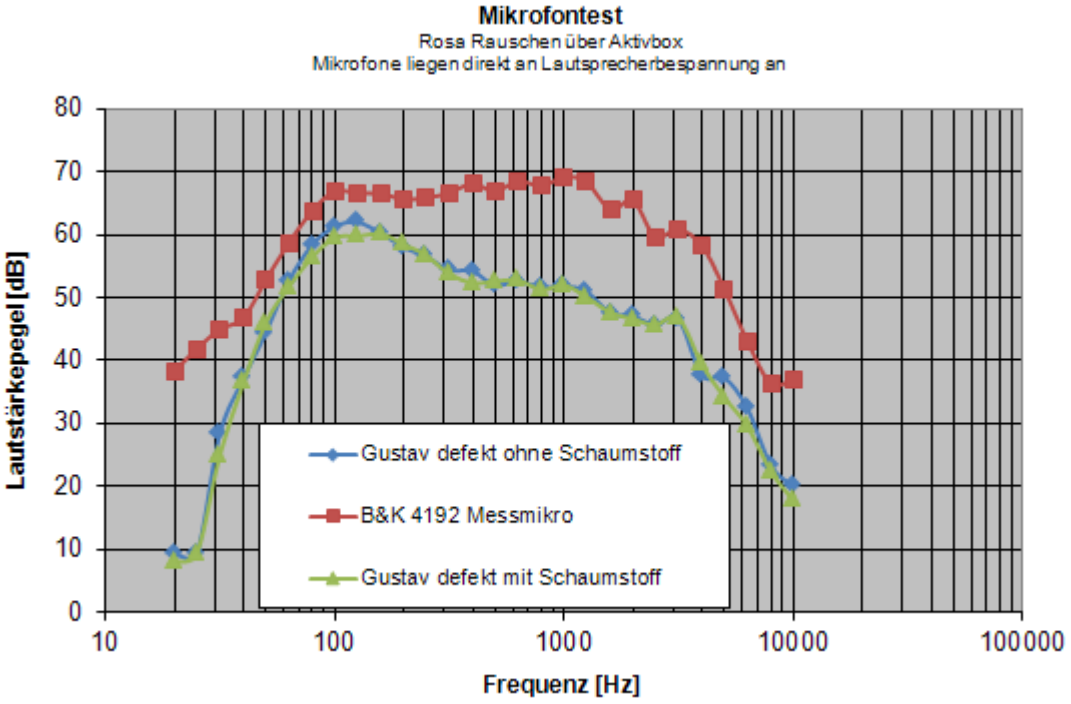


Abbildung 39: der geklebte Gustav mit und ohne Schaumstoff

Wie erwartet: es bringt NIX.

Das bedeutet im Umkehrschluss allerdings: was immer ich auch bei der Demontage des Schallwandlers gemacht habe- es war goldrichtig! Ob ich dabei irgendetwas auseinandergerackelt habe, was sich im Laufe der Zeit vielleicht verklemmt hatte, ob (und das halte ich für wahrscheinlicher) durch den Bruch möglicherweise Dreck und Krümel den Weg bis in die Mikrofonkapselgefunden hatte oder sonstwas passiert ist- ich weiß es schlichtweg nicht!

Mir persönlich erscheint die Annahme des Eindringens von Fremdkörpern in den Schallwandler als relativ plausibel. Insbesondere wenn man bedenkt, wie viele Schaumstoffbrösel in diesem Mikrofon unterwegs waren durch den zerstörten Schaumstoff-Poppschutz. Vielleicht hat irgendein Brösel den Weg in die Mikrokapsel gefunden und war dort immernoch "elastisch genug", dort mechanisch auf die Schwingmembran einzuwirken. Oder einen der vielen Schallkanäle zu verstopfen?

Wie wir auch sinnieren- so richtig herauskriegen werden wir es wohl nicht, warum der geklebte Gustav auf einmal wieder "performt". Aber im Endeffekt kann es mir bald auch egal sein- ich habe damit ein superteures Mikrofon wieder einsatzfähig gemacht und alleine das lohnt sich!

16 Finaler Vergleich

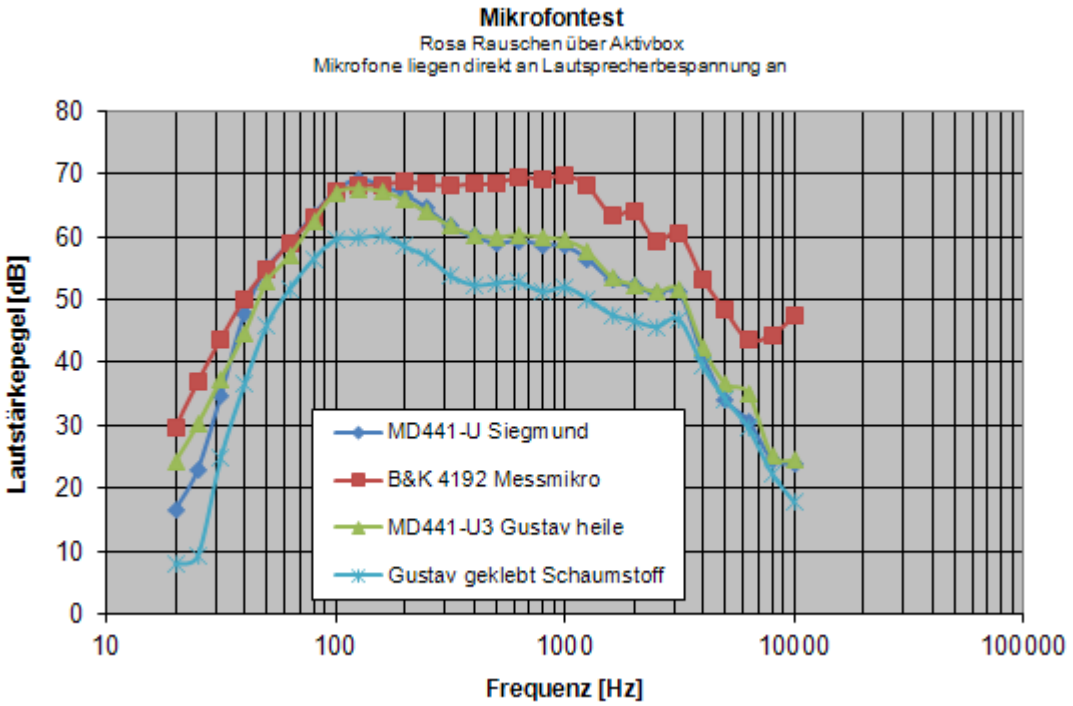


Abbildung 40: Abschließender Vergleich

Im letzten Diagramm sehen wir die Unterschiede zwischen Siegmund, Gustav heile und dem geklebten Gustav. Das Öffnen des Schallwandlers hat offensichtlich die Beule beseitigt und den Frequenzgang wieder genau so hingebogen, wie seine beiden Kameraden es auch zeigen. Der um knapp 10dB geringere Pegel könnte daran liegen, dass die Messungen alle ein paar Tage auseinander lagen und es möglich ist, dass ich nicht immer dieselbe Mess-Stelle an meinem Lautsprecher getroffen habe. Möglicherweise liefern die beiden Gustavs auch unterschiedlich hohe Ausgangspegel, das mag auch sein. Wichtig ist nur: der Frequenzgang stimmt jetzt - und darauf kam es mir an!

17 Abschlussarbeiten

Mir bleibt eigentlich nur noch, den Akustikschaumstoff richtig ordentlich auf den Schallwandler aufzukleben- so wie es früher bei Sennheiser auch einmal gemacht wurde.

Ich schnappe mir also den geklebten Gustav, meinen selbstgebastelten Schaumstoff und eine Tube Wacker Elastosil.

Abbildung 41: jetzt wird nochmal geklebt!

Erstmal ne kleine Raupe Elastosil auf den Kragen...dann den Schaumstoff reingedrückt.

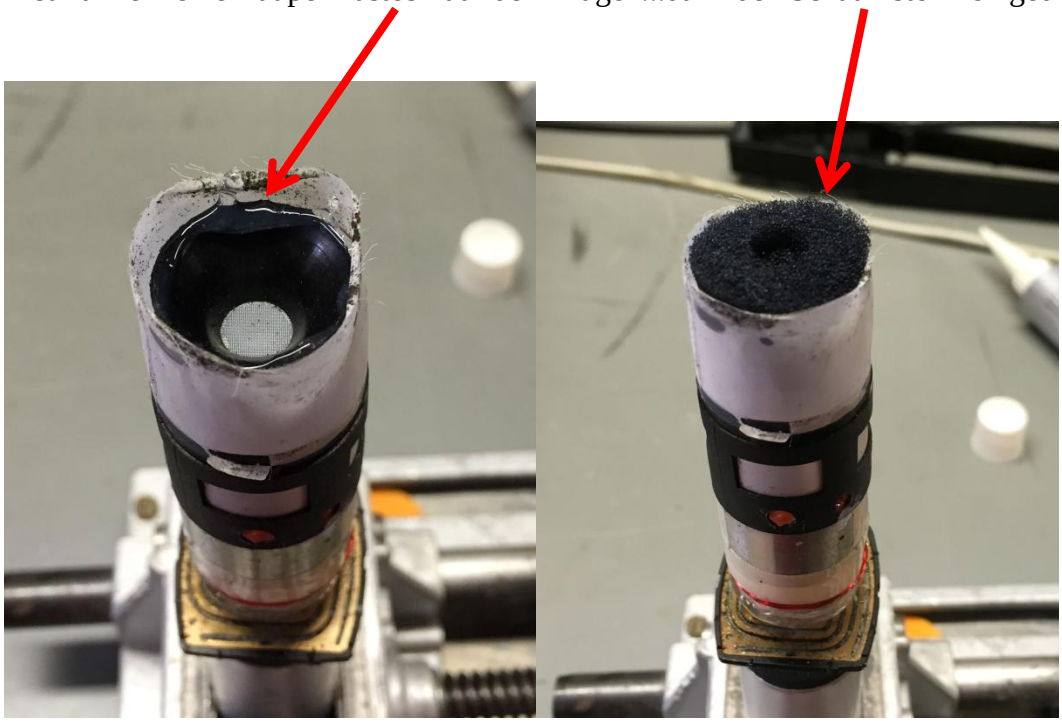


Abbildung 42: Klebung beendet

Der nun folgende Zusammenbau unterscheidet sich nicht oder nur kaum von dem Vorgehen aus meinem letzten Reparaturbericht über das MD-441. Die richtige Position der Federelemente sind wichtig sowie etwas Sorgfalt beim Anlöten der hauchdünnen Käbelchen an der hinteren XLR-Buchse.

Alles in Allem gelingt der Zusammenbau reibungslos.

18 End- Enttäuschung

Leider gibt es im wahren Leben nicht nur Happy-Ends. Und ein solches "doofes Ende" muss ich Euch jetzt leider geben.

Nachdem ich die Endmontage gemacht habe, musste ich elender Perfektionist natürlich nochmal eine zünftige Abschlussmessung machen.

Hätte ich das mal nicht gemacht.

Ihr ahnt es sicher schon:

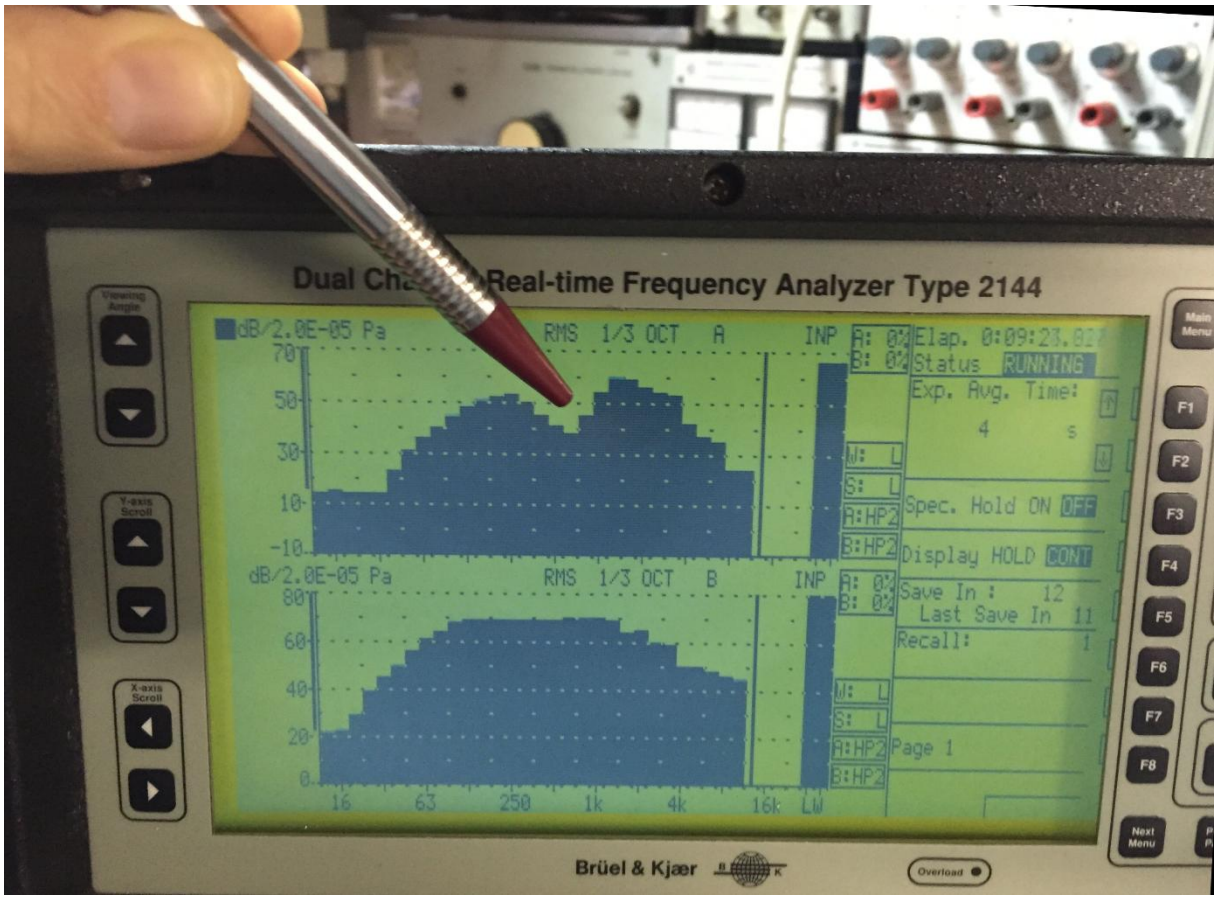


Abbildung 43: Aaarrrggghhh!!

Die verflixte Delle ist wieder da! Damit wird der "geklebte Gustav" innerhalb weniger Sekunden wieder zum "defekten Gustav". So ein Ärger.

19 Haltestelle

Lieber Leser, ich verspreche Euch, ich habe noch wirklich alles versucht, diesem Reparaturbericht noch ein Happy-End geben zu können. Ich habe das komplette Mikrofon (inklusive Schallwandler) wieder auseinandergenommen, nochmal gereinigt, ausgepustet, mit der Lupe reingeguckt, meinen Messaufbau untersucht, Gegenvergleiche gemacht, meinen Rauschgenerator untersucht, den B&K 2144 Analyzer untersucht- alles ohne Ergebnis. Die Delle bei 630Hz bleibt.

Ich habe das Mikrofon schließlich wieder zugeschraubt und ins Warteregal unter der Kellertreppe gelegt. Vielleicht gibt es ja unter Euch irgendwo einen Mikrofonspezialisten, oder mir einen entscheidenden Tipp geben kann, wie eine solche Delle entstehen kann und wie man sie auch wieder weg bekommt? Ich jedoch bin erstmal ratlos und wüsste tatsächlich nicht, was ich noch machen könnte- mal abgesehen von einem Wechsel des kompletten Schallwandlers. Vielleicht war aber auch die mit Schraubensicherungslack ursprünglich fixierte Einstellung des akustischen Abgleichelements (siehe Abbildung 6) nicht korrekt? Aber auch das wäre keine Erklärung dafür, weshalb der Fehler mal auftritt und mal nicht.

Tröstlich ist, dass wenigstens das zweite Mikrofon von Gustav einwandfrei funktioniert und ich für den "defekten Gustav" nicht viel bezahlt habe. Ich habe damit schlimmstenfalls noch ein sehr gutes Ersatzteillager, aus dem ich den "heilen Gustav" (oder auch den "schicken Siegmund") im Falle des Falles werde reparieren können.

Von daher: den "Krieg" habe ich mit diese Reparaturbericht vielleicht (noch) nicht gewonnen, die Schlacht um zumindest ein tolles, weiteres MD-441 für unsere Bigband aber definitiv! :-)

Ach, halt! Bevor der Bericht zu Ende geht, hier noch -wie üblich- das Reisebild. Diesmal aufgenommen auf einer Dienstreise (nach Feierabend natürlich), auf dem Rückweg vom Abendessen ins Hotel. Es zeigt eine Straße in Wuhu, China.

Abbildung 44: fremd, aber dennoch schön: eine Straße in Wuhu (China)

20 Vorgucker

Also: auch wenn das Ende dieses Berichts vielleicht etwas enttäuschend ist, (vielleicht hilft mir ja aber jemand und wir schreiben zusammen einen 2. Teil? ;-) so hoffe ich trotzdem, dass es ein wenig interessant war. Im nächsten Reparaturbericht werde ich mich mit einem durchgedrehten 7GHz Trackinggenerator aus meinem Rohde&Schwarz FSEM Spektrumanalyzer beschäftigen. Wir werden ausgerastete PLLs sehen, Wärmebildvergleiche machen, Frequenzen messen und mit einer SMD-Rework-Station (heile;-) Transistoren und PLCC28-ICs auslöten.

Seid also gespannt,
Marc Michalzik im Juni 2016

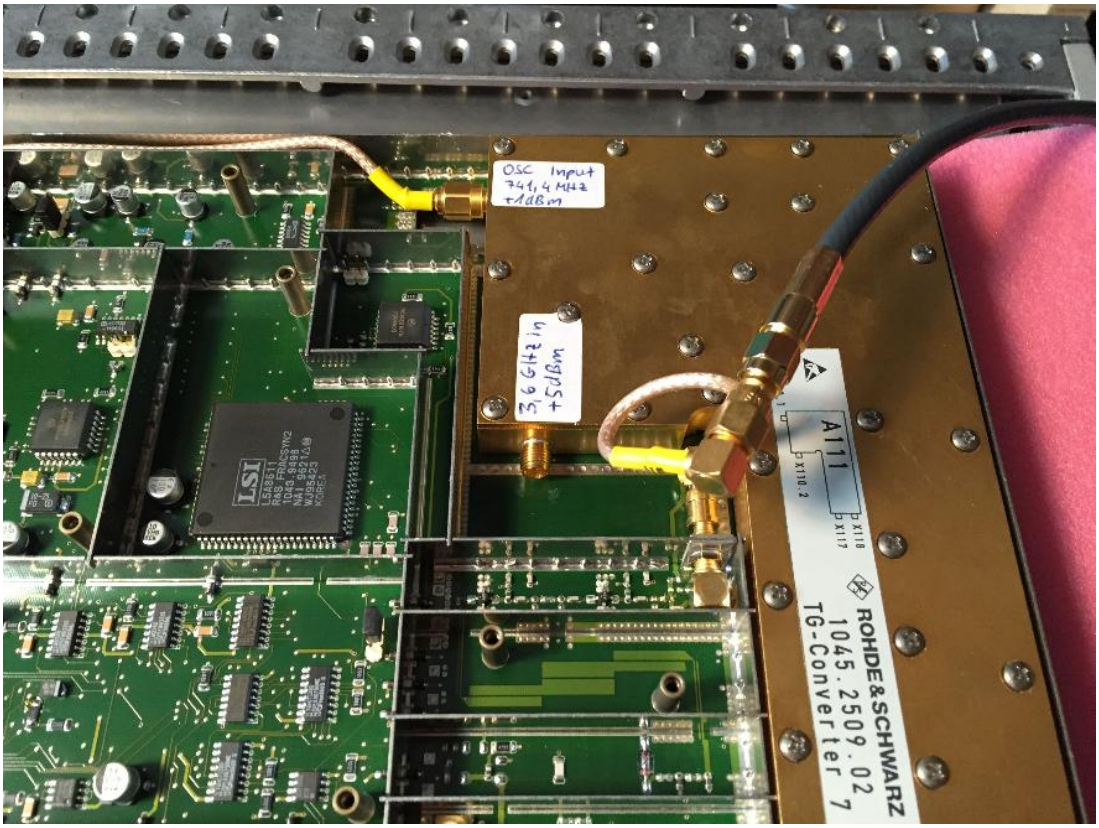


Abbildung 45: Vorgucker: Rohde&Schwarz FSE-B10 Tracking-Generator

21 Nachtrag

Im Rahmen meiner Nachfragen um Freigabe der hier genannten Personen habe ich tatsächlich meinen damaligen Praktikumsbetreuer Heinrich bei der PTB in Braunschweig wiedergefunden! Er arbeitet dort noch immer und ein erster telefonischer Kontakt erfolgte mit der Begrüßung "Hallo Heinrich, Du hast mir vor etwa 25Jahren mal das "Du" angeboten, also ich bin Dein ehemaliger Praktikant Marc!" und brach sofort das Eis. Nach einem sehr schönen Telefonat und ein paar emails haben wir nun gemeinsam beschlossen, dass es bis zum nächsten Kontakt nicht noch einmal weitere 25 Jahre dauern sollte!

Ich weiß nicht, wie ihr das seht, liebe Leser- aber irgendwie gibt es dann zu diesem Reparaturbericht dann ja doch noch ein "**Happy End"**- oder? :-)

Mit dicken Grüßen an alle Mitarbeiter der PTB - Euer Marc
im Juni 2016

Hinweise
1. Wer auf dieser Grundlage bastelt, bastelt auf eigene Gefahr!
2. Das hier ist ein privat und hobbymäßig zusammengestellter Reparaturbericht. Ich übernehme keine Garantie für die Korrektheit der hier beschriebenen Inhalte.
3. Ich übernehme keine Folgekosten, die durch evtl. Anwendung der hier beschriebenen Informationen entstehen könnten.
4. Das Basteln in elektrischen Geräten kann für nicht Sachkundige ein hohes Risiko von Verletzungen aller Art bedeuten. Sollten Sie nicht sachkundig sein, lassen Sie bitte lieber die Finger davon.
5. Die kommerzielle Nutzung des hier beschriebenen Wissens ist nicht vorgesehen.
6. Alle Meinungsäußerungen (insbesondere über Firmen oder Hersteller) sind stets rein subjektiver Natur und spiegeln nur meine eigenen Erfahrungen oder persönlichen Vorlieben wieder. Sie sind weder als Werbung noch Verunglimpfung dieser Firmen oder Hersteller zu verstehen, sondern als persönliche Meinungsäußerung aufzufassen.
7. Vor dem Veröffentlichen meiner Berichte bemühe ich mich stets im Vorfeld um eine Zustimmung der in meinen Berichten vorkommenden Personen/ Firmen. Wenn Sie der Meinung sind, dass das in Ihrem Fall einmal (unabsichtlich!) vergessen wurde und über bestimmte Darstellungen oder Beschreibungen verärgert sind, so setzen Sie sich zur Problemlösung bitte zuerst direkt mit mir in Kontakt (und nicht gleich mit Ihrem Anwalt ;-).

Die Berichte wurden von mir nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

Disclaimer
Alle Artikel unterliegen dem deutschen Urheberrecht. Keine unerlaubte Vervielfältigung, Aufführung, Weitergabe, Druck. Eine kommerzielle Nutzung des hier beschriebenen Wissens ist nicht vorgesehen. Weiterhin übernehme ich weder Gewähr für die Richtigkeit der Inhalte noch übernehme ich Haftung für Risiken und Folgen, die aus der Verwendung/Anwendung der hier aufgeführten Inhalte entstehen könnten. Nicht-Sachkundigen rate ich generell von Eingriffen in elektrische Geräten und Anlagen dringend ab! Insbesondere verweise ich auf die strikte Einhaltung der aktuell gültigen Sicherheitsvorschriften von VDE und Berufsgenossenschaft über die elektrische Sicherheit!

Rechtliche Absicherung
Grundsätzlich berufe ich mich bei meinen Dokumenten auf mein Menschenrecht der freien Meinungsäußerung nach Artikel5, Absatz1 des Grundgesetzes. Dennoch mache ich es mir zu eigen, von den in den Berichten namentlich vorkommenden Personen vor der Veröffentlichung eine Zustimmung einzuholen. Wenn Sie jedoch der Meinung sind, dass Sie persönlich betroffen sind und das in Ihrem Fall versäumt wurde, und Sie sind darüber verärgert, so bitte ich um eine umgehende Kontaktaufnahme (ohne Kostennote!) mit mir. Das gilt auch für den Fall, wenn meine hier bereitgestellten Inhalte fremde Rechte Dritter oder gesetzliche Bestimmungen verletzen sollten. Ich garantiere, dass die zu Recht beanstandeten Passagen unverzüglich entfernt werden, ohne dass von Ihrer Seite die Einschaltung eines Rechtsbeistandes erforderlich ist. Dennoch von Ihnen ohne vorherige Kontaktaufnahme ausgelöste Kosten werde ich vollumfänglich zurückweisen und gegebenenfalls Gegenklage wegen Verletzung vorgenannter Bestimmungen einreichen.

Haftungshinweise
Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle übernehme ich keine Haftung für die Inhalte externer Links. Für den Inhalt der verlinkten Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.

Kontakt:
Marc.Michalzik@bymm.de

Dieser Artikel unterliegt dem Urheberrecht. © ®. Alle Rechte vorbehalten. Keine Vervielfältigung, Nachdruck.
2016, Marc Michalzik
V1.6